

**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Área Departamental de Engenharia Civil**



**Reabilitação da Ponte sobre a Albufeira do Maranhão  
entre Ervedal e Figueira e Barros**

**MARCO ALEXANDRE PEREIRA DA SILVA**  
Licenciado em Conservação e Restauro

Relatório de Estágio para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na Área de  
Especialização de Edificações

**Orientadores:**

Doutora Ana Cristina Gaminha Ribeiro Borges de Azevedo, ISEL-DEC  
Mestre Paulo Alexandre Pereira Malta da Silveira Ribeiro, ISEL- DEC

**Júri:**

Presidente: Doutor Filipe Manuel Vaz Pinto Almeida Vasques, ISEL-DEC

Vogais: Doutora Maria Dulce e Silva Franco Henriques, ISEL- DEC



## Agradecimentos

---

Este relatório representa o fechar de um ciclo da minha vida.

Por diversas vezes o caminho foi mais difícil, os obstáculos foram-se atravessando, mas a todas as pessoas presentes na minha vida que fizeram parte deste percurso e me ajudaram a superar, deixo as minhas sinceras palavras de um enorme agradecimento.

Para a elaboração deste relatório de estágio, foi fundamental contar com a ajuda de profissionais experientes, que tive a felicidade de encontrar na empresa onde ingressei, deste modo em primeiro lugar agradeço à SLM, pela confiança em mim depositada e por todos os ensinamentos que me transmitiram, começando em agosto de 2009 quando ingressei na empresa e que continuaram até ao final do ano de 2021.

Ao gabinete de projeto Edgar Cardoso e à Câmara Municipal de Avis agradeço pela prontidão e disponibilidade em me facultar a autorização e toda a documentação pedida para a execução deste relatório.

Aos meus orientadores, Professora Doutora Ana Cristina Borges e Professor Mestre Paulo Malta da Silveira pela disponibilidade, esclarecimentos e auxílio prestado.

Por último, mas de muitas outras formas o primeiro, agradeço à minha família e à minha esposa 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.



## Resumo

---

Este relatório diz respeito ao trabalho desenvolvido em ambiente de estágio académico para a obtenção do Grau de Mestre do ciclo de estudos em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

O relatório descreve e analisa a realização de um estágio de acompanhamento de uma empreitada de Obra Pública, na empresa SLM SA - Sociedade Lisbonense de Metalização, S.A. e teve como objeto uma empreitada para a Câmara Municipal de Avis na reabilitação e da ponte de Ervedal, sobre a ribeira de Avis, um dos braços da barragem do Maranhão.

Esta obra teve como objetivos principais a beneficiação da obra de arte existente, nomeadamente os elementos estruturais, tabuleiro da ponte.

Durante obra o estagiário acompanhou, todos os trabalhos, desde a preparação até à sua conclusão, visionando os trabalhos mencionados no mapa de quantidades, ajudando o diretor de obra no contacto com fornecedores e subempreiteiros, elaboração de mapas comparativos, procura de soluções construtivas de valor mais rentável para entidade empregadora, respeitando todos os artigos do caderno de encargos e de modo que o cliente não fosse prejudicado, elaboração de mapas de controlo de custos e de prazos, elaboração de autos de medição e acompanhamento diário dos trabalhos em obra.

### **Palavras-chave:**

Ponte de Ervedal; Obras de reabilitação; Obras de beneficiação; Manutenção.



## Abstract

---

This report concerns the work carried out in an academic internship environment to obtain the master's degree of the cycle of studies in Civil Engineering at the Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

The report describes and analyzes the completion of a follow-up internship of a Public Works contract, in the company SLM SA - Sociedade Lisbonense de Metalização, S.A. and had as its object a contract for the Town Hall of Avis in the rehabilitation and of the Ervedal bridge, over brook of Avis, one of the effluents of the Maranhão dam.

This work had as main objectives the improvement of the existing work of art, namely the structural elements, bridge deck.

During the work, every the tasks were monitored, from preparation to its end, viewing the works mentioned in the map of quantities, helping the construction director in contacting suppliers and subcontractors, drawing up comparative maps, looking for constructive solutions of value more profitable for the employer, respecting all the articles of the specifications and that the customer is not harmed, preparation of cost and deadline control maps, preparation of measurement records and daily monitoring of work on site.

**Key words:**

Ervedal bridge; Rehabilitation Works; Improvement works; Maintenance.



# Índice

---

<b>Índice .....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>xi</b>
<b>Índice de tabelas .....</b>	<b>xxi</b>
<b>Índice de anexos.....</b>	<b>xxiii</b>
<b>Lista de símbolos e abreviaturas .....</b>	<b>xxv</b>
<b>1 Introdução.....</b>	<b></b>
1.1 Enquadramento temático .....	27
1.2 Objetivos do Estágio .....	28
1.3 Estrutura do Relatório .....	28
1.4 Enquadramento do Estágio .....	29
1.5 Empresa de Acolhimento .....	30
<b>2 Conceitos básicos de pontes.....</b>	<b>35</b>
2.1 Classificação de pontes .....	37
2.1.1 Material predominante .....	37
2.1.2 Finalidade/ Funcionalidade .....	37
2.1.3 Desenvolvimento planimétrico .....	38
2.1.4 Desenvolvimento Altimétrico .....	39
2.1.5 Sistema estrutural .....	41
2.1.6 Posição do tabuleiro .....	43
2.2 Principais particularidades .....	44
2.3 Principais componentes .....	45
2.3.1 Muros .....	46
2.3.2 Taludes .....	47
2.3.3 Encontros .....	48
2.3.4 Aparelhos de apoio.....	50
2.3.5 Pilares.....	52
2.3.6 Fundações.....	53
2.3.7 Tabuleiro .....	54
2.3.8 Estrutura de suporte ao tabuleiro.....	55

2.3.9	Passeios .....	56
2.3.10	Guarda corpos .....	57
2.3.11	Juntas de dilatação .....	58
2.3.12	Órgãos de drenagem.....	59
2.3.13	Proteção de superfície .....	60
2.3.14	Outros componentes.....	61
2.4	Ciclo de vida .....	61
2.5	Sistemas de gestão .....	62
<b>3</b>	<b>Ponte de Ervedal .....</b>	
3.1	Caracterização histórica da ponte de Ervedal .....	65
3.2	Descrição da estrutura existente.....	69
3.3	Estado de conservação .....	73
<b>4</b>	<b>Reabilitação da Ponte de Ervedal.....</b>	
4.1	Classificação e avaliação processual da obra.....	81
4.3	Plano de trabalhos .....	83
4.4	Trabalhos principais.....	85
4.5	Faseamento da obra .....	85
4.6	Equipa da Empreitada.....	86
4.6.1	Funções do estagiário.....	87
<b>5</b>	<b>Trabalhos e atividades realizadas durante a obra .....</b>	<b>89</b>
5.1	Montagem de estaleiro.....	90
5.2	Meios de acesso .....	91
5.3	Limpeza de taludes .....	94
5.4	Restabelecimento dos taludes. ....	95
5.5	Reparação de elementos de betão armado .....	96
5.6	Reparação da ligação entre chapas dos contraventamentos metálicos e os pilares .....	102
5.7	Reparação de rótulas dos pilares.....	103
5.8	Tratamento da Superfície Metálica.....	104
5.9	Trabalhos de metalomecânica.....	111
5.10	Trabalhos nos elementos.....	115
5.10.1	Cabos.....	115

5.10.2	Tabuleiro .....	116
5.10.3	Tirantes.....	117
5.10.4	Juntas de dilatação.....	121
5.10.5	Pendurais .....	123
5.10.6	Aparelhos de apoio.....	124
5.11	Execução de caixas de visita.....	124
5.12	Controlo Desenvolvido .....	125
5.12.1	Controlo da Qualidade .....	126
5.12.2	Controlo de Prazos / Planeamento .....	126
5.12.3	Controlo de Custos .....	126
5.12.4	Controlo de Segurança .....	128
5.12.5	Controlo Ambiental.....	129
5.13	Entrega parcial da empreitada.....	130
5.14	Trabalhos executados em setembro de 2021 .....	131
<b>6</b>	<b>Conclusão .....</b>	<b>133</b>
<b>7</b>	<b>Referências bibliográficas .....</b>	<b>135</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>.....</b>	<b>137</b>



## Índice de figuras

---

Figura 1-1 Ponte de Ervedal.(Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020) .....	29
Figura 1-2 Localização da Ponte de Ervedal. (Wikimapia, 2019) .....	30
Figura 1-3 Instalações da sede da SLM, no Catujal-Loures. (SLM, 2015c).....	31
Figura 1-4 Central compressora de hidrogénio parcialmente reabilitada. (SLM, 2015a) .....	32
Figura 1-5 Igreja de São Maximiliano Kolbe, em Chelas, reabilitada. (SLM, 2015d) .	32
Figura 1-6 Reabilitação de toda a Praça de Touros do Campo Pequeno, Lisboa. (SLM, 2015e) .....	32
Figura 1-7 Ponte 25 de abril, Lisboa.(TEIXEIRA DUARTE SA, 2020).....	33
Figura 1-8 Ponte Vasco da Gama, Lisboa. (cedido por SLM) .....	33
Figura 1-9 Ponte Rodoviária D. Luis, Santarém. (cedido por SLM) .....	33
Figura 2-1 Esquema ilustrativo de ponte. (Debs & Takeya, 2007).....	35
Figura 2-2 Esquema ilustrativo de viaduto. (Debs & Takeya, 2007).....	36
Figura 2-3 Esquema ilustrativo de acesso de viaduto. (Debs & Takeya, 2007).....	36
Figura 2-4 Elementos constituintes da secção longitudinal. (Debs & Takeya, 2007)...	36
Figura 2-5 Ponte aeroviária – Schkeuditz (Alemanha) (Wittfoht, 2015) .....	38
Figura 2-6 Ponte – canal sobre o Rio Elba (Alemanha) (Wittfoht, 2015).....	38
Figura 2-7 Exemplo de ponte reta ortogonal (Debs & Takeya, 2007) .....	38
Figura 2-8 Exemplo de ponte reta esconsa (Debs & Takeya, 2007).....	39
Figura 2-9 Exemplo de ponte curva (Debs & Takeya, 2007).....	39
Figura 2-10 Exemplo de pontes com altimetria horizontais. (Debs & Takeya, 2007) ..	40
Figura 2-11 Exemplo de pontes com altimetrias em rampa. (Debs & Takeya, 2007) ..	40
Figura 2-12 Exemplo de pontes com altimetrias de tabuleiro convexo. (Debs & Takeya, 2007).....	40

Figura 2-13 Exemplo de pontes com altimetrias de tabuleiro côncavo. (Debs & Takeya, 2007).....	40
Figura 2-14 Representação da ponte em viga. (Debs & Takeya, 2007).....	41
Figura 2-15 Representação da Ponte em Treliça. (Debs & Takeya, 2007) .....	42
Figura 2-16 Representação da Ponte em Pórtico. (Debs & Takeya, 2007).....	42
Figura 2-17 Representação da Ponte em Arco. (Debs & Takeya, 2007) .....	42
Figura 2-18 Exemplo de uma ponte em arco com tabuleiro superior. ( Reis, 1997, Lopes, 2018).....	43
Figura 2-19 Representação de pontes pênsil ou suspensas. (Debs & Takeya, 2007; Pfeil, 1979).....	43
Figura 2-20 Representação de pontes atirantadas .(Debs & Takeya, 2007).....	43
Figura 2-21 Principais elementos constituintes.(Adaptado de Pfeil, 1979) .....	45
Figura 2-22 Principais componentes das pontes (Costa, 2009).....	46
Figura 2-23 Principais componentes das pontes em alvenaria de pedra em arco (Costa, 2009).....	46
Figura 2-24 Muros de ala (Lopes, 2016) .....	47
Figura 2-25 Muros de avenida (Lopes, 2016) .....	47
Figura 2-26 Muros de contenção (Lopes, 2016) .....	47
Figura 2-27 Muro tímpano (Lopes, 2016).....	47
Figura 2-28 Taludes vegetal. (Lopes, 2016).....	48
Figura 2-29 Taludes não vegetal. (Lopes, 2016).....	48
Figura 2-30 Encontro aparente.( adaptado Debs & Takeya, 2007).....	49
Figura 2-31 Encontro de muro de avenida.(Lopes, 2018).....	49
Figura 2-32 Encontro de muro de ala. (Lopes, 2018).....	49
Figura 2-33 Encontro perdido.(Lopes, 2018).....	50
Figura 2-34 Ponte com pequenos pórticos contraventados nas extremidades, em substituição dos encontros.(Vitório, 2002) .....	50

Figura 2-35 Aparelho de apoio articulado. (Caetano, 2019).....	51
Figura 2-36 Aparelho de apoio articulado em combinação com sistema de roletes. (Caetano, 2019).....	51
Figura 2-37 Aparelho de apoio do tipo panela fixo. (Caetano, 2019).....	51
Figura 2-38 Aparelho de apoio do tipo panela, deslizante , guiado lateralmente. (Caetano, 2019).....	51
Figura 2-39 Aparelho de apoio com rolete guiado. (Caetano, 2019) .....	51
Figura 2-40 Aparelho de apoio com rolete guiado com sistemas de deslizamento. (Caetano, 2019).....	51
Figura 2-41 Aparelho de apoio com roletes. (Caetano, 2019) .....	52
Figura 2-42 Aparelho de apoio plano e esférico. (Caetano, 2019).....	52
Figura 2-43 Aparelho de apoio duplamente esférico. (Caetano, 2019).....	52
Figura 2-44 Aparelho de apoio duplamente cilíndrico. (Caetano, 2019) .....	52
Figura 2-45 Aparelho de apoio cilíndrico, com sistema deslizante guiado. (Caetano, 2019).....	52
Figura 2-46 Aparelho de apoio de balancim fixo. (Caetano, 2019) .....	52
Figura 2-47 Fuste simples. (Costa, 2009).....	52
Figura 2-48 Fuste múltiplo.(Costa, 2009) .....	52
Figura 2-49 Pitares/ torres de grandes pontes.(Wilson Gorges, 2005).....	53
Figura 2-50 Fundações diretas: a) bloco isolado de betão ou alvenaria de pedra; b) Sapata isolada; c) Sapata corrida. (Vitório, 2002) .....	53
Figura 2-51 Secções transversais de estacas :a) estaca circular de betão; b)estaca circular oca de betão; c) Estaca quadrada de betão; d) Perfil metálico H ou I; e) Perfil metálico duplo I; f) Carril simples; g) perfil formado por três carris soldados. (Vitório, 2002) .....	54
Figura 2-52 Laje em caixão. (Costa, 2009) .....	54
Figura 2-53 Laje maciça. (Costa, 2009) .....	54
Figura 2-54 Laje vigada. (Costa, 2009).....	55

Figura 2-55 Lage vazada. (Costa, 2009) .....	55
Figura 2-56 Viga sob carril. (Lopes, 2016) .....	55
Figura 2-57 Vigas gémeas. (Lopes, 2016) .....	55
Figura 2-58 Longarina-e Carlinga. (Lopes, 2016).....	55
Figura 2-59 Poutrelles. (Lopes, 2016).....	55
Figura 2-60 Viga de alma cheia. (Lopes, 2016) .....	56
Figura 2-61 Viga Pratt (N) reta. (Lopes, 2016).....	56
Figura 2-62 Viga Cruz de Santo André. (Lopes, 2016) .....	56
Figura 2-63 Viga Bowstring. (Lopes, 2016) .....	56
Figura 2-64 Viga de alma rota. (Lopes, 2016) .....	56
Figura 2-65 Viga Warren Reta. (Lopes, 2016)) .....	56
Figura 2-66 Viga Pratt (N) Parabólica(Lopes, 2016) .....	56
Figura 2-67 Viga em arco. (Lopes, 2016) .....	56
Figura 2-68 Pormenor de um passeio.(Costa, 2009) .....	57
Figura 2-69 Passeio de inspeção. (Lopes, 2016) .....	57
Figura 2-70 Guarda corpos metálicos. (Lopes., 2016) .....	58
Figura 2-71 Guarda corpos em alvenaria. (Lopes, 2016).....	58
Figura 2-72 Gárgula ou sumidouro e tubo de queda (Costa, 2009) .....	60
Figura 2-73 Caleira (meia cana) (Costa, 2009). .....	60
Figura 2-74 Proteção anti corrosiva de elementos metálicos. (Lopes, 2016).....	60
Figura 2-75 Pintura de elementos de betão. (Lopes, 2016).....	60
Figura 2-76 Escadas de acesso. (Lopes, 2016).....	61
Figura 2-77 Iluminação cénica. (Lopes, 2016).....	61
Figura 2-78 Instrumentação. . (Lopes, 2016) .....	61
Figura 2-79 As fases na vida útil de uma obra de arte. (Sousa, 2016) .....	61

Figura 3-1 Ponte de Ervedal com tabuleiro em madeira.(Ferraz et al., 2002) .....	66
Figura 3-2 Ponte de Ervedal com tabuleiro em madeira parcialmente queimado. (Ferraz et al., 2002) .....	66
Figura 3-3 Arquivo do Projeto original (1957) e Arquivo do Projeto de Recuperação e Beneficiação (1997)(Edgar Cardoso-Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020) 67	
Figura 3-4 Ensaio de carga. (Ferraz et al., 2002) .....	68
Figura 3-5 Projeto inicial(1957)(Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020) .....	69
Figura 3-6 Vista geral (2019)(Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020) .....	69
Figura 3-7 Corte da secção corrente.(Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020) .....	70
Figura 3-8 Pormenor da Planta.(Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020) .....	70
Figura 3-9 Corte longitudinal .(Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020) .....	70
Figura 3-10 Alçado do pilar de Figueira e Barros. (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).....	71
Figura 3-11 Contraventamento metálico no pilar do lado de Ervedal.	71
Figura 3-12 Alçado o encontro de Ervedal (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).....	72
Figura 3-13 Vista geral do Encontro de Ervedal. (2020) .....	72
Figura 3-14 Esquema de aparelho de apoio do tipo panela fixo ( Caetano, 2019)) .....	72
Figura 3-15 Aparelho de apoio existente. (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020) .....	72
Figura 3-16 Vegetação existente na zona do encontro de Figueira de Barros (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020) .....	74
Figura 3-17 Encontro de Ervedal com talude em pedra com algumas deficiências (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020) .....	74

Figura 3-18 Patologia de betão originada por uma execução pouco cuidada (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). .....	75
Figura 3-19 Fissuração na Zona de Apoios (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). .....	75
Figura 3-20 Escorrência da massa protetora (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). .....	75
Figura 3-21 Armadura exposta (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). .....	75
Figura 3-22 Danos na pintura dos perfis metálicos (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). .....	75
Figura 3-23 Zonas de betão com fissuração e fenómenos de delaminação e descasque de betão, com exposição de armadura (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). .....	75
Figura 3-24 Zona de delaminação dos contraventamentos, expondo a armadura (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). .....	76
Figura 3-25 Deficiente ligação entre contraventamento e pilar (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). .....	76
Figura 3-26 Presença de corrosão no contraventamento (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). .....	77
Figura 3-27 Destacamento de betão na zona da rótula (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). .....	77
Figura 3-28 Presença dos ninhos de cegonha nas extremidades superiores de ambos os pilares (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). .....	77
Figura 3-29 e 3-30 Vista superior e inferior do tabuleiro da Ponte de Ervedal (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). .....	77
Figura 3-31 Colonização biológica existente e alguma escamação da camada de tinta (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). .....	78
Figura 3-32 Elementos metálicos danificados, resultado de colisões de veículos (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). .....	78
Figura 3-33 Fixações do gradil com folga (cedido por SLM).....	78
Figura 3-34 e 3-35 Indícios de corrosão pontual nas ligações dos pendurais ao tabuleiro (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). .....	79

Figura 3-36 Colonização biológica (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). .....	79
Figura 3-37 Danos na proteção antivandalismo dos cabos principais (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).....	79
Figura 3-38 Aparelhos de Apoio ( Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).. .....	80
Figura 4-1 Diagrama de Plano de Trabalho .....	84
Figura 4-2 Organograma da Obra.....	87
Figura 5-1 Localização do Estaleiro de Obra. ....	90
Figura 5-2 Estaleiro .....	91
Figura 5-3 Plataforma elevatória utilizada nos trabalhos acima do tabuleiro .....	91
Figura 5-4 Esquema de montagem da plataforma de andaime.....	92
Figura 5-5 Esquema das fases de montagem dos meios de acesso. ....	93
Figura 5-6 Meios de acesso montados na 3ª fase. ....	93
Figura 5-7 Limpeza de taludes .....	94
Figura 5-8 Corte de árvores .....	94
Figura 5-9 Restabelecimento de taludes.....	95
Figura 5-10 Lavagem dos taludes.....	95
Figura 5-11 Lavagem do pilar. ....	96
Figura 5-12 Lavagem do encontro nomeadamente uma zona submersa.....	96
Figura 5-13 Identificação e Delimitação de zonas a serem reparadas.....	97
Figura 5-14 Delimitação através de corte.....	97
Figura 5-15 Varão de armadura limpo através de escovagem mecânica .....	98
Figura 5-16 Embalagem de Sikatop Armatec-110 EpoCem. ....	98
Figura 5-17 Aplicação de Sikatop Armatec-110 EpoCem. ....	98
Figura 5-18 Zona a reparar com auxílio de cofragem. ....	99

Figura 5-19 Aplicação manual Sika Monotop 412 S de com auxílio de cofragem.....	99
Figura 5-20 Superfície talochada e esponjada.....	99
Figura 5-21 Aplicação manual de Sika Monotop 412 S. ....	99
Figura 5-22 Testes de tinta em superfícies de betão. ....	100
Figura 5-23 Ensaio de quadricula nas superfícies de betão.....	100
Figura 5-24 Pintura de encontro.....	101
Figura 5-25 Superfícies de betão concluídas no lado de Figueira e Barros, sob o tabuleiro. ....	101
Figura 5-26 Juntas seladas.....	102
Figura 5-27 Aplicação da resina epóxi sikadur-52 Injection.....	102
Figura 5-28 Preenchimento completo com a resina epóxi. ....	103
Figura 5-29 Todas as juntas seladas.....	103
Figura 5-30 Cordão de fundo de junta aplicado e a rotula com isolamento.....	104
Figura 5-31 Mástique aplicado e devidamente alisado. ....	104
Figura 5-32 Teste de preparação de superfície através de meios mecânicos. ....	105
Figura 5-33 Aplicação de tinta para teste. ....	105
Figura 5-34 Tinta com 48 horas de cura.....	105
Figura 5-35 Ensaio de quadricula.....	105
Figura 5-36 Subdivisão da atividade de tratamento das superfícies metálicas .....	107
Figura 5-37 Gradis de tabuleiro da fase 1 acondicionados. ....	107
Figura 5-38 Lavagem das superfícies a alta pressão. ....	108
Figura 5-39 Colaboradores na preparação de superfície. ....	109
Figura 5-40 Superfícies preparadas.....	109
Figura 5-41 Primário de alumínio aplicado.....	110
Figura 5-42 Aplicação da primeira demão de tinta de poliuretano. ....	110

Figura 5-43 Suporte do tabuleiro já concluído a nível de pintura. ....	110
Figura 5-44 Vista inferior do tabuleiro já montado. ....	110
Figura 5-45 Medidor de Espessuras digital. ....	110
Figura 5-46 FIP Ficha de inspeção na produção. ....	111
Figura 5-47 Pormenor dos elementos metálicos a substituir.(Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). ....	112
Figura 5-48 Elementos já substituídos. ....	113
Figura 5-49- Extremidade de guarda rodas substituída. ....	113
Figura 5-50 Elementos metálicos danificados, resultado de colisões de veículos. ....	114
Figura 5-51 Dano reparado. ....	114
Figura 5-52 Bainha em meia cana de proteção dos cabos principais danificada. ....	114
Figura 5-53 Bainha em meia cana de proteção dos cabos principais reparada. ....	114
Figura 5-54 Reparação com primário de alumínio aplicado. ....	115
Figura 5-55 Estado dos cabos após a lavagem. ....	116
Figura 5-56 Aspeto dos cabos pintados. ....	116
Figura 5-57 Selagem dos cabos nos encontros. ....	116
Figura 5-58 Tabuleiro montado e devidamente fixo. ....	117
Figura 5-59 Braçadeira substituída de tirante. ....	118
Figura 5-60 Pormenor de projeto em relação às chapas. (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). ....	118
Figura 5-61 Chapa metálica com a válvula montada ....	119
Figura 5-62 Utilização de ar comprimido para expulsar ao material de injeção. ....	119
Figura 5-63 Remoção do material com auxílio da máquina de injeção invertida. ....	120
Figura 5-64 Aplicação do material de injeção do tirante. ....	120
Figura 5-65 Injeção concluída. ....	120

Figura 5-66 Remoção da argamassa de preenchimento das cavidades de aperto. ....	121
Figura 5-67 Junta de dilatação devidamente limpa. ....	122
Figura 5-68 Aspeto final da junta de dilatação.....	122
Figura 5-69 Pormenor do pretendido em projeto. .(Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020) .....	123
Figura 5-70 Pendural selado com mástique branco.....	123
Figura 5-71 Pormenor das caixas de visita.( Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020) .....	124
Figura 5-72 Pormenor de um relatório semanal. ....	127
Figura 5-73 Exemplo de um dia de intempérie. ....	128
Figura 5-74 Registo de entrega de EPI´s.....	129
Figura 5-75 Mapeamento do final de obra. ....	130
Figura 5-76 Pormenor do controlo de horas feito. ....	131
Figura 5-77 Lavagem do pilar através de trabalhos verticais.....	132

## Índice de tabelas

---

Tabela 1-1 Intervenientes na empreitada.....	30
Tabela 2-1 Elementos relativos às secções longitudinais de uma ponte. (Debs & Takeya, 2007).....	37
Tabela 2-2 Esquemas tipos de juntas (Costa, 2009).....	59
Tabela 3-1 Características da Ponte de Ervedal .....	73
Tabela 4-1 Classificação da obra.....	81
Tabela 4-2 Intervenções incluídas no âmbito da Empreitada (Adaptado do Mapa de Quantidades). .....	82
Tabela 4-3 Quadros de Mão-de-Obra e Quadros Técnicos .....	87
Tabela 5-1 Esquemas de pintura das superfícies de betão. ....	100
Tabela 5-2 Esquema de tratamento de superfícies metálicas .....	106
Tabela 5-3 Sequência das atividades inerentes aos trabalhos de tratamento da superfície metálica. ....	106
Tabela 5-4 Esquemas de pintura das superfícies de betão em Zonas submersíveis. ...	132



## Índice de anexos

---

ANEXO I Peças desenhadas – Mapa Fotográfico Trabalhos Tipo a Realizar - Alçado nascente/ Planta .....	139
ANEXO II Peças desenhadas – Mapa Fotográfico Trabalhos Tipo a Realizar - Corte longitudinal/ Pilares .....	141
ANEXO III Relatório do estado da obra 2025 .....	143
ANEXO IV Controlo de consumos .....	149
ANEXO V Ficha de inspeção na produção .....	151
ANEXO VI Condições atmosféricas .....	153
ANEXO VII Pormenores de execução de reabilitação .....	155
ANEXO VIII Relatório de conclusão de obra 2025 .....	157



## Lista de símbolos e abreviaturas

---

<b>ICOMOS</b>	International Council on Monuments and Sites
<b>ISEL</b>	Instituto Superior de Engenharia de Lisboa
<b>IPT</b>	Instituto Politécnico de Tomar
<b>IP</b>	Infraestruturas de Portugal
<b>EC</b>	Eurocódigo
<b>CE</b>	Caderno de Encargos
<b>MTQ</b>	Mapa de Trabalhos e Quantidades
<b>PT</b>	Plano de Trabalhos
<b>PQO</b>	Plano de Qualidade da Obra
<b>PSS</b>	Plano de Segurança e Saúde
<b>μm</b>	Micrómetros
<b>cm</b>	Centímetros
<b>mm</b>	Milímetros
<b>m</b>	Metros
<b>FIP</b>	Fichas de inspeção na produção



# 1 Introdução

---

O presente documento tem como objetivo apresentar o trabalho em regime de estágio desenvolvido na Unidade Curricular de TFM (Dissertação/Projeto/Estágio) do Mestrado de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

## 1.1 Enquadramento temático

A conservação, manutenção e reabilitação de património edificado tem vindo a assumir um papel relevante nos últimos anos.

A sociedade desde a antiguidade, sempre teve consciência da importância do bom funcionamento de todos os componentes das obras de arte. As obras de arte, nomeadamente as pontes, apresentam uma elevada importância para a sociedade e para o funcionamento da economia de um país. O impedimento de circulação numa ponte acarreta um elevado impacto no funcionamento de toda a sociedade que usufruía da sua utilização, podendo daí resultar um elevado impacto sócio económico a todos os seus utilizadores ou possíveis utilizadores.

As obras de arte têm funções importantes para o desenvolvimento das cidades. Para garantir a sua segurança é necessário assegurar a sua inspeção/avaliação constante de modo a estar atento ao estado de conservação e assim verificar a necessidade de manutenção ou de reparação.

Apesar da consciência generalizada acerca da necessidade de proteção e salvaguarda do património, persiste ainda um sentimento de uma certa complexidade em torno das intervenções sobre as obras. As intervenções que as construções são alvo com o intuito de continuarem funcionais, são processos diferenciados como a manutenção, conservação e reabilitação. Tendo como base a publicação apresentada pela ICOMOS. (2003) Assim, os termos serão entendidos da seguinte forma:

A Manutenção, é uma atividade de rotina, que tem como objetivo manter o património no estado mais próximo do original, incluindo todos os seus componentes. Para isso são necessários ações preventivas em relação a potenciais danos, conhecendo todos os processos de deterioração de estruturas e durabilidade de materiais.

A manutenção periódica deve ser encarada como uma prática sustentável pois permite aumentar a vida útil de qualquer construção, esta por vezes é confundida com a Conservação que se entende por ações de salvaguarda relativa a acidentes históricos com a combinação de proteção e reabilitação ativa.

A reabilitação de Património Edificado consiste em intervenções de beneficiação que melhoram as características estruturais, construtivas, de segurança, eficiência energética

e de desempenho geral da construção em causa, tendo por objetivo, a vida útil do património.

## **1.2 Objetivos do Estágio**

Este tipo estágio, tem como objetivo principal materializar todo o conhecimento adquirido ao longo do percurso académico no ISEL nas várias disciplinas que o Mestrado comporta tais como: Custos de Produção; Métodos Avançados de Gestão na Construção e Reabilitação de Construções, entre outras.

Para o efeito, o tempo no terreno/estágio, permite adquirir vivências, experiências e conhecimentos dos profissionais mais experientes que se cruzam, nesta jornada, sempre com o intuito de o estagiário um dia futuro se encontrar do outro lado da equação, desempenhando funções com outra responsabilidade.

O estágio terá uma duração mínima prevista de 3 meses e, em termos gerais, consistirá em atingir os seguintes objetivos:

- Consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo do percurso académico, e relacioná-los, na prática, com as atividades desenvolvidas em obra ao longo do estágio;
- Refletir sobre as tomadas de decisão em obra e/ou soluções alternativas possíveis;
- Abordagem de metodologias de preparação de obra e acompanhamento desses trabalhos;
- Avaliação global da obra, através da análise de controlo técnico, controlo de prazos e custos;
- Abordagem de eventuais dificuldades na execução da empreitada, durante o período de estágio.

## **1.3 Estrutura do Relatório**

A estrutura do relatório surge da necessidade de explicitar o trabalho realizado durante o tempo de estágio, sendo que o respetivo texto foi organizado em seis capítulos. Nos parágrafos seguintes descreve-se de forma metódica cada um desses capítulos.

No primeiro capítulo é feito o enquadramento geral do trabalho, bem como os objetivos que este pretende atingir durante o estágio. Neste mesmo capítulo é apresentada a empresa, a empreitada e as entidades envolvidas na mesma, onde irá decorrer o estágio.

No capítulo 2 descrevem-se as diferentes tipologias e sistemas estruturais mais comuns, bem como os principais componentes das pontes. Apresenta-se também a importância da implementação de sistemas de gestão de Obras de Arte.

No capítulo 3 é efetuada a caracterização do local da obra, neste caso a ponte de Ervedal. Neste capítulo, houve a tentativa de descrever todas as empreitadas que a ponte sofreu desde a sua construção até aos dias de hoje, e a justificação desta nova empreitada.

No capítulo 4 apresenta-se a caracterização da obra, fazendo uma introdução e expondo as características da mesma. Apresenta-se ainda os trabalhos a executar durante o estágio, nomeadamente descrevendo as atividades que na empreitada estavam previstas, e as que no decorrer destas, apareceram alguns contratemplos, descrevendo nestes casos as soluções encontradas para a resolução das mesmas. Neste mesmo capítulo e também apresentado as atividades que foram exercidas por o estagiário, nomeadamente na comunicação do evoluir dos trabalhos e o apoio no planeamento da execução de obra.

No capítulo 5 faz-se uma apresentação dos trabalhos realizados durante o exercício das funções de diretor adjunto de obra na empreitada.

No último capítulo, são referidas as conclusões gerais do relatório, bem como as contribuições que o mesmo terá na vida futura do estagiário.

## 1.4 Enquadramento do Estágio

Este estágio decorreu na obra de reabilitação da ponte de Ervedal, (Figura 1-1) ao serviço da SLM, SA – Sociedade Lisbonense de Metalização, que é dada a conhecer no subcapítulo seguinte.



*Figura 1-1 Ponte de Ervedal.*(Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020)

A ponte de Ervedal localiza-se na localidade de Ervedal, pertencente ao Município de Avis. Esta ponte é do tipo suspensa e faz ligação entre as duas povoações mais próximas, Ervedal e Figueira e Barros (Figura 1-2).



Figura 1-2 Localização da Ponte de Ervedal. (Wikimapia, 2019)

Os principais intervenientes na obra são apresentados na Tabela 1-1:

Tabela 1-1 Intervenientes na empreitada

<b>Intervenientes na empreitada</b>	
<b>Dono de Obra</b>	Câmara Municipal de Avis;
<b>Empreiteiro Geral:</b>	SLM, SA -Sociedade Lisbonense de Metalização;
<b>Projeto de Execução de Reabilitação:</b>	Edgar Cardoso - engenharia e laboratório de estruturas, Lda
<b>Fiscalização</b>	Câmara Municipal de Avis.

## 1.5 Empresa de Acolhimento

A empresa Sociedade Lisbonense de Metalização, S.A. (SLM), fundada em 1946, está sediada no Catujal - Loures, (Figura 1-3) tendo como atividade inicial, o tratamento anticorrosivo em obras de aproveitamento hidroelétrico. Com o decorrer dos anos a sua

atividade foi alargada para outras áreas industriais e com espírito inovador para a época introduziu em Portugal a tecnologia da metalização, (SLM, 2015b) marcando decisivamente o seu modelo de evolução. Esta empresa é, em Portugal, a empresa do ramo de aplicação e desenvolvimento de sistemas anticorrosivos com o alvará mais antigo.



*Figura 1-3 Instalações da sede da SLM, no Catujal-Loures. (SLM, 2015c)*

No âmbito do tratamento de superfícies através da pintura industrial e dos revestimentos técnicos, esta organização conseguiu desenvolver a sua atividade além-fronteiras, tendo efetuado e participado em projetos por quase todo o mundo.

Com a evolução das técnicas e da empresa, a SLM, foi adotando e desenvolvendo novas tecnologias de revestimento, aplicadas a uma gama mais alargada de superfícies: metálicas, betão, pedra, alvenaria, madeira. Esta modernização teve como resultado a melhor complementação do tratamento dos mais variados suportes encontrados levando mesmo a rever a gestão estratégica operacional da empresa.

### **Portfólio**

Nos últimos anos e de forma igualmente competente, a SLM passou a prestar serviços no âmbito da recuperação, reabilitação e restauro de património edificado nas suas diferentes vertentes:

- Estrutural (betão, aço-ferro, pedra, demolições) (Figura 1-4);
- Suporte (alvenaria, revestimentos, isolamentos, impermeabilizações) (Figura 1-5);
- Especialidades (eletricidade, acessos, redes de extinção de incêndios, etc.).



*Figura 1-4 Central compressor de hidrogénio parcialmente rehabilitada. (SLM, 2015a)*



*Figura 1-5 Igreja de São Maximiliano Kolbe, em Chelas, rehabilitada. (SLM, 2015d)*

Duas das mais emblemáticas obras executadas pela empresa estão representadas nas Figura 1-6 e 1-7.



*Figura 1-6 Reabilitação de toda a Praça de Touros do Campo Pequeno, Lisboa.(SLM, 2015d)*

A Figura 1-6 ilustra uma obra onde a SLM esteve envolvida em 2006 que consistiu na reabilitação do edifício, implicando também obras de grande envergadura nos espaços envolventes, como parques de estacionamento e uma zona comercial subterrânea, bem como os espaços verdes.

A Figura 1-7 representa a ponte 25 de abril onde a SLM esteve presente na execução do tratamento anticorrosivo aquando da construção da ponte em 1962 e de igual modo no seu alargamento, nas obras concluídas em 1999. (TEIXEIRA DUARTE SA, 2020).



*Figura 1-7 Ponte 25 de abril, Lisboa.(TEIXEIRA DUARTE SA, 2020)*

A SLM tem no seu currículo inúmeras empreitadas com pontes, para além da ponte 25 de abril, e nomeadamente empreitadas mais recentes, como o objeto de arte que irá ser intervencionado, sendo apresentados alguns exemplos em seguida.



*Figura 1-8 Ponte Vasco da Gama, Lisboa.  
(cedido por SLM)*



*Figura 1-9 Ponte Rodoviária D. Luis, Santarém.  
(cedido por SLM)*



## 2 Conceitos básicos de pontes

---

*“Desde que o homem habita este mundo, as pontes são a expressão de sua vontade de superar os obstáculos que encontra no caminho para atingir o seu objetivo. As pontes são o testemunho do progresso, do poder e da decadência; falam-nos da cultura dos povos e de sua mentalidade.”(Wittfoht, 2015)*

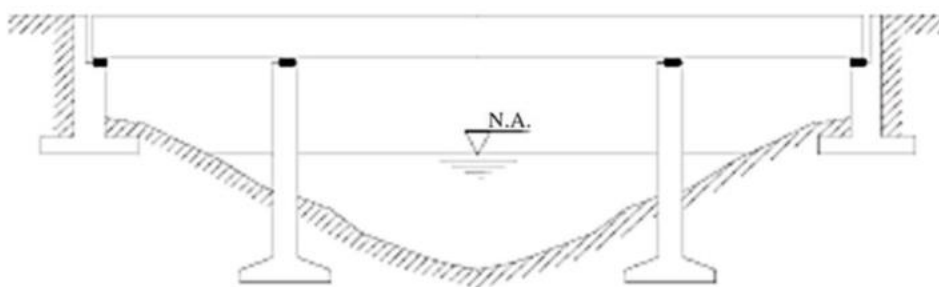
Pontes são obras de arte que têm a finalidade de interligar regiões/lugares, fazendo com que exista um intercâmbio entre as regiões, nos aspectos económico, cultural e intelectual, pois facilita o transporte das mais diversificadas mercadorias e pessoas e possibilita a comunicação.

Numa definição simples e muito unânime por toda a bibliografia, uma ponte é uma construção que tem a finalidade de transposição de obstáculos, de modo a estabelecer a continuidade de uma via de qualquer natureza.

Os obstáculos a serem transpostos podem ser de natureza variada, e em função dessa natureza são associadas as seguintes denominações: (Pfeil, 1979)

**Ponte** - Quando o obstáculo a ser transposto é uma superfície líquida como por exemplo um rio, um lago ou braço de mar. (Figura 2-1)

**Viaduto** - Quando o obstáculo é um vale ou uma via (Figura 2-2), podendo também ser considerado um viaduto de acesso a uma ponte que por vezes está associado à minimização de movimentos de terras em taludes mais inclinados. (Figura 2-3)



*Figura 2-1 Esquema ilustrativo de ponte. (Debs & Takeya, 2007)*

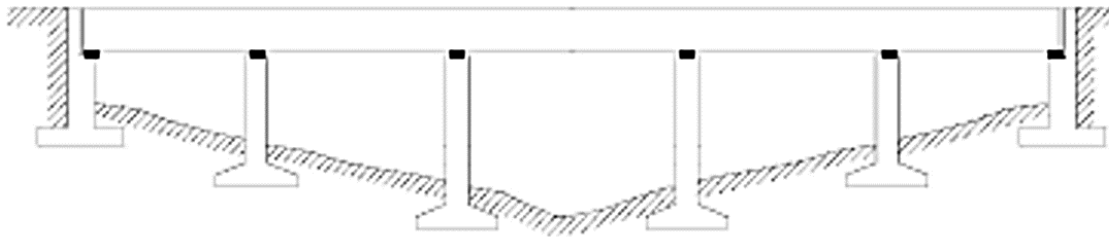


Figura 2-2 Esquema ilustrativo de viaduto. (Debs & Takeya, 2007)

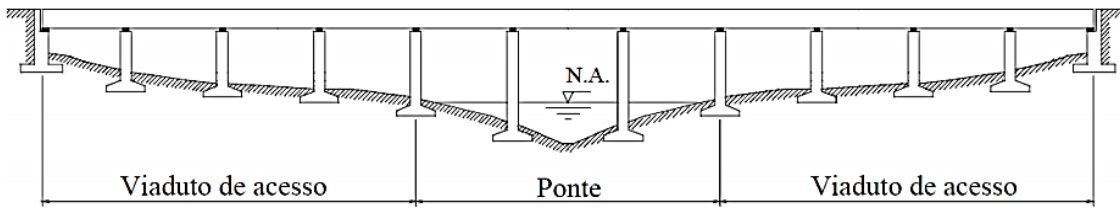


Figura 2-3 Esquema ilustrativo de acesso de viaduto. (Debs & Takeya, 2007)

Em relação à seção longitudinal de uma ponte, e conforme é mostrado na Figura 2-4, geralmente estão associados os seguintes elementos descritos na Tabela 2-1:

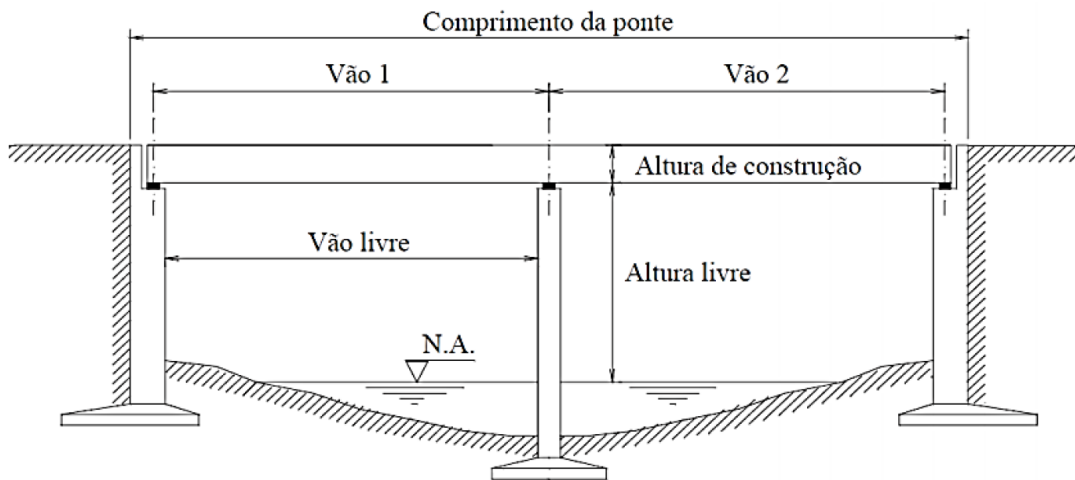


Figura 2-4 Elementos constituintes da secção longitudinal. (Debs & Takeya, 2007)

Tabela 2-1 Elementos relativos às secções longitudinais de uma ponte. (Debs & Takeya, 2007)

<b>Elementos</b>	<b>Descrição</b>
<b>Comprimento da ponte</b> (também designado por vão total)	Distância horizontal segundo o eixo longitudinal, entre as extremidades da ponte;
<b>Vão</b> (também denominado de vão teórico e de tramo)-	Distância horizontal, entre os eixos de dois suportes consecutivos;
<b>Vão livre</b>	Distância horizontal entre as faces de dois suportes consecutivos;
<b>Altura de construção</b>	Distância entre o ponto mais baixo e o mais alto da superestrutura
<b>Altura livre</b>	Distância entre o ponto mais baixo da superestrutura e o ponto mais alto do obstáculo.

## 2.1 Classificação de pontes

As pontes podem ser classificadas segundo vários critérios tais como: Comprimento; Desenvolvimento planimétrico; Desenvolvimento altimétrico; Seção transversal; Posição do tabuleiro e o Processo de execução, embora o mais utilizado e encontrado em bibliografia é a classificação quanto ao Material predominante; a Finalidade/ Funcionalidade e a classificação quanto ao tipo de sistema estrutural,

### 2.1.1 Material predominante

As pontes podem ser classificadas segundo o material predominante, ou seja, pontes de madeira; em alvenaria; de betão; metálica; ou mesmo mistas (betão e aço ou betão e madeira).

### 2.1.2 Finalidade/ Funcionalidade

Quanto à sua finalidade/ funcionalidade, as pontes podem ser rodoviárias, ferroviárias, pedestres e mistas. Podem, ainda, destinar-se ao suporte de tubagem para água, esgoto, gás e etc. Para pistas de aeroportos (Figura 2-5) e até para vias navegáveis (ponte canal) (Figura 2-6).



Figura 2-5 Ponte aeroviária – Schkeuditz (Alemanha) (Wittfoht, 2015)



Figura 2-6 Ponte – canal sobre o Rio Elba (Alemanha) (Wittfoht, 2015)

### 2.1.3 Desenvolvimento planimétrico

Em planta, as pontes podem ser classificadas em:

#### Ponte reta ortogonal

Segue ortogonalmente, com linha de eixo da ponte reto, e a  $90^\circ$  dos dois eixos de terreno, conforme a Figura 2-7

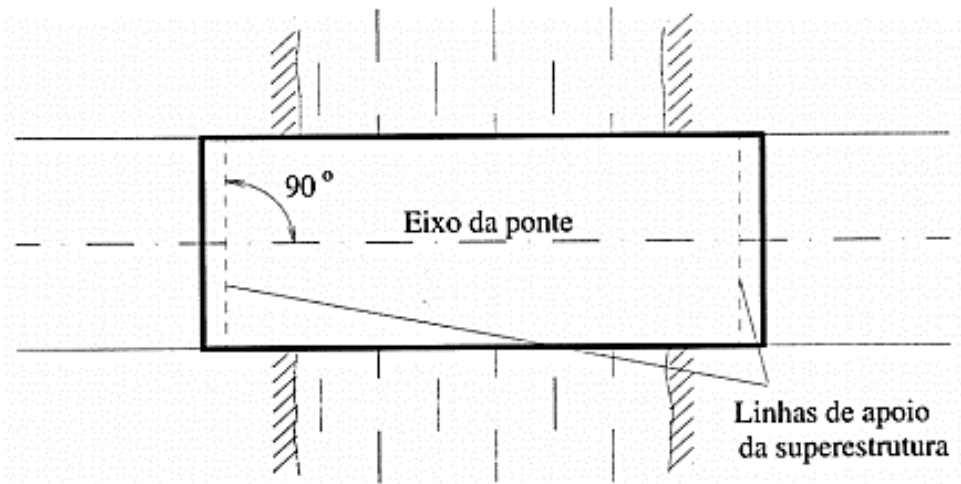


Figura 2-7 Exemplo de ponte reta ortogonal (Debs & Takeya, 2007)

#### Ponte reta esconsa

Segue o seu eixo da ponte reto, porém com os seus apoios quanto ao solo são diferentes ao ângulo de  $90^\circ$ , conforme Figura 2-8.

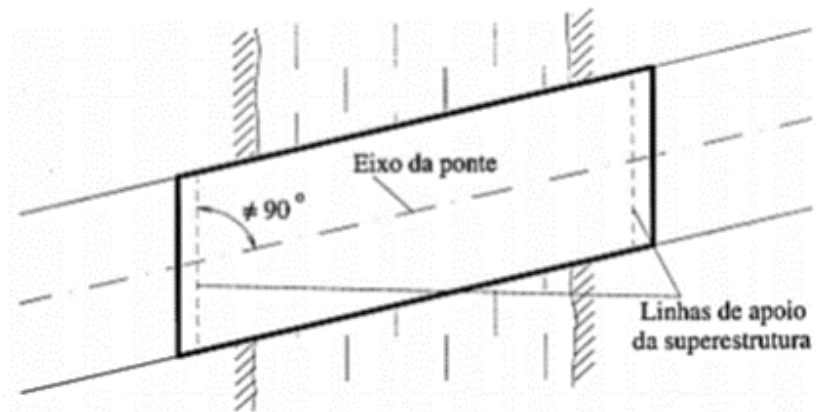


Figura 2-8 Exemplo de ponte reta esconsa (Debs & Takeya, 2007)

### Ponte curva

Geralmente tem formato côncavo, como mostrado na Figura 2-9.

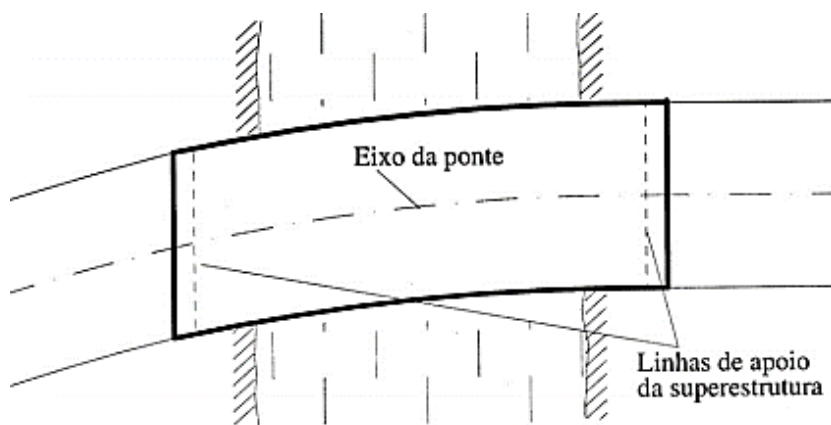


Figura 2-9 Exemplo de ponte curva (Debs & Takeya, 2007)

### 2.1.4 Desenvolvimento Altimétrico

As pontes classificam-se segundo o seu desenvolvimento altimétrico, em:

#### Ponte horizontal

O seu tabuleiro é praticamente horizontal, tendo como ponto de referência o piso dos dois lados de terreno onde a ponte terá o seu início, conforme a Figura 2-10.

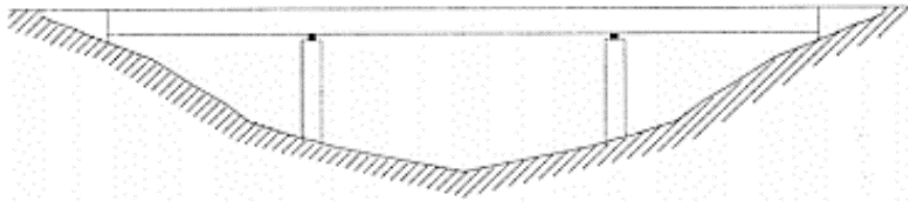


Figura 2-10 Exemplo de pontes com altimetria horizontais. (Debs & Takeya, 2007)

### Ponte em rampa

O seu traçado surge com declive, conforme a Figura 2-11;

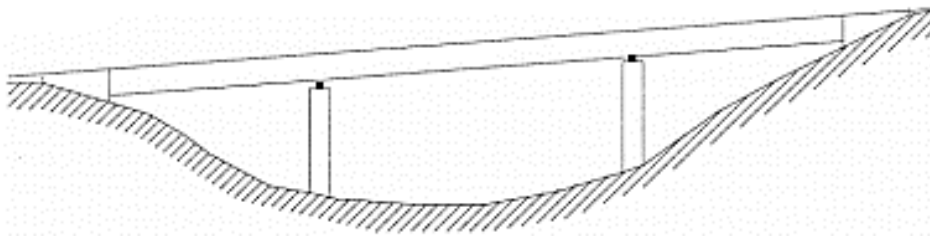


Figura 2-11 Exemplo de pontes com altimetrias em rampa. (Debs & Takeya, 2007)

### Ponte de tabuleiro convexo

O tabuleiro tem formato arqueado, conforme a Figura 2-12.

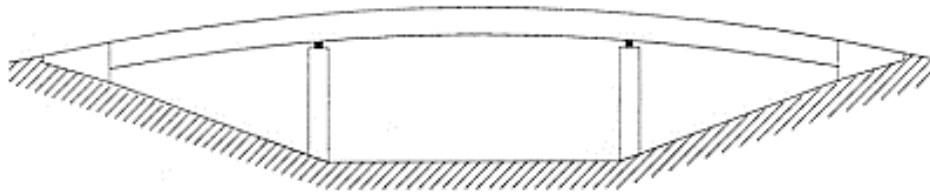


Figura 2-12 Exemplo de pontes com altimetrias de tabuleiro convexo. (Debs & Takeya, 2007)

### Ponte de tabuleiro côncavo

O seu tabuleiro tem formato de concavidade, como mostra a Figura 2-13.

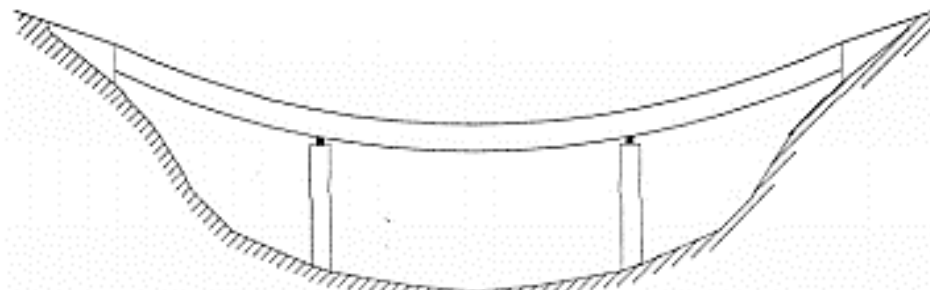


Figura 2-13 Exemplo de pontes com altimetrias de tabuleiro côncavo. (Debs & Takeya, 2007)

### 2.1.5 Sistema estrutural

As tipologias e sistemas estruturais adotados na construção de pontes têm sido usualmente condicionadas pelos materiais e tecnologias existentes aquando da sua época de construção, bem como, pelos recursos económicos disponíveis.

A escolha da tipologia é em grande parte condicionada pelo comportamento estrutural e pelo meio em que será inserida, por forma a fundir-se de uma forma harmoniosa com a paisagem. (Debs & Takeya, 2007; Pfeil, 1979; Wittfoht, 2015)

De entre a variedade de sistemas estruturais existentes, podem ser distinguidos cinco grandes grupos, sendo eles as pontes em viga, as pontes em treliça, as pontes em pórtico, pontes em arco e as pontes de cabos.

#### Pontes em viga

As pontes em viga, como o nome indica, utilizam vigas de seção constante ou variável. Apresentam geralmente formas retangulares, em T, em L invertido ou em caixão, conforme a Figura 2-14. Esta tipologia, geralmente sustenta-se entre os dois encontros e em pilares intermédios, caso seja uma ponte de com um grande desenvolvimento.

Este sistema estrutural encontra-se na sua maioria associado a pontes metálicas antigas, devido a este ser um processo relativamente simples relação às outras tipologias. (Lopes, 2018)



Figura 2-14 Representação da ponte em viga. (Debs & Takeya, 2007)

#### Ponte em treliça

As pontes em treliça são uma solução estrutural simples, tal como as pontes de viga.

O pequeno tamanho dos elementos individuais de uma treliça tornam-na uma ponte ideal para lugares onde grandes partes e secções não podem ser transportados. A treliça não é nada mais nada menos que um esqueleto estrutural, onde podemos colocar o tabuleiro apoiado, por cima, como dentro da treliça permitindo um espaço livre sob a ponte, algo que não seria possível com outros tipos de pontes.

As suas formas são exemplificadas na Figura 2-15.

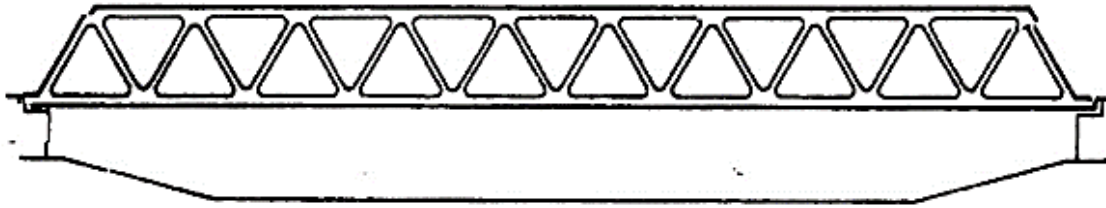


Figura 2-15 Representação da Ponte em Treliça. (Debs & Takeya, 2007)

### Ponte em pórtico

Esta tipologia é usada principalmente para diminuir os vãos da viga reta. Neste sistema, as vigas do tabuleiro formam um todo com os pilares. Os pórticos são formados pela ligação das vigas com os pilares ou com as paredes dos encontros, caracterizando-se pela continuidade entre esses elementos e por substituição das articulações, promovendo a transmissão dos momentos fletores da superestrutura para os apoios.

Este tipo de estrutura é representado na Figura 2-16.

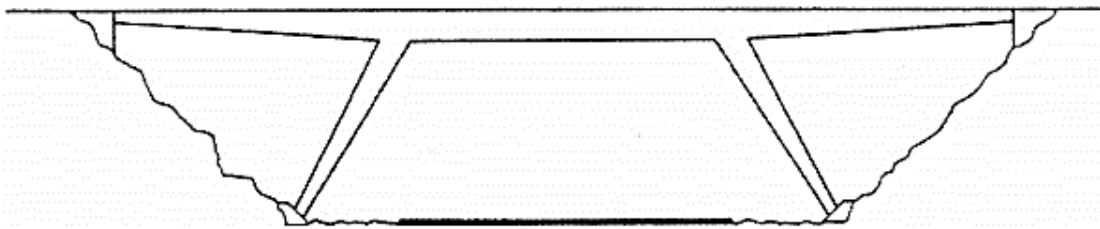


Figura 2-16 Representação da Ponte em Pórtico. (Debs & Takeya, 2007)

### Ponte em arco

Provavelmente a tipologia com exemplares mais antigos, as estruturas em arco permitem vencer grandes vãos, a sua forma curvilínea gera apenas esforços de compressão no arco principal, sendo por isso, a tipologia de construção onde são empregues materiais como a alvenaria em pedra ou o betão armado. A Figura 2-17 traz um exemplo desta ponte. Dentro das pontes em arco, existem ainda duas categorias: pontes em arco com tabuleiro superior (Figura 2-18) e pontes em arco com tabuleiro inferior (Figura 2-17).

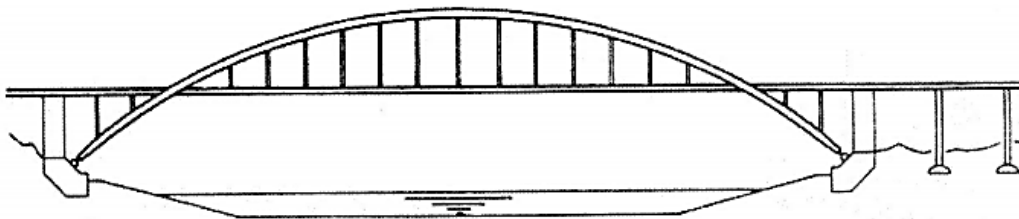


Figura 2-17 Representação da Ponte em Arco. (Debs & Takeya, 2007)

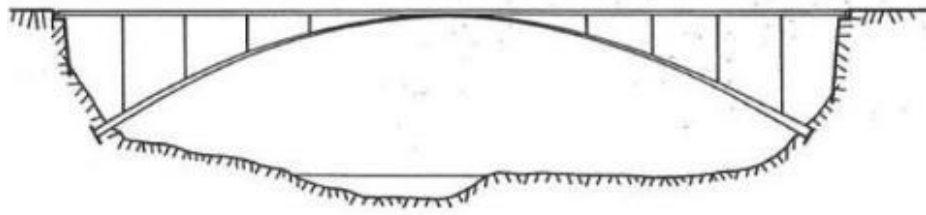


Figura 2-18 Exemplo de uma ponte em arco com tabuleiro superior. ( Reis, 1997, Lopes, 2018)

### Pontes de cabos

Nas pontes de cabos, estes são a principal estrutura de suporte, permitindo suspender o tabuleiro através de ancoragens e pontos de fixação intermédios.

Neste tipo de pontes, os cabos funcionam essencialmente à tração e servem de suporte ao tabuleiro, que trabalha à flexão. É possível distinguir dois tipos de pontes: as pontes suspensas (Figura 2-19) e as pontes atirantadas (Figura 2-20).

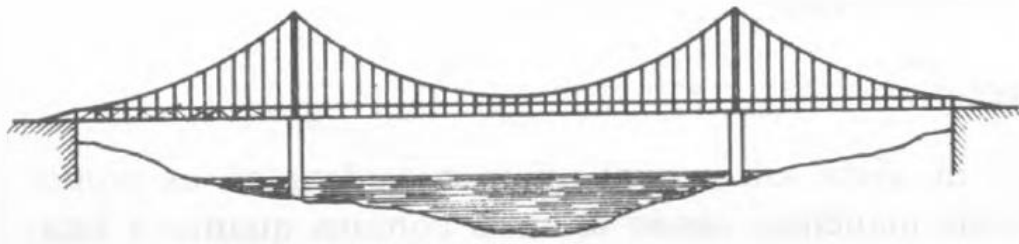


Figura 2-19 Representação de pontes pênsil ou suspensas. (Debs & Takeya, 2007; Pfeil, 1979)

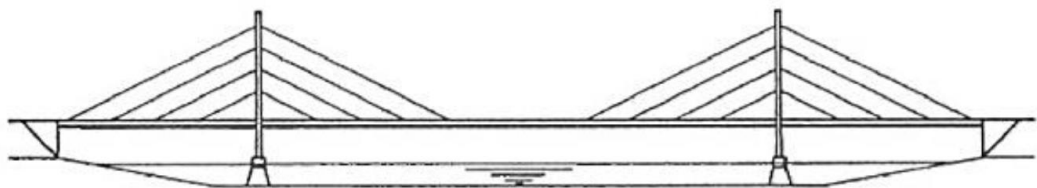


Figura 2-20 Representação de pontes atirantadas .(Debs & Takeya, 2007)

#### 2.1.6 Posição do tabuleiro

Quanto à posição do tabuleiro as pontes classificam-se em:

- Ponte com tabuleiro superior

- Ponte com tabuleiro intermediário;
- Ponte com tabuleiro inferior.

## 2.2 Principais particularidades

Nas construções em geral, deve-se ter em conta os seguintes requisitos: segurança; economia; funcionalidade e estética. No caso das pontes, dois destes requisitos merecem ser destacados: A estética e a funcionalidade. Nas pontes, em certos casos, nos quais o impacto visual é importante, a estética assume um papel de destaque, motivando por vezes um aumento do custo.

Quando se projeta uma ponte, segundo Debs & Takeya,( 2007) deve-se ter em conta a utilidade desta, com um mínimo de manutenção, de modo a evitar transtornos de uma interrupção da ponte, que geralmente traz enormes custos.

A construção de uma ponte tem particularidades únicas quando comparada com a construção de edifícios. Estas, são apresentadas de seguida:

### **Ações**

Devido ao carácter da carga de utilização das pontes, é necessário considerar alguns aspetos que normalmente não são considerados nos edifícios. Nas pontes, em geral, deve-se considerar o efeito dinâmico das cargas, e devido ao fato das cargas serem móveis, torna-se necessário determinar os efeitos dos esforços solicitantes e a verificação da possibilidade de fadiga dos materiais.

### **Processos construtivos**

Tendo em conta os locais onde geralmente se implanta uma ponte, existem processos de construção que, em geral, são específicos para a construção de pontes, ou que assumem importância fundamental no projeto.

### **Elementos estruturais**

Os elementos estruturais utilizados nas pontes diferem dos utilizados em edifícios, devido aos tipos de carga de utilização, comprimento dos vãos a serem vencidos, e do processo de construção.

### **Análise estrutural**

Na análise estrutural existem simplificações e recomendações em função da composição estrutural, como por exemplo, o cálculo da estrutura em grelha considerando elementos indeformáveis na direção transversal.

## 2.3 Principais componentes

As pontes podem ser decompostas em três partes principais: Fundações, elementos intermédios e superestrutura.(Figura 2-21).

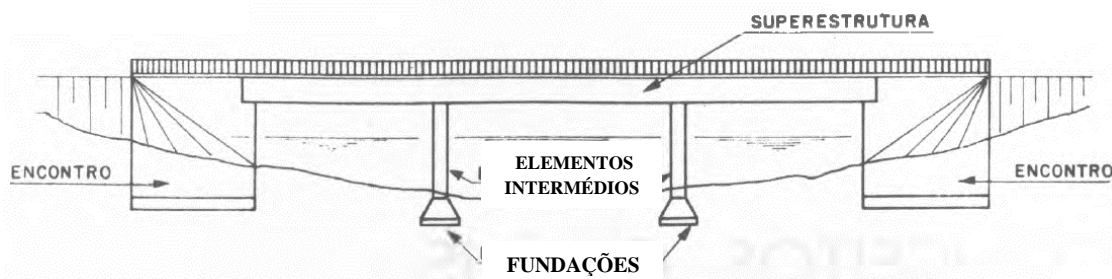


Figura 2-21 Principais elementos constituintes.(Adaptado de Pfeil, 1979)

Os encontros, são considerados elementos estruturais e a sua função principal é apoiar os elementos da superestrutura. Estes apesar de serem imprescindíveis, podem em alguns casos ser dispensados, exemplo disso são viadutos e pontes onde os aterros de acesso não apresentem perigo de erosão, mas nestas situações os extremos do tabuleiro apresentam-se em consola. (Pfeil, 1979)

As fundações, são a parte da ponte onde são transmitidos ao terreno os esforços recebidos dos elementos intermédios. As fundações geralmente são blocos de pedra, sapatas de betão armado ou estacas. (Pfeil, 1979)

A estrutura intermedia, constituída pelos pilares, aparelhos de apoio e encontros, são os elementos que recebem os esforços da superestrutura, transmitindo-os às fundações, em conjunto com os esforços recebidos diretamente de outras forças solicitantes da ponte, tais como pressões do vento e da água em movimento. (Pfeil, 1979)

Já a superestrutura, composta geralmente de lajes e vigas principais e secundárias, é o elemento de suporte imediato do tabuleiro, ou seja, a parte que tem contacto direto com as cargas associadas à funcionalidade/finalidade da ponte. (Pfeil, 1979)

Os componentes que se inserem neste grupo são, o tabuleiro, as juntas de dilatação, o guarda-corpos e os componentes da via.

De acordo com a tipologia e material de que a ponte é constituída, os seus elementos são diferentes, no entanto as fundações são constituídas por elementos estruturais que absorvem as cargas provenientes da sua funcionalidade. A Figura 2-22 pretende ilustrar os principais elementos que constituem as pontes em betão armado e a Figura 2-23 das pontes em alvenaria de pedra, que tem elementos diferentes entre ambos os exemplos.

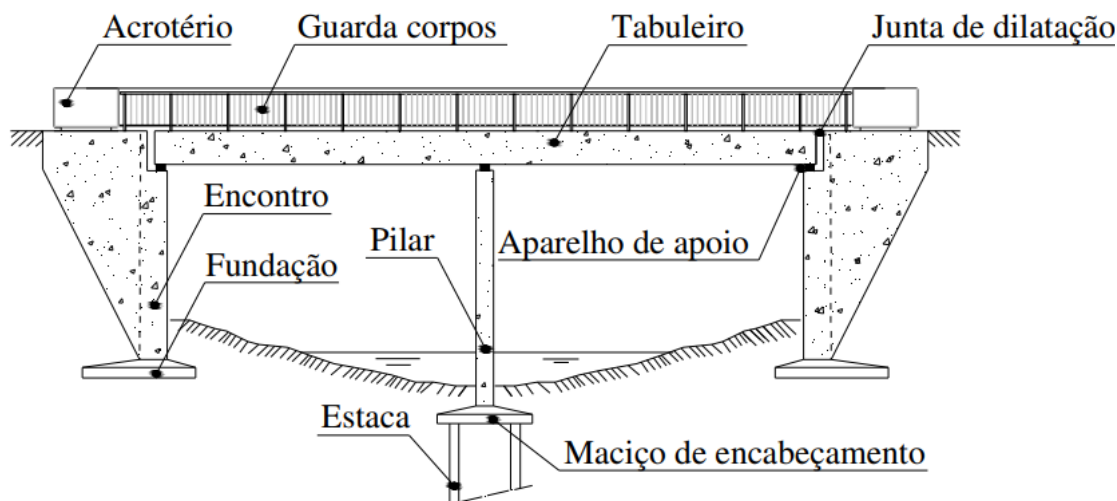


Figura 2-22 Principais componentes das pontes (Costa, 2009).

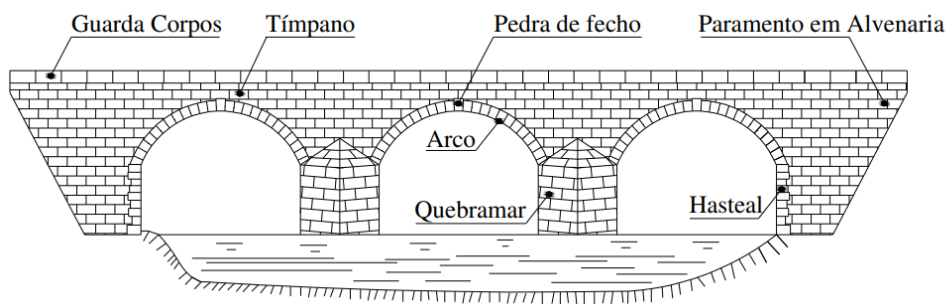


Figura 2-23 Principais componentes das pontes em alvenaria de pedra em arco (Costa, 2009)

A Infraestruturas de Portugal, IP, provavelmente a entidade a nível nacional com maior número de obras de arte à sua responsabilidade, enumerou todos os componentes das pontes. (Lopes N., 2016) Componentes estes que são: Muros; Taludes; Encontros; Aparelhos de Apoio; Pilares; Tabuleiro; Estrutura de Suporte ao tabuleiro; Via; Muretes; Passeios; Guarda Corpos; Drenagens; Juntas de Dilatação; Proteção de superfície e Outros Componentes.

### 2.3.1 Muros

Estes elementos, tem a função de conter terras adjacentes a este, podendo ser designados de duas formas, dependendo se estes suportam as terras adjacentes aos encontros e tabuleiro, ou se apenas contêm o material de enchimento de suporte do tabuleiro, sendo que este último está mais presente em pontes de alvenaria. (Lopes, 2018)

Os muros de ala, são paralelos à via, formando um certo ângulo, com a mesma. Este elemento pode ser independente ou não dos encontros, e tem uma influência direta no comportamento global da obra de arte (Figura 2-24).

Os muros de avenida são paralelos à via e podem ser independentes dos encontros, influenciando diretamente o comportamento global da Obra de Arte (Figura 2-25).

Os muros de contenção, geralmente, são independentes dos encontros, tendo geralmente a função de suporte dos taludes (Figura 2-26).

Os muros tímpano têm como principal função confinar o material de enchimento e conter os esforços horizontais provocados por impulsos de terras e sobrecargas na direção transversal à via. (Figura 2-27)



*Figura 2-24 Muros de ala (Lopes, 2016)*



*Figura 2-25 Muros de avenida (Lopes, 2016)*



*Figura 2-26 Muros de contenção (Lopes, 2016)*



*Figura 2-27 Muro tímpano (Lopes, 2016)*

### 2.3.2 Taludes

Os taludes tendem a ser classificados segundo o seu revestimento. Podendo estes ser taludes vegetais (Figura 2-28) ou não vegetais (Figura 2-29). A estabilidade deste componente é, por sua vez, fundamental para garantir a estabilidade da obra de arte.



*Figura 2-28 Taludes vegetal. (Lopes, 2016)*



*Figura 2-29 Taludes não vegetal. (Lopes, 2016)*

### **2.3.3 Encontros**

Os encontros estabelecem a transição entre a obra de arte e a via de comunicação que lhe dá acesso, através de um aterro contra a erosão. Os encontros, são elementos que para além de receberem as cargas provenientes da superestrutura, fazem a contenção dos aterros nas extremidades da ponte, recebendo, também, as cargas horizontais causadas por esses aterros.

O tipo de encontro utilizado depende muito das condições topográficas existentes no local, podendo distinguir-se dois tipos de encontro consoante a sua acessibilidade ao local, o encontro aparente e o encontro perdido.

O encontro aparente também conhecido por encontro tipo cofre, é constituído por um muro de testa e dois muros laterais, (Figura 2-30), os quais podem ser perpendiculares,

sendo designados por muro avenida (Figura 2-31) ou inclinados relativamente ao muro de testa, estes designados por muro de ala(Figura 2-32).

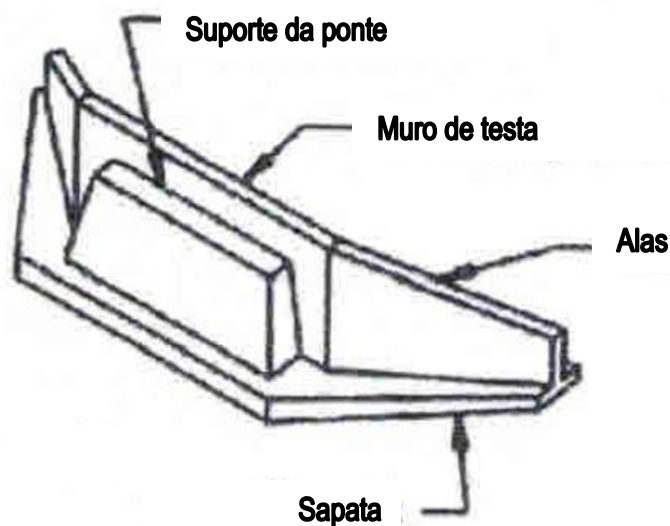


Figura 2-30 Encontro aparente.( adaptado Debs & Takeya, 2007)

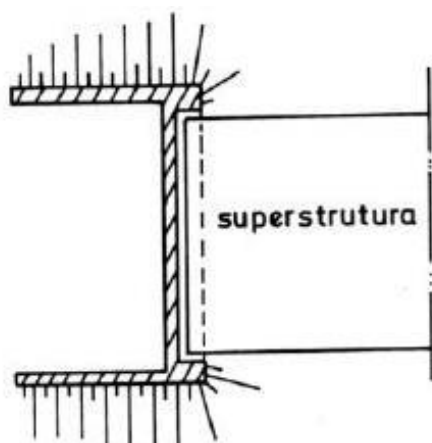


Figura 2-31 Encontro de muro de avenida.(Lopes, 2018)

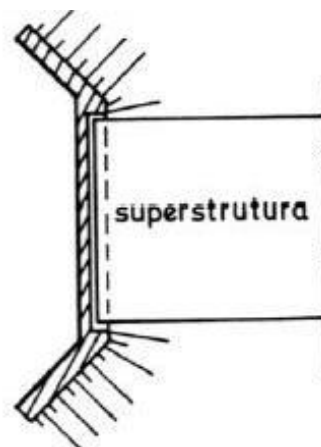


Figura 2-32 Encontro de muro de ala.(Lopes, 2018)

O encontro perdido (Figura 2-33), torna-se mais económico, por ser um prolongamento da superestrutura e conservar o ângulo do talude natural, limitando-se o encontro a um simples apoio para a extremidade do tabuleiro, sem que este tenha a função de suportar o aterro (Lopes, 2018).

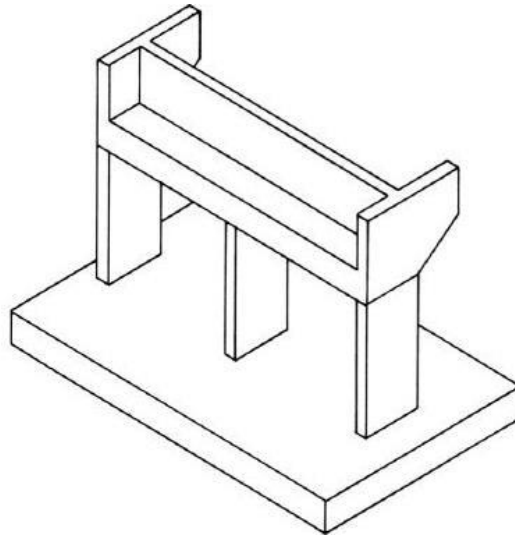


Figura 2-33 Encontro perdido.(Lopes, 2018)

Em alguns casos, em especial nas pontes rodoviárias de pequeno e médio porte, é normal a ausência dos encontros, que são substituídos por pequenos pórticos contraventados nas extremidades da superestrutura (Figura 2-34). Estando previsto, nesses casos, taludes com inclinação e proteção adequadas para os aterros de acesso. (Vitório, 2002)

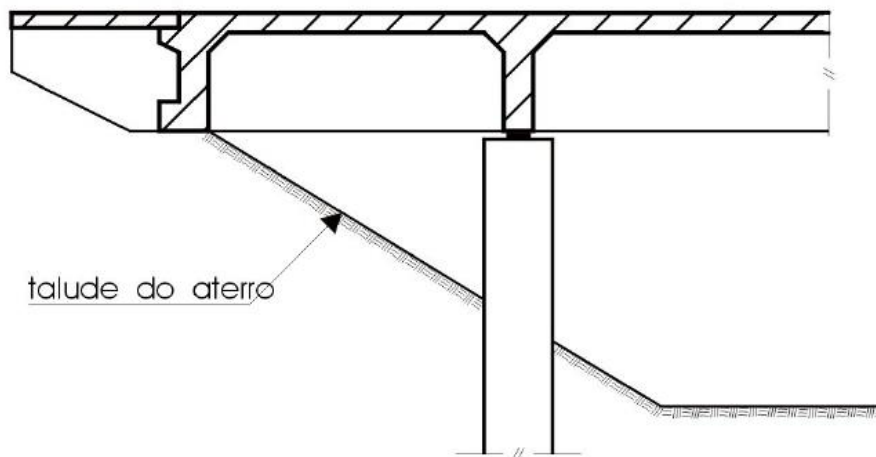


Figura 2-34 Ponte com pequenos pórticos contraventados nas extremidades, em substituição dos encontros.(Vitório, 2002)

### 2.3.4 Aparelhos de apoio

Os aparelhos de apoio em obras de arte são elementos de ligação, com as principais funções de suportar e transferir a carga da estrutura superior aos pilares de suporte

libertando movimentos relativos entre as duas partes, segundo condições de operacionalidade, segurança e durabilidade.

Existe uma grande variedade de aparelhos de apoio, a sua utilização tem como objetivo criar uma descontinuidade entre a superestrutura e os elementos intermédios da ponte, interrompendo a transmissão de forças dinâmicas permitindo os movimentos de transladação e rotação de acordo com os graus de liberdade que estes disponham.

Os aparelhos de apoio podem ser designados por fixos ou móveis, sendo estes últimos classificados em unidireccionais (uma translação) ou multidireccionais (várias translações). Nas figuras seguintes encontram-se representados alguns exemplos dos aparelhos de apoio mais utilizados em pontes.

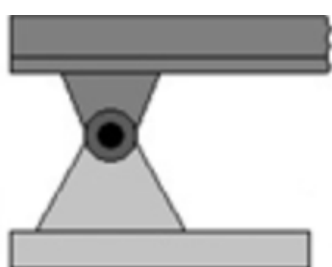


Figura 2-35 Aparelho de apoio articulado. (Caetano, 2019)

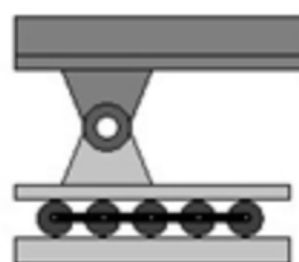


Figura 2-36 Aparelho de apoio articulado em combinação com sistema de roletes. (Caetano, 2019)



Figura 2-37 Aparelho de apoio do tipo panela fixo. (Caetano, 2019)



Figura 2-38 Aparelho de apoio do tipo panela, deslizante, guiado lateralmente. (Caetano, 2019)

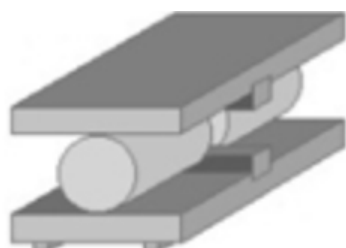


Figura 2-39 Aparelho de apoio com rolete guiado. (Caetano, 2019)

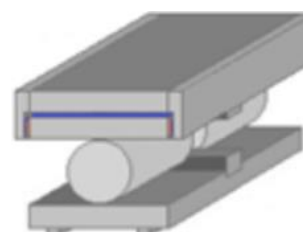


Figura 2-40 Aparelho de apoio com rolete guiado com sistemas de deslizamento. (Caetano, 2019)



Figura 2-41 Aparelho de apoio com roletes. (Caetano, 2019)



Figura 2-42 Aparelho de apoio plano e esférico. (Caetano, 2019)



Figura 2-43 Aparelho de apoio duplamente esférico. (Caetano, 2019)



Figura 2-44 Aparelho de apoio duplamente cilíndrico. (Caetano, 2019)

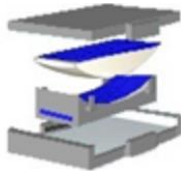


Figura 2-45 Aparelho de apoio cilíndrico, com sistema deslizante guiado. (Caetano, 2019)



Figura 2-46 Aparelho de apoio de balançim fixo. (Caetano, 2019)

### 2.3.5 Pilares

Os pilares têm como principal função receber as cargas provenientes da superestrutura e transmiti-las às fundações. Um pilar compõe-se essencialmente por um fuste simples (Figura 2-47) ou múltiplo (Figura 2-48) e uma fundação. No topo, o fuste recebe a carga da superestrutura por intermédio de uma ligação realizada por aparelhos de apoio ou de uma ligação monolítica, como acontece nas pontes em pórtico.

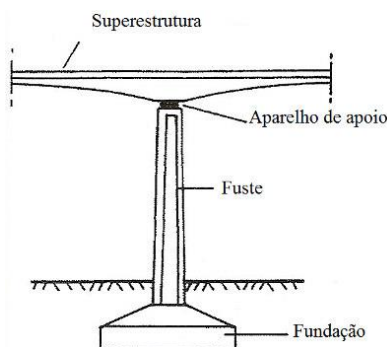


Figura 2-47 Fuste simples. (Costa, 2009)

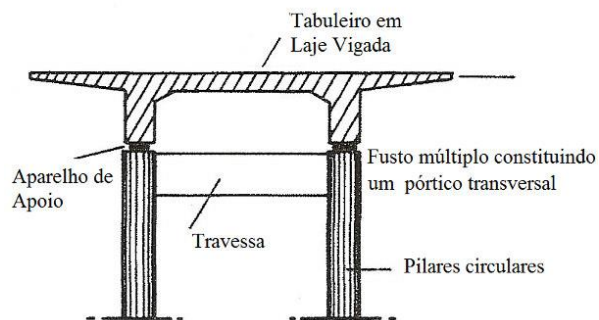


Figura 2-48 Fuste múltiplo. (Costa, 2009)

Os pilares de maior envergadura principalmente em pontes suspensas ou atirantadas são designados por alguns autores de torres ma. (Wilson Gorges, 2005)

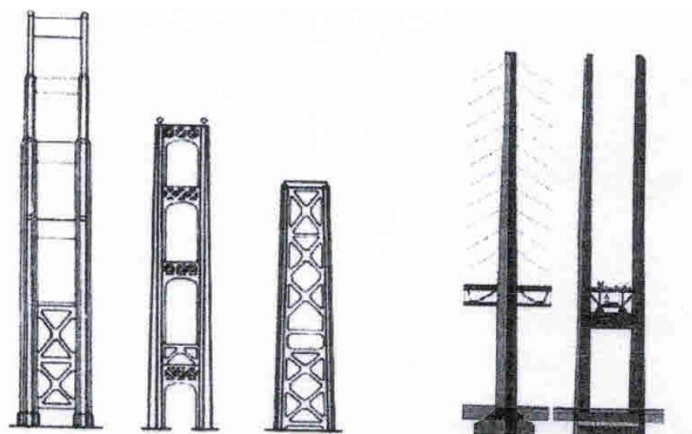


Figura 2-49 Pitares/ torres de grandes pontes.(Wilson Gorges, 2005)

### 2.3.6 Fundações

As fundações dos pilares e os encontros dividem-se em dois tipos: as fundações diretas e as fundações indiretas.

As fundações diretas são utilizadas quando existe solo de boa resistência mecânica (bed-rock) a pouca profundidade, são em geral de betão armado, podendo ser constituídas por blocos ou sapatas (Figura 2-50).

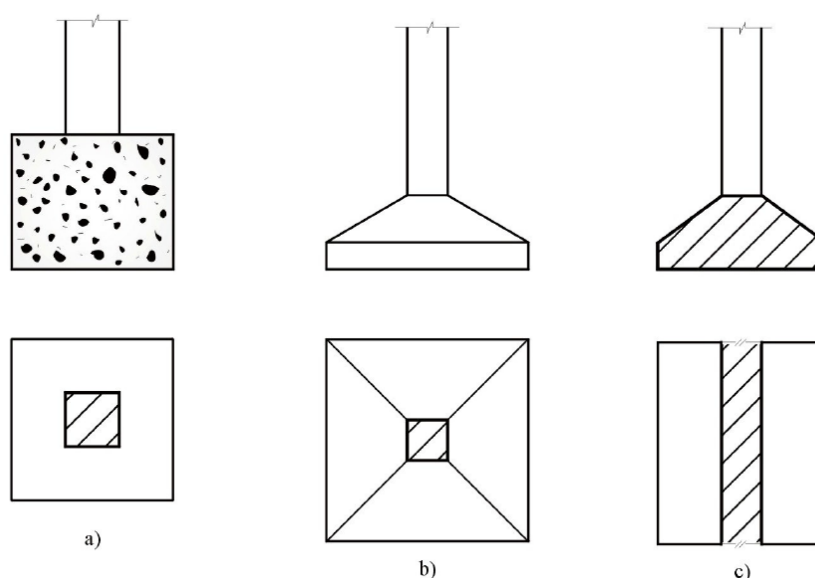


Figura 2-50 Fundações diretas: a) bloco isolado de betão ou alvenaria de pedra; b) Sapata isolada; c) Sapata corrida. (Vitório, 2002)

Quando o solo de boa resistência não é superficial, é necessário executar fundações indiretas ou profundas, recorrendo-se a estacas, pegões ou barretas. Na Figura 2-51 estão representadas algumas das secções transversais das estacas utilizadas.

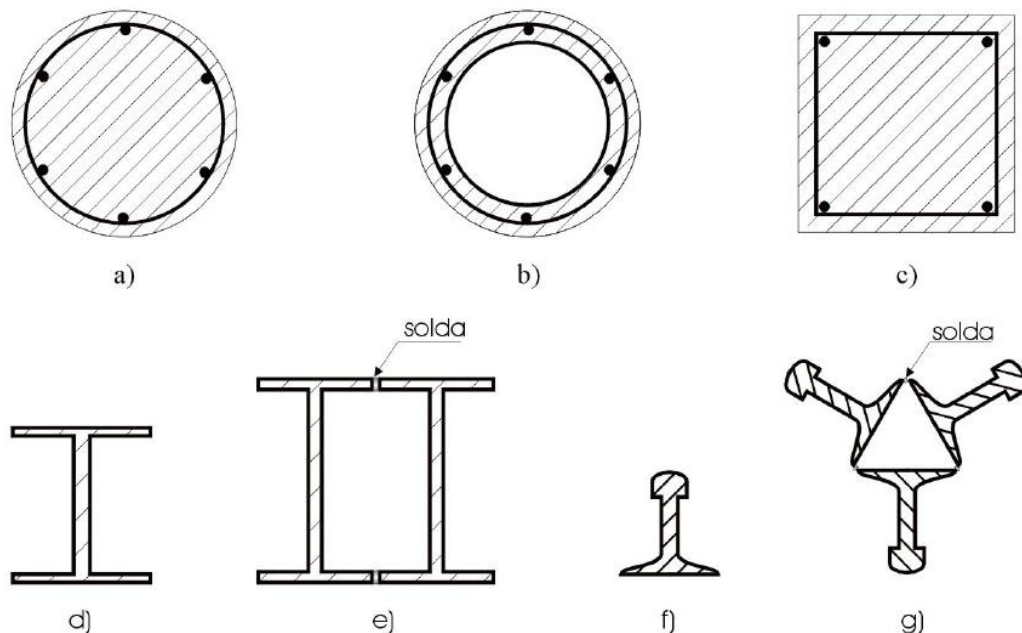


Figura 2-51 Secções transversais de estacas :a) estaca circular de betão; b)estaca circular oca de betão; c) Estaca quadrada de betão; d) Perfil metálico H ou I; e) Perfil metálico duplo I; f) Carril simples; g) perfil formado por três carris soldados.(Vitório, 2002)

### 2.3.7 Tabuleiro

O tabuleiro é o componente que suporta diretamente a estrutura da via, e correspondentes sobrecargas rodoviárias ou ferroviárias.

Dependendo da largura do tabuleiro, do material estrutural em causa, do sistema estrutural longitudinal, do vão e do processo construtivo, poderemos encontrar diferentes tipos de secções transversais. Nas figuras que se seguem apresentam-se alguns exemplos dos diferentes tipos de secção transversal tabuleiros de pontes.

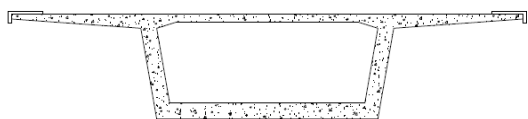


Figura 2-52 Laje em caixão. (Costa, 2009)

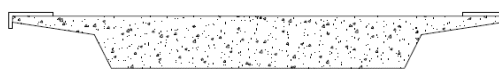


Figura 2-53 Laje maciça. (Costa, 2009)

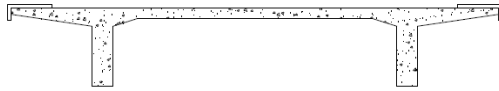


Figura 2-54 Lage vigada. (Costa, 2009)

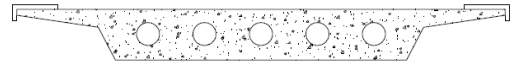


Figura 2-55 Lage vazada. (Costa, 2009)



Figura 2-56 Viga sob carril. (Lopes, 2016)



Figura 2-57 Vigas gêmeas. (Lopes, 2016)



Figura 2-58 Longarina-e Coringa. (Lopes, 2016)

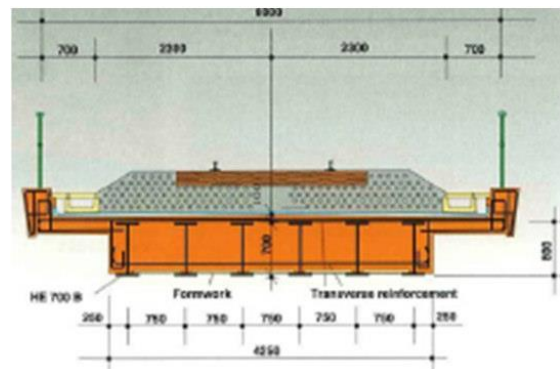


Figura 2-59 Poutrelles. (Lopes, 2016)

### 2.3.8 Estrutura de suporte ao tabuleiro

A estrutura de suporte do tabuleiro, tal como o nome indica, garante o apoio necessário ao tabuleiro e aplica-se essencialmente a estruturas metálicas.

Em algumas obras de arte, existe uma estrutura que suporta diretamente o tabuleiro, mas que não é autoportante, necessitando a ponte de uma estrutura principal de suporte.

Nas Figuras 2-60, a 2-67 encontram-se representados os sistemas estruturais mais comuns para este componente.



Figura 2-60 Viga de alma cheia. (Lopes, 2016)



Figura 2-61 Viga Pratt (N) reta. (Lopes, 2016)

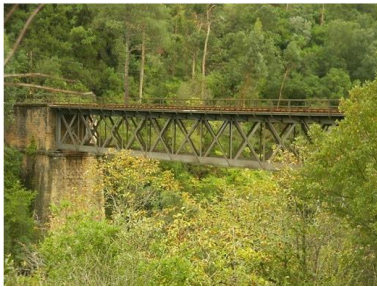


Figura 2-62 Viga Cruz de Santo André. (Lopes, 2016)



Figura 2-63 Viga Bowstring. (Lopes, 2016)



Figura 2-64 Viga de alma rota. (Lopes, 2016)



Figura 2-65 Viga Warren Reta. (Lopes, 2016)



Figura 2-66 Viga Pratt (N) Parabólica (Lopes, 2016)

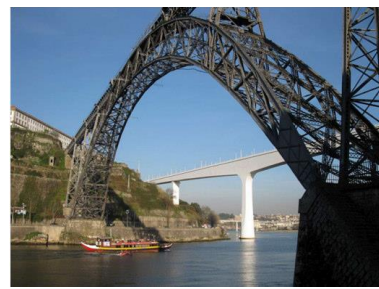


Figura 2-67 Viga em arco. (Lopes, 2016)

### 2.3.9 Passeios

Normalmente as pontes, de acordo com as suas funcionalidades devem incluir em geral, os seguintes elementos para além do revestimento da via: passeios, guarda corpos, guarda

de segurança, cornijas, juntas de dilatação, sistema de drenagem, dispositivos para instalação de serviços e dispositivos para a instalação da iluminação da ponte, como é representado na Figura 2-68, um exemplo de uma ponte rodoviária e na Figura 2-69 o exemplo de um passeio exclusivo para inspeção e manutenção de uma ponte ferroviária.

Os passeios destinam-se a facilitar a circulação de pessoas ao longo da via em segurança, quer no quotidiano quer também no decorrer das respetivas campanhas de inspeção e manutenção. Podem classificar-se em interiores ou exteriores, consoante estejam localizados sobre o corpo principal da ponte, ou sobre consolas.

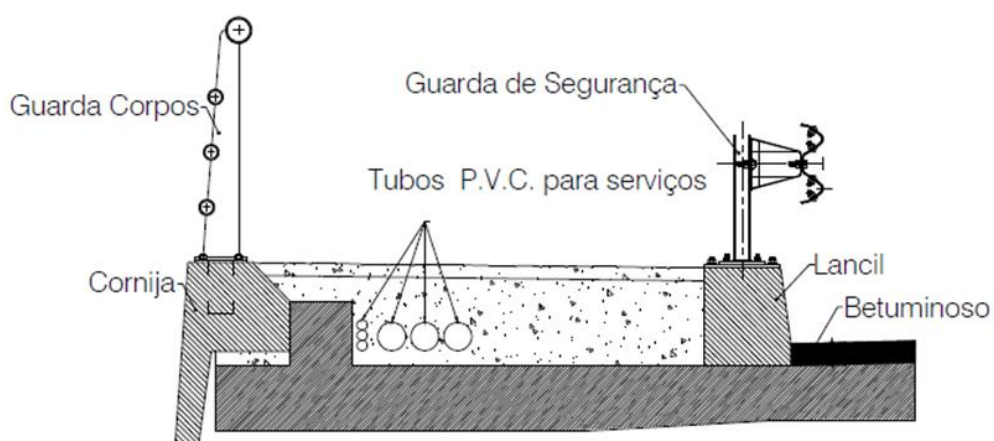


Figura 2-68 Pormenor de um passeio.(Costa, 2009)



Figura 2-69 Passeio de inspeção. (Lopes, 2016)

### 2.3.10 Guarda corpos

Os guarda corpos funcionam como barreira de segurança, por forma a evitar a queda de pessoas. Este elemento, pode ser pré-fabricado, ou executado em obra. Dependendo da

opção preconizada pelo projetista, podem ser constituídos pelo mesmo material da estrutura principal da ponte, ou por um material distinto, tal como representado nas Figura 2-70 e 2-71.



*Figura 2-70 Guarda corpos metálicos. (Lopes, 2016)*



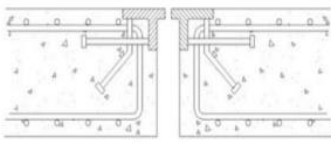

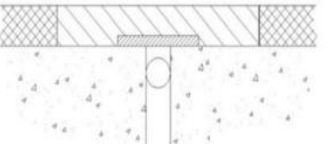
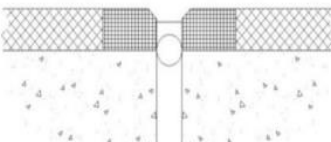
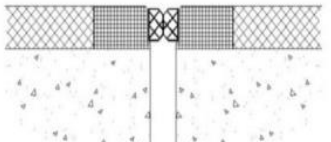
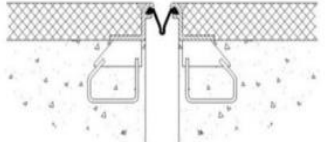
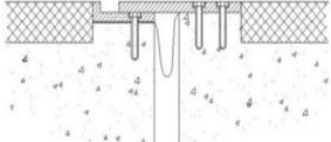
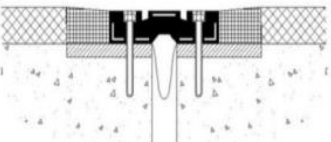
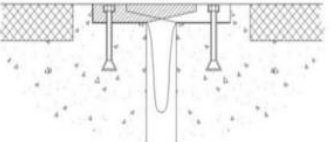
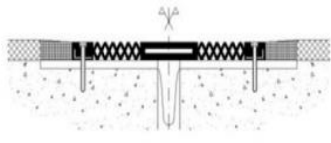
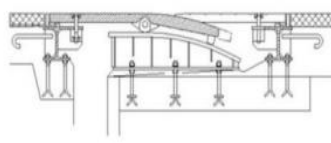
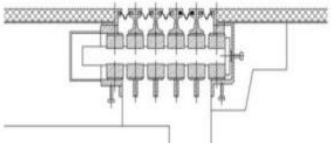
*Figura 2-71 Guarda corpos em alvenaria. (Lopes, 2016)*

### **2.3.11 Juntas de dilatação**

As juntas de dilatação são dispositivos deformáveis que permitem assegurar a transição entre os elementos da ponte e as zonas fixas dos seus acessos, concedendo a existência de movimentos relativos, em condições de segurança e durabilidade (Lopes, 2018).

Normalmente, localizam-se entre o tabuleiro da ponte e os encontros, no entanto, no caso de pontes muito extensas, podem situar-se na própria ponte. As juntas de dilatação são os elementos mais sujeitos a desgaste e mais sensíveis, sendo de extrema importância a garantia do seu bom funcionamento. A sua classificação pode ser efetuada tendo em consideração o modo de execução, os materiais utilizados, os movimentos permitidos, etc., representado alguns exemplos na Tabela 2-2. (Lopes, 2018)

Tabela 2-2 Esquemas tipos de juntas (Costa, 2009)

 <p>Tipo 1 – Juntas abertas</p>	 <p>Tipo 2 – Juntas ocultas sob o pavimento contínuo</p>	 <p>Tipo 3 – Juntas de betume modificado contínuo</p>
 <p>Tipo 4 – Juntas seladas com material elástico</p>	 <p>Tipo 5 – Juntas em perfil de elastômero comprimido</p>	 <p>Tipo 6 – Bandas flexíveis de elastômero</p>
 <p>Tipo 7 – Placas metálicas deslizantes</p>	 <p>Tipo 8 – Juntas de elastômero armado</p>	 <p>Tipo 9 – Pentes metálicos em consola</p>
 <p>Tipo 10 – Juntas de elastômero armado compostas</p>	 <p>Tipo 11 – Placas metálicas com roletes</p>	 <p>Tipo 12 – Juntas de perfis de elastômero múltiplos</p>

### 2.3.12 Órgãos de drenagem

Os órgãos de drenagem têm como função recolher e encaminhar as águas superficiais para um sistema de drenagem geral. Salienta-se que a durabilidade das estruturas é muitas vezes comprometida devido à falta ou há má execução dos órgãos de drenagem. (Lopes, 2018)

As figuras que se seguem pretendem ilustrar exemplos de órgãos de drenagem.

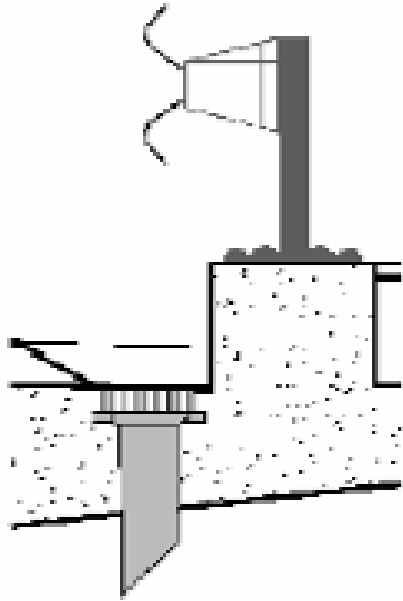


Figura 2-72 Gárgula ou sumidouro e tubo de queda (Costa, 2009)

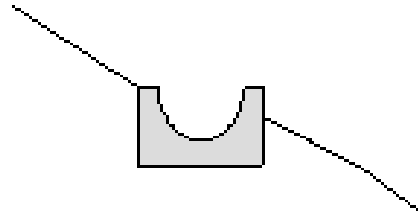


Figura 2-73 Caleira (meia cana) (Costa, 2009).

### 2.3.13 Proteção de superfície

A proteção de superfície apresenta maior importância no caso de estruturas metálicas, em que a pintura funciona como camada protetora da corrosão. Salienta-se a importância do estado de conservação da proteção de superfície, pois o processo corrosivo representa enormes perdas económicas, comprometendo a durabilidade e desempenho dos metais nas estruturas metálicas. As Figura 2-74 e 2-75 mostram exemplos de uma proteção de superfície em perfeitas condições.



Figura 2-74 Proteção anti corrosiva de elementos metálicos. (Lopes, 2016)



Figura 2-75 Pintura de elementos de betão. (Lopes, 2016)

### 2.3.14 Outros componentes

Incluem-se nesta categoria todos os componentes existentes na obra de arte, que não desempenhem função estrutural específica, tais como, catenária, serviços externos, meios especiais de acesso, iluminação, sinalização de tráfego, etc. Nas Figura 2-76 a 2-78 mostram-se alguns destes componentes.



Figura 2-76 Escadas de acesso. (Lopes, 2016)

Figura 2-77 Iluminação cénica. (Lopes, 2016)

Figura 2-78 Instrumentação. . (Lopes, 2016)

## 2.4 Ciclo de vida

As pontes rodoviárias, assim como qualquer obra de engenharia, devem garantir condições de estabilidade e durabilidade, durante um período de vida previamente estabelecido, de modo a obter-se uma estrutura com segurança e bom desempenho.

O tempo de vida útil estimado para uma ponte deve ser de 100 anos conforme mencionado no EC 0 – Bases para o projeto de estruturas (IPQ, 2009) presumindo-se que durante esse período a estrutura não necessite de intervenções profundas. Para se garantir estas condições, é fundamental que em todas as fases do processo, desde a conceção até à utilização da estrutura, se tenha presente a qualidade e a necessidade de se obter uma estrutura com bom desempenho.

Podem-se distinguir algumas fases fundamentais do ciclo de vida de uma estrutura: conceção, projeto, construção, exploração e demolição. (Figura 2-79)

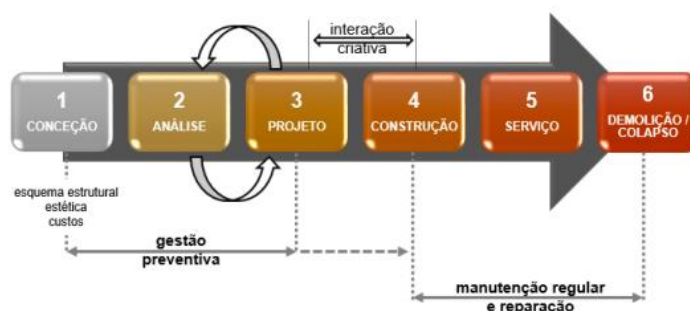


Figura 2-79 As fases na vida útil de uma obra de arte. (Sousa, 2016)

A duração de vida útil das pontes depende de diversos fatores como a deterioração dos materiais constituintes, as anomalias de funcionamento do sistema estrutural e as deficiências nas condições de serviço. Esses fatores são determinantes, em particular para a diminuição dos níveis de qualidade e segurança. Em geral considera-se que a vida útil de uma ponte termina quando os benefícios obtidos da exploração são ultrapassados pelos custos funcionais e de manutenção. (Ostetto, 2019)

Na fase de conceção, deve ser definida qual a vida útil que se pretende que a estrutura venha a atingir. Esta deve corresponder ao período temporal entre o fim da construção e altura em que a obra atinge um estado limite de degradação. (Ostetto, 2019)

Durante a fase de construção, é fundamental garantir a qualidade da execução, respeitando todas as disposições de projeto e materiais escolhidos, sendo fundamental o papel da fiscalização no controlo de toda a execução, alertando para possíveis problemas que possam surgir e no esclarecimento de dúvidas sobre o projeto.

Qualquer estrutura durante a fase de serviço, para se manter íntegra e proporcionar aos seus utilizadores conforto e segurança, deve passar por inspeções e manutenções periódicas, as quais permitem que seus problemas sejam detetados logo na fase inicial e sejam tomadas as devidas precauções para que eles sejam corrigidos e não evoluam, tornando-se vital recorrer a um sistema de gestão de obras de arte que permita definir inspeções periódicas assim como as devidas ações de manutenção da estrutura.

Qualquer medida de conservação e manutenção causa menos transtornos e riscos aos usuários e é, sem dúvida, financeiramente menos dispendiosa do que processos de recuperação e reconstrução. (Ostetto, 2019)

A fase de demolição surge quando as estruturas deixam de desempenhar as funções para as quais foram projetadas.

## **2.5 Sistemas de gestão**

Atualmente, é incontornável o investimento na manutenção, conservação e reabilitação das obras de arte, promovendo o seu bom funcionamento. Para tal, é necessário recorrer a sistemas de gestão de obras de arte.

Nos dias de hoje é usual a implementação de sistemas de gestão de obras de arte, nomeadamente sistemas de gestão informatizados, estes possibilitam às entidades responsáveis, obter um conhecimento detalhado do seu património, quer ao nível do estado de manutenção e de conservação, de modo a atribuir-se os trabalhos necessários, garantindo segurança e durabilidade das respetivas estruturas. (Jesus, 2015)

No panorama atual, as entidades públicas e privadas responsáveis pela manutenção de pontes de Portugal, como as Infraestruturas de Portugal e restantes entidades

responsáveis, apresentam já uma cultura de inspeção e manutenção de pontes, dispendo para tal de os sistemas de gestão de pontes. Presume-se assim que as pontes existentes com as mais diversas funcionalidades e das diversas entidades responsáveis são objeto de inspeções e manutenções periódicas efetuadas no âmbito dos referidos sistemas de gestão (Jesus, 2015)

O sistema de gestão de obras de arte mais utilizado pelas entidades portuguesas responsáveis pela sua gestão é o software GOA.(Lopes, 2018)

O sistema GOA organiza os dados relativos a cada obra de arte consoante se trate de:

- Inventário (Dados administrativos, dados técnicos e dados de exploração);
- Tipos de inspeção (Inspeções principais, inspeções de rotina, inspeções especiais, vistorias e inspeções subaquáticas);
- Contratos (Tipos de contrato existentes);
- Conservação (Relatórios de inspeção e manutenção);
- Fotos (Arquivo fotográfico da estrutura);

O sistema funciona com uma base de dados, sistematizada e organizada, onde está contida toda a informação que possa interessar na gestão e manutenção das pontes existentes na rede.

Ao nível do poder local, de forma geral, onde se verifica a existência de uma vasta rede de vias municipais, que estão dotadas de pontes e viadutos, a realização de inspeções de forma regular e com procedimentos uniformizados não é realizada na maioria das autarquias. Esta não inspeção, geralmente acarreta, a perda da funcionalidade, e ou a interrupção do serviço desempenhado por obras de arte, devido as anomalias ou falta de segurança, acumulando enormes prejuízos económicos e constrangimentos sociais que deveriam ser evitados ou minimizados (Graça, 2017)

Os Poderes Locais no processo de gestão de pontes enfrentam alguns desafios sendo eles segundo Sousa, (2016):

- *Contínua diminuição dos orçamentos públicos para atividades de manutenção ativas;*
- *Redução do número de pessoas envolvidas no processo de manutenção;*
- *Desmotivação dos serviços para atividades de manutenção, que têm sido marginalizados, especialmente devido aos orçamentos reduzidos causados pela crise económica;*

- *Devido à desclassificação de algumas estradas nacionais para estradas municipais, nos últimos anos a IP transferiu a responsabilidade das atividades de inspeção e manutenção das pontes incorporadas nessas estradas, para as Câmaras Municipais; no entanto, os orçamentos reduzidos dos serviços, juntamente com a falta de organização interna para realizar inspeções regulares, pode atrasar algumas atividades de manutenção preventiva.*

Devido a estas falhas, ao nível municipal deveria implementar-se uma cultura de gestão de pontes assente em procedimentos uniformizados. O primeiro passo para uma futura realização de gestão das obras diz respeito à organização de inventários das pontes existentes. Outro procedimento é a realização de inspeções rotineiras, de forma periódica, para classificação do estado de conservação.

## 3 Ponte de Ervedal

---

### 3.1 Caracterização histórica da ponte de Ervedal

A ponte de Ervedal está envolvida num boato, pois para as gentes da terra, a ponte é uma maquete/réplica da célebre ponte 25 de abril de Lisboa, isto devido ao projetista ser o mesmo e a sua aparência ser muito idêntica. Em várias pesquisas surge referido o tal mito.

A ponte de Ervedal datada de 1957 que serve de ligação permanente entre as aldeias do Ervedal e de Figueira e Barros. Sendo uma ponte da autoria, do professor Edgar Cardoso.

Com a construção da barragem do Maranhão foram encomendados vários trabalhos ao Prof. Edgar Cardoso, entre eles, foi pedida uma ligação entre as duas povoações referidas antes, satisfazendo os principais parâmetros locais, as atividades locais, da época, e a contenção dos custos de construção (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020; Ferraz et al., 2002). Atualmente, serve a agricultura e criação de gado.

A ponte tem um comprimento da ordem dos 140 m, dividida em 3 vãos, sendo os extremos de 22,55 m e o central de 80,00 m entre eixos de apoios. A largura útil ao nível do corrimão é de 2,80 m e ao nível do tabuleiro 2,54 m.

Aquando da sua construção foi dimensionada para as travessias das principais atividades da região, sendo o seu tabuleiro dimensionado e modo a permitir a passagem de tratores agrícolas e rebanhos para as pastagens.

Para a contenção de custos, a construção de uma ponte suspensa foi a melhor opção para o vão que tinha de ser vencido. Quanto aos materiais, a solução adotada foi construir a ponte com os pilares e encontros de betão armado e o tabuleiro de madeira, neste caso pinho nacional, sendo este suspenso em cabos e pendurais de aço (Figura 3-1). O tabuleiro foi preparado para uma vida útil de apenas 10 anos tendo, no entanto, servido cerca de 4 vezes mais. (Edgar Cardoso - engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020)

Por volta de 1985 esta travessia ficou interdita a veículos, ficando a passagem apenas disponível para peões e gado, devido a um incêndio que ocorreu no tabuleiro da ponte (Figura 3-2). Este foi motivado por um desentendimento de pastores das aldeias que a ponte liga. A origem da discussão era a ordem de passagem dos rebanhos. Não estando de acordo, um pastor da localidade de Ervedal pegou fogo ao tabuleiro ficando este inativo para viaturas mantendo-se nesta situação por cerca de 10 anos.(Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020; Ferraz et al., 2002)



*Figura 3-1 Ponte de Ervedal com tabuleiro em madeira.(Ferraz et al., 2002)*



*Figura 3-2 Ponte de Ervedal com tabuleiro em madeira parcialmente queimado.(Ferraz et al., 2002)*

Em 1997, o gabinete do Prof. Edgar Cardoso foi convidado pela Câmara Municipal de Avis para proceder a estudos de beneficiação da infraestrutura. (Ferraz et al., 2002)



*Figura 3-3 Arquivo do Projeto original (1957) e Arquivo do Projeto de Recuperação e Beneficiação (1997)(Edgar Cardoso - Engenharia e laboratório de estruturas, 2020)*

Além da recuperação e beneficiação, foi dado como elemento de projeto o aumento de carga de serviço, para 5 vezes mais que aquela que antes servia (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).

Para a execução desta beneficiação foram elaboradas várias visitas para avaliar o estado de conservação dos elementos estruturais, pois o projetista pretendia manter os pilares, encontros, cabos de sustentação e amarrações.

No relatório emitido sobre essas visitas é referido que todos os elementos estruturais se encontravam em boas condições, sendo apenas necessários alguns trabalhos de conservação. Previu-se limpeza e beneficiação das superfícies de betão e reparações pontuais onde fosse necessário, não sendo aplicado qualquer tipo de reforço de fundações, visto estas estarem preparadas para resistirem a sobrecargas de maior monta.

Desse relatório, consta que a maior intervenção seria nos quartos de cone de pedra arrumada onde era necessário retirar a vegetação, sendo alguma de grande porte, onde provavelmente a sua retirada iria levar ao aluimento dos taludes de pedra arrumada à mão, sendo porém necessário a reconstrução dos mesmos.(Ferraz et al., 2002)

Os cabos principais encontravam-se muito danificados sendo a sua substituição imprescindível.

O projeto foi executado em 1997, e os trabalhos constaram na substituição do tabuleiro de madeira por um metálico, suspenso por dois cabos de suspensão, um deles substituído e o segundo colocado na altura da obra, passando os pendurais a funcionar fixos em ambos os cabos, mantendo o traçado semelhante à ponte construída inicialmente (Figura 3-3). Todas estas alterações tiveram em vista repor as condições de segurança da

circulação na ponte bem como aumentar a sua capacidade de transporte. (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).

Os trabalhos de recuperação foram iniciados pela beneficiação dos elementos de betão e arranjos dos quartos de cone junto dos encontros. Paralelamente, foram executadas as novas selas dos segundos cabos a lançar, através da aplicação de chapas de aço nos topos dos pilares, sob as selas existentes a que se seguiu a furação das mesmas para colocação das novas selas.

Os trabalhos prosseguiram então com os reforços dos apoios dos pilares e encontros, bem como a colocação dos aparelhos de apoio sobre esses elementos de betão e ainda à beneficiação dos cabos existentes.

Deu-se então início aos trabalhos de desmontagem do tabuleiro de madeira e início da montagem do tabuleiro em aço. Na sequência dos trabalhos foram lançados os novos cabos, finalizando a obra com a montagem do pavimento em gradil de aço e pintura da totalidade das superfícies. (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).

Segundo Ferraz et al. (2002) a recuperação, reforço e beneficiação da ponte do Ervedal foi concebida, por forma a reduzir ao máximo o número de intervenções, havendo a necessidade de estudar o projeto inicial (1957), onde as maiores diferenças destes dois projetos são a substituição do tabuleiro e lançamento de uns segundos cabos, além da beneficiação e tratamento dos elementos existentes que permanecem até aos dias de hoje.

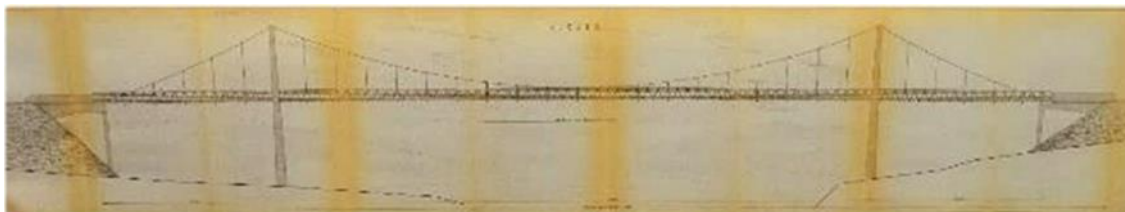
Antes de a ponte ser aberta ao trânsito, foi sujeita a ensaios de carga como mostra a Figura 3-4.



*Figura 3-4 Ensaio de carga. (Ferraz et al., 2002)*

## 3.2 Descrição da estrutura existente

Nas Figura 3-5 e 3-6 pode-se observar um alçado do projeto da Ponte de 1957 bem como uma vista geral da mesma aos dias de hoje.



*Figura 3-5 Projeto inicial(1957)(Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020)*



*Figura 3-6 Vista geral (2019)(Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020)*

A obra é constituída por 3 vãos, tendo os extremos 22,55 m de comprimento e o central de 80,00 m entre eixos de apoios, medidas estas iguais às da ponte inicialmente em madeira, a largura circulável ao nível do tabuleiro é de cerca de 2,50 m, com o seu pavimento em gradil como mostra a Figura 3-7.

O tabuleiro agora presente é formado na sua totalidade por perfis tubulares metálicos, em que o peso próprio total é próximo do da madeira existente inicialmente, sendo a estrutura praticamente igual ao primeiro projeto.

A estrutura do tabuleiro é composta de duas vigas de rótula com 1,50 m de altura cada, sendo os seus banzos formados por quatro perfis tubulares, dois em baixo e dois em cima, colocados a cutelo, como mostra a Figura 3-7. Sobre os banzos inferiores assenta a estrutura do pavimento, formada por carlingas afastados entre si de 1,00 m, ligados por duas longarinas constituindo o apoio do pavimento propriamente dito, em gradil, representado na Figura 3-8. O tabuleiro é dividido em módulos de 4,00 m que se vão interligando entre si. Esta modulação está relacionada com a dos pendurais que é igualmente 4,00 m, representado na Figura 3-9.

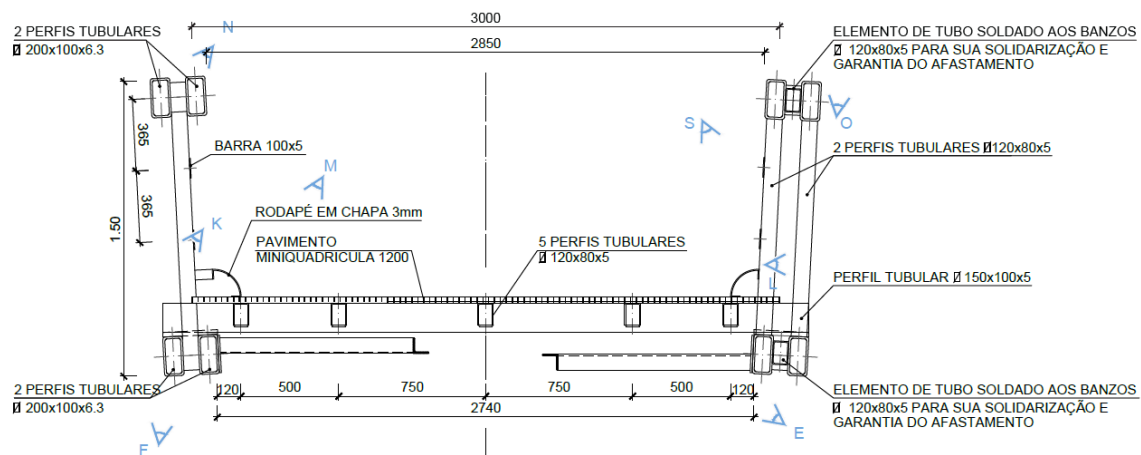


Figura 3-7 Corte da secção corrente. (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020)

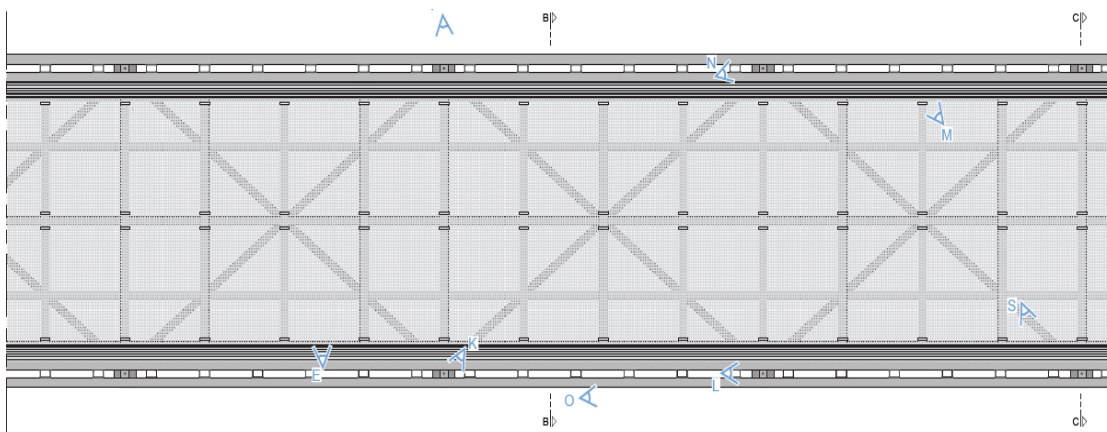


Figura 3-8 Pormenor da Planta. (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020)

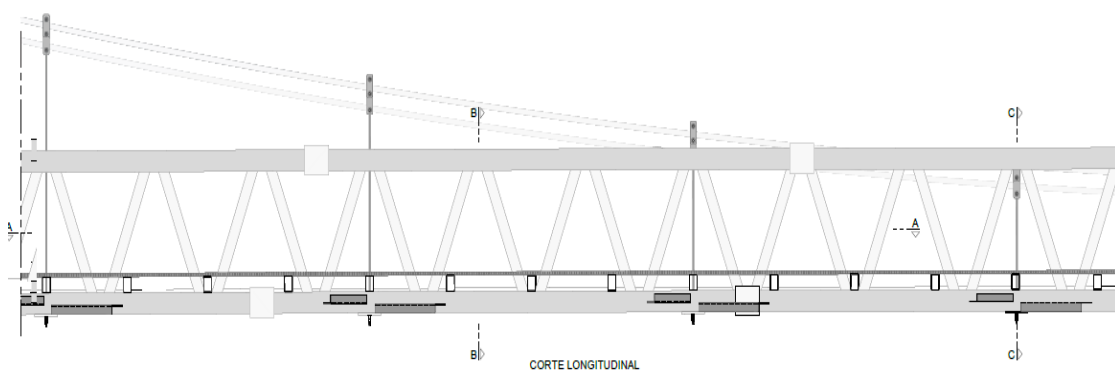
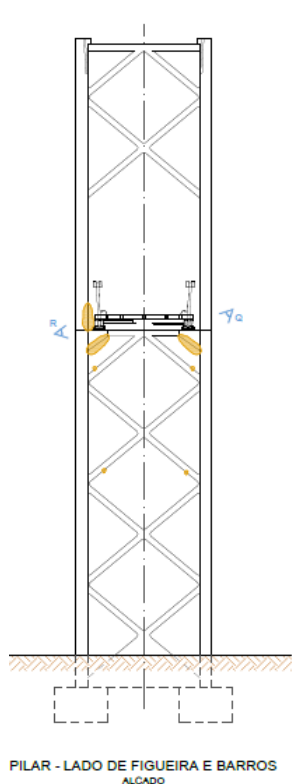


Figura 3-9 Corte longitudinal. (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020)

Os pilares são de betão armado, cada um constituído por dois montantes contra ventados e encastrados na base. A sua altura é sensivelmente 22,00 m e são articuladas ao nível do

pavimento do tabuleiro. Transversalmente os dois montantes têm largura constante, mas longitudinalmente as faces tem um pequeno alargamento desde o topo a base.

Os contraventamentos são também de betão armado à exceção dos contraventamentos logo acima do tabuleiro que foram substituídos por elementos metálicos aquando da beneficiação da ponte como mostram as figuras seguintes.



*Figura 3-10 Alçado do pilar de Figueira e Barros. (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020)*



*Figura 3-11 Contraventamento metálico no pilar do lado de Ervedal. (cedido por SLM)*

Os encontros são formados por dois pórticos contraventados de betão armado, do tipo triangulado, ligados superiormente pela laje do tabuleiro e inferiormente pelas sapatas.

Nas sapatas foram construídos maciços de pedra seca que funcionam como maciços de amarração, para que estes suportem as fortes trações provocadas pelos cabos (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020). Estes encontros estão acompanhados por taludes de pedra arrumada assim como parte do tardoz dos encontros.

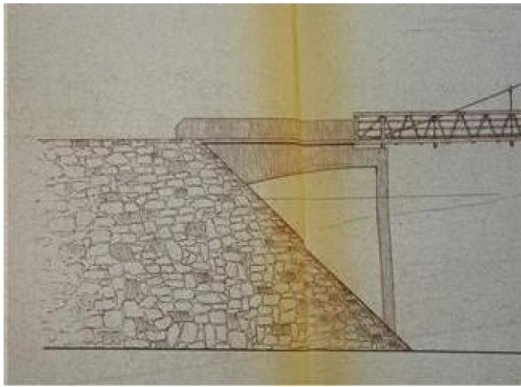


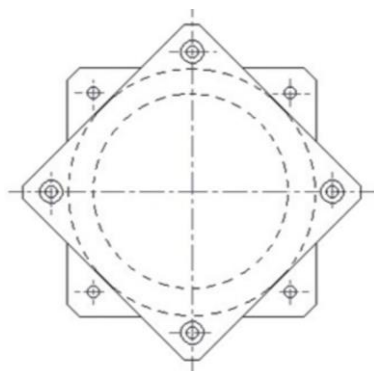
Figura 3-12 Alçado o encontro de Ervedal (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020)



Figura 3-13 Vista geral do Encontro de Ervedal. (2020) (cedido por SLM)

Os aparelhos de apoio são do tipo panela fixo, este sistema de apoios são compostos por um elemento elastomérico, com a forma de um cilindro de pequena altura, estando este inserido numa cavidade em aço. A carga é transmitida ao componente elastomérico do apoio por uma placa em aço, que atua como uma tampa ou um pistão. O sistema possui um anel em latão, o qual evita que o elemento elastomérico, sob pressão, não fique sujeito a fenómenos de extrusão. Existe ainda um vedante entre a cavidade em aço e a placa que atua como tampa; este vedante impede a entrada de poeiras para o pistão.

Este tipo de aparelho de apoio permite apenas o suporte de cargas elevadas e absorve rotações em qualquer direção, não permitindo a quaisquer tipos de deslocamentos.



1 - Elemento elastomérico;  
2 - Anel em latão;  
3 - Vedante.

Figura 3-14 Esquema de aparelho de apoio do tipo panela fixo ( Caetano, 2019))



Figura 3-15 Aparelho de apoio existente. (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020)

Em suma na Tabela 3-1 é apresentado as características da Ponte de Ervedal.

*Tabela 3-1 Características da Ponte de Ervedal*

<b>Características da Ponte de Ervedal</b>	
<b>Material Predominante</b>	Ponte de betão (pilares e encontros)e Aço (Tabuleiro)
<b>Finalidade/ Funcionalidade</b>	Ponte rodoviária
<b>Desenvolvimento Planimétrico</b>	Ponte ortogonal
<b>Desenvolvimento Altimétrico</b>	Ponte horizontal
<b>Sistema estrutural</b>	Ponte pênsil/suspensa
<b>Posição do tabuleiro</b>	Ponte com tabuleiro inferior.
<b>Largura útil do tabuleiro</b>	Cerca de 2,50m
<b>Comprimento da ponte</b>	Cerca de 140m
<b>Vão</b>	Vão extremos de 22,55 m e o central de 80,00 m
<b>Altura de construção</b>	Cerca de 10 m
<b>Altura livre</b>	Cerca de 22m
<b>Taludes</b>	Pedra arrumada
<b>Encontros</b>	Pórticos contraventados de betão
<b>Pilares</b>	Dois montantes contraventados
<b>Aparelhos de apoio</b>	Aparelho de apoio do tipo panela fixo
<b>Tabuleiro</b>	Gradil fixo em perfis tubulares
<b>Juntas de dilatação</b>	Módulos de Neoprene

### **3.3 Estado de conservação**

O mapa de quantidades da consulta prévia para a obra tem como base a Memória descritiva elaborada pelo Gabinete de projeto Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, Lda a pedido da Camara Municipal de Avis, onde neste fez várias visitas ao local, usando métodos e equipamentos para a elaboração do relatório. Neste relatório foi mapeado o registo fotográfico, como e apresentado nos ANEXO I Peças desenhadas – Mapa Fotográfico Trabalhos Tipo a Realizar -Alçado nascente/ Planta e ANEXO II Peças desenhadas – Mapa Fotográfico Trabalhos Tipo a Realizar - Corte longitudinal/ Pilares

Na redação da relatório de inspeção de Edgar Cardoso - Engenharia e laboratório de Estruturas, pode ler-se que “a obra apresenta muito boas condições, tendo em conta a inexistência de manutenção de que foi alvo nos últimos 20 anos”

Citando a memória descritiva de Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, (2020), os autores relatam que os encontros tem um “Estado de Manutenção é “Mau” e que o Estado de Conservação é “Razoável”, tendo sido detetadas as seguintes patologias mais significativas:

- *Acumulação de detritos, sujidades e vegetação;*(Figura 3-16)
- *Áreas danificadas no revestimento do talude com pedra;*(Figura 3-17)
- *Zonas de betão com fissuração e fenómenos de delaminação e descasque de betão, com exposição de armadura;* (Figura 3-18)
- *Danos nas fixações dos tirantes de amarração do tabuleiro;* (Figura 3-19)
- *Escorrência da massa de proteção dos tirantes.*(Figura 3-20)

Para além das anteriores os responsáveis pelo relatório na Zona de Encontros, onde se inclui muretes, pavimento e juntas de dilatação identificaram também os seguintes danos:

- *Pavimento junto ao Encontro Sul com armaduras expostas;*(Figura 3-21)
- *Danos na pintura dos perfis metálicos sobre os muretes de betão;* (Figura 3-22)
- *Zonas de betão com fissuração e fenómenos de delaminação e descasque de betão, com exposição de armadura;* (Figura 3-23)



*Figura 3-16 Vegetação existente na zona do encontro de Figueira de Barros (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020)*



*Figura 3-17 Encontro de Ervedal com talude em pedra com algumas deficiências (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020) .*



*Figura 3-18 Patologia de betão originada por uma execução pouco cuidada (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).*



*Figura 3-19 Fissuração na Zona de Apoios (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).*



*Figura 3-20 Escorrência da massa protetora (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).*



*Figura 3-21 Armadura exposta (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).*



*Figura 3-22 Danos na pintura dos perfis metálicos (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).*



*Figura 3-23 Zonas de betão com fissuração e fenómenos de delaminação e descasque de betão, com exposição de armadura (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).*

De igual modo, a memória descritiva relata que os Pilares apresentavam as seguintes patologias:

- *Zonas de betão com fissuração e fenómenos de delaminação e descasque de betão, com exposição de armadura;*(Figura 3-24)
- *Danos nos apoios dos contraventamentos metálicos dos pilares;* (Figura 3-25)
- *Zonas de corrosão pontual nos elementos metálicos;* (Figura 3-26)
- *Destaque de betão nas rótulas dos pilares;* (Figura 3-27)
- *Existência de ninhos de cegonhas, e acumulação de matéria orgânica na zona superior dos cachorros, localizados por debaixo dos ninhos.* (Figura 3-28)



*Figura 3-24 Zona de delaminação dos contraventamentos, expondo a armadura (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).*



*Figura 3-25 Deficiente ligação entre contraventamento e pilar (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).*



*Figura 3-26 Presença de corrosão no contraventamento (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).*



*Figura 3-27 Destacamento de betão na zona da rótula (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).*



*Figura 3-28 Presença dos ninhos de cegonha nas extremidades superiores de ambos os pilares (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).*

O tabuleiro e pendurais, apresentava-se em boas condições.



*Figura 3-29 e 3-30 Vista superior e inferior do tabuleiro da Ponte de Ervedal (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).*

Destes elementos o Gabinete destaca as seguintes patologias:

- *Acentuada colonização biológica provocada por líquenes;* (Figura 3-31)
- *Zonas com danos pontuais na pintura;* (Figura 3-31)
- *Elementos metálicos do guarda-corpos e guarda-rodas com danos, resultado de colisões de veículos;* (Figura 3-32)
- *Fixações do gradil com folga;* (Figura 3-33)
- *Indícios de corrosão pontual nas ligações dos pendurais ao tabuleiro.* (Figura 3-34 e 3-33)



*Figura 3-31 Colonização biológica existente e alguma escamação da camada de tinta* (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas , 2020).



*Figura 3-32 Elementos metálicos danificados, resultado de colisões de veículos* (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).



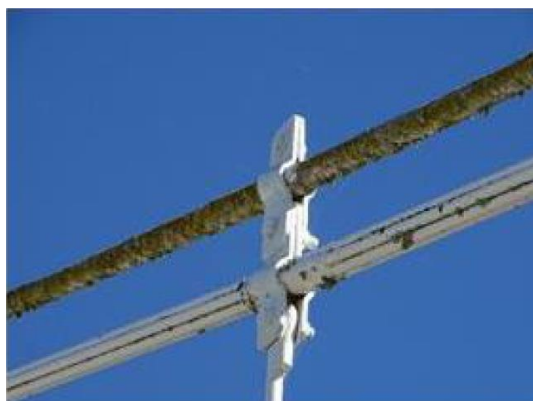
*Figura 3-33 Fixações do gradil com folga* (cedido por SLM)



*Figura 3-34 e 3-35 Indícios de corrosão pontual nas ligações dos pendurais ao tabuleiro (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).*

Os cabos e os pendurais apresentavam pouca patologia, enumerada da seguinte maneira:

- *Colonização biológica por parte de líquenes;* (Figura 3-36)
- *Corrosão pontual nas ligações dos pendurais;* (Figura 3-34 e 3-33)
- *Danos na chapa metálica de proteção antivandalismo dos cabos principais.* (Figura 3-37)



*Figura 3-36 Colonização biológica (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).*



*Figura 3-37 Danos na proteção antivandalismo dos cabos principais (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020).*

Os aparelhos de apoio apresentavam-se com alguma falta de limpeza.(Figura 3-38)



*Figura 3-38 Aparelhos de Apoio (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020)..*

## 4 Reabilitação da Ponte de Ervedal

---

### 4.1 Classificação e avaliação processual da obra

Classificação da obra em função da sua natureza apresentada na Tabela 4-1.

*Tabela 4-1 Classificação da obra*

Classificação da obra	
<b>Tipo</b>	Reabilitação e Manutenção
<b>Prazo</b>	90 dias de calendário
<b>Data de celebração do contrato:</b>	Setembro 2020
<b>Entidade Empreendedora</b>	Câmara Municipal de Avis
<b>Tipo de contrato</b>	Consulta Prévia

Relativamente aos intervenientes na obra referenciam-se os seguintes:

**Autor do Projecto | Edgar Cardoso - Engenharia e laboratório de estruturas, Lda.**

Empresa contratada pela Câmara Municipal de Avis. para elaboração do Projeto de Reabilitação. Responsável pelas soluções técnicas e também pela assistência técnica ao projeto durante a execução.

**Dono de Obra | Câmara Municipal de Avis.**

Idealiza o empreendimento e é responsável pela definição dos objetivos e pelo seu financiamento. Tem como responsabilidade a revisão do projeto, a verificação do cumprimento dos objetivos e prazos, a coordenação e fiscalização da obra.

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

**Empreiteiro | SLM, SA – Sociedade Lisbonense de Metalização S.A.**

Entidade responsável pela execução da obra.

## 4.2 Descrição de obra

Após relatório de Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, (2020), transcrito no subcapítulo 3.3, a Câmara Municipal de Avis procedeu a uma consulta prévia para a empreitada da reabilitação da ponte de Ervedal. onde a entidade SLM foi contratada.

Tendo em conta que as intervenções de reabilitação previstas na ponte de Ervedal, serão realizadas numa via de comunicação que irá estar vedada a qualquer tipo de trânsito, de modo a esta empreitada possa ser realizada nas melhores condições. O planeamento e execução tem de ser efetuado de forma conjugada e sequencial, de modo a minimizar o tempo de interrupção do funcionamento da ponte, assegurando deste modo a continuidade do serviço prestado com o menor impacto temporal, ambiental e social.

As intervenções de reabilitação incluídas no âmbito desta empreitada, estão apresentadas na Tabela 4-2.

*Tabela 4-2 Intervenções incluídas no âmbito da Empreitada (Adaptado do Mapa de Quantidades).*

<b>Elementos</b>	<b>Descrição geral dos trabalhos</b>
<b>Taludes</b>	Limpeza; Restabelecimento de taludes.
<b>Encontros</b>	Lavagem; Reparação do betão; Remoção e substituição do material de injeção dos tirantes verticais de amarração Pintura; Execução de caixa de visita.
<b>Pilares</b>	Lavagem Reparação do betão; Reparação das ligações entres contraventamentos e pilar; Reparação e selagem das rótulas; Pintura.
<b>Tabuleiro</b>	Lavagem; Reparação das juntas de dilatação; Fixação do pavimento metálico; Preenchimento e selagem dos cabos principais e das fixações dos pendurais; Substituição de elementos metálicos danificados; Pintura.

### 4.3 Plano de trabalhos

O Plano de trabalhos, foi alvo de uma análise cuidada, tendo em consideração as especificações do Caderno de Encargos (CE), o Mapa de Trabalhos e Quantidades (MTQ) e o prazo para a execução da empreitada.

A especificidade de alguns trabalhos, nomeadamente terraplenagens, obrigou a uma coordenação dos recursos, sem prejuízo do bom andamento dos trabalhos, uma certa rotatividade das equipas de mão-de-obra e equipamentos.

As quantidades dos meios de produção e a sua distribuição temporal foram determinadas em função de diversos dados e parâmetros, nomeadamente: quantidades baseadas no projeto; os rendimentos de mão-de-obra e equipamento, que, para cada tipo de tarefa, foram tomados como otimizados e de maior frequência estatística, atendendo-se, eventualmente, a condições particulares de laboração que pudessem existir e estivessem inerentes ao projeto e outros elementos patentes; número de dias trabalho por mês; distribuição temporal e duração parcial de tarefa, expressos no programa de trabalhos, atribuídos em função do prazo de execução e das sequências entre trabalhos com vista ao aproveitamento, com continuidade, das frentes ou equipas.

O Plano de Trabalhos (PT) foi elaborado com recurso ao programa informático de planeamento *Microsoft Project*, dando-se especial atenção ao encadeamento, interligação das atividades e otimização de tempos e de recursos.

O prazo de execução da obra teve, de acordo com o PT, início em setembro de 2020 e a sua conclusão após 90 dias, incluindo sábados, domingos e feriados. Na Figura 4-1 está representado o planeamento realizado antes de iniciar a empreitada.

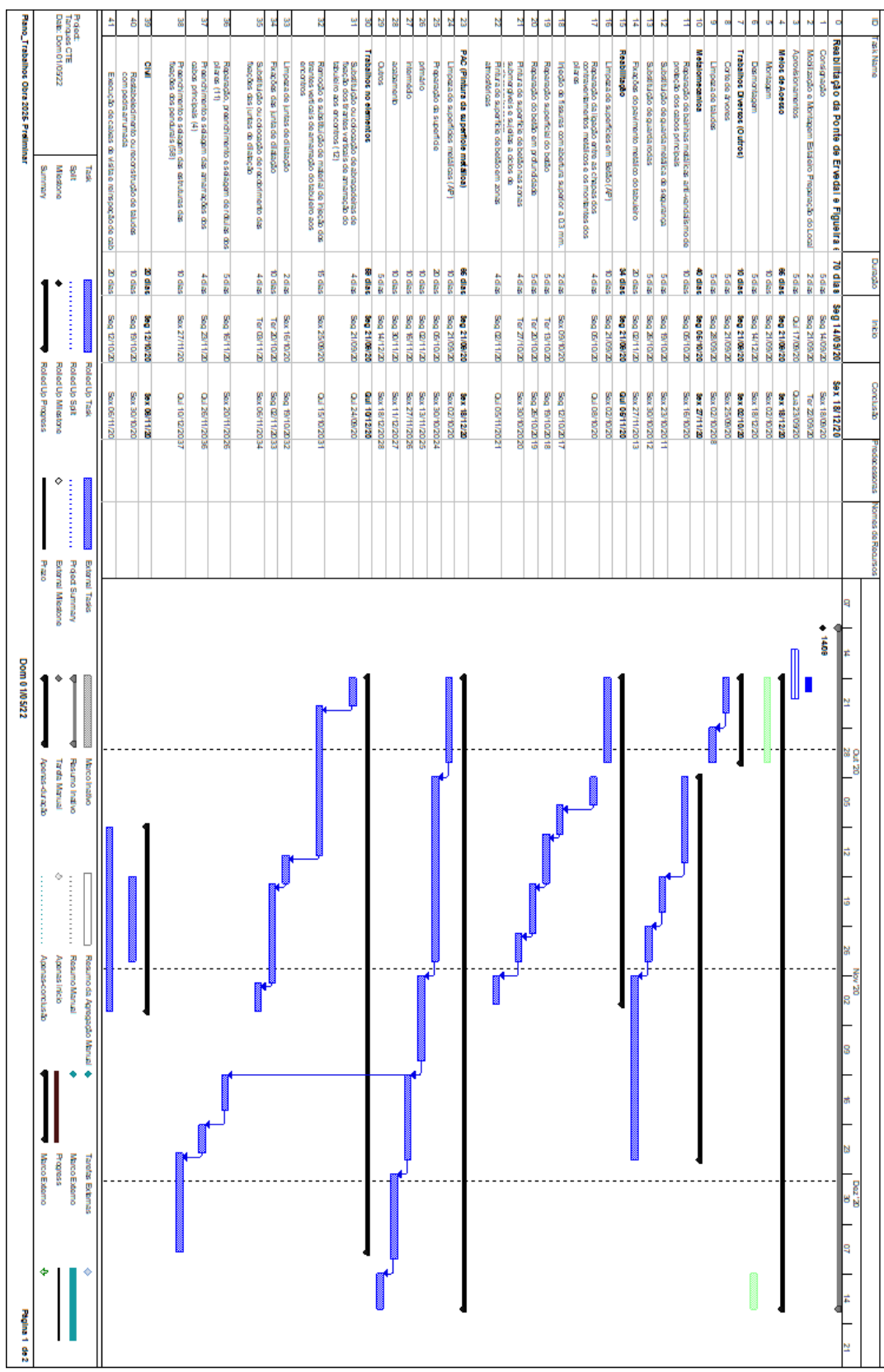


Figura 4-1 Diagrama de Plano de Trabalho

## 4.4 Trabalhos principais

A empreitada inclui os seguintes trabalhos principais:

### **MONTAGEM E DESMONTAGEM DE ESTALEIRO:**

- Montagem das Instalações Sociais, Instalações Administrativas e Instalações Industriais.

### **MEIOS DE ACESSO:**

- Montagem e desmontagem de acessos à frente obra.

### **TRABALHOS DIVERSOS:**

- Nestes trabalhos estão incluídos a limpeza e corte de árvores existentes nos taludes.

### **TRABALHOS DE METALOMECÂNICA:**

- Reparação dos vários elementos metálicos da ponte.

### **TRABALHOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL:**

- Reparações dos vários elementos em betão, restabelecimento dos taludes e execução das caixas de visita.

### **TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE METÁLICA:**

- Todos os trabalhos inerentes a Pintura da superfície metálica.

### **TRABALHOS NOS ELEMENTOS:**

- Trabalhos que constam no MTQ onde o alvo são os elementos da ponte, nomeadamente, juntas de dilatação, rotulas e pendurais.

## 4.5 Faseamento da obra

O faseamento definido previa o corte total de todo o tipo de trânsito de modo a empreitada decorrer sem interrupção de terceiros, a circulação rodoviária efetuou-se por um outro itinerário. Esta atividade de condicionamento do trânsito foi da responsabilidade do Dono de Obra.

Sendo assim a dividiu-se a empreitada em três fases:

### **FASE 1:**

- Assinatura do auto de consignação da obra
- Ativação do condicionamento de trânsito (Responsabilidade do dono de obra)
- Montagem de estaleiro;
- Montagem de meios de acesso;
- Limpeza e corte de árvores existentes nos taludes;
- Realizar todas as operações acima do a tabuleiro.

### **FASE 2**

- Realização de todas atividades abaixo do tabuleiro;
- Construção das caixas de visita;

### **FASE 3**

- Trabalhos nos elementos;
- Desmontagem de estaleiro;
- Desativação do condicionamento de trânsito (Responsabilidade do dono de obra);
- Receção provisória de obra.

## **4.6 Equipa da Empreitada**

À SLM. empresa especializada na proteção anticorrosiva de superfícies em infraestruturas, edifícios, unidades industriais, equipamentos industriais e decorativos, incluindo a prestação de serviços em construção civil e obras públicas, como foi referido anteriormente, ao iniciar da empreitada, foram distribuídos os respetivos cargos do quadro técnico. O Estagiário foi integrado para além da sua função normalmente desempenhada até ali, a de Técnico de Restauro e Encarregado Geral, numa nova função na equipa destinada a ajudar nas mais diversas funções necessárias para a empreitada decorrer normalmente. A equipa já se conhecia toda apenas iria existir a inclusão do estagiário com novas funções, a de Diretor adjunto de obra. Na Figura 4-2 é apresentado o fluxograma onde se observa as funções de cada elemento interveniente em obra da equipa da obra.

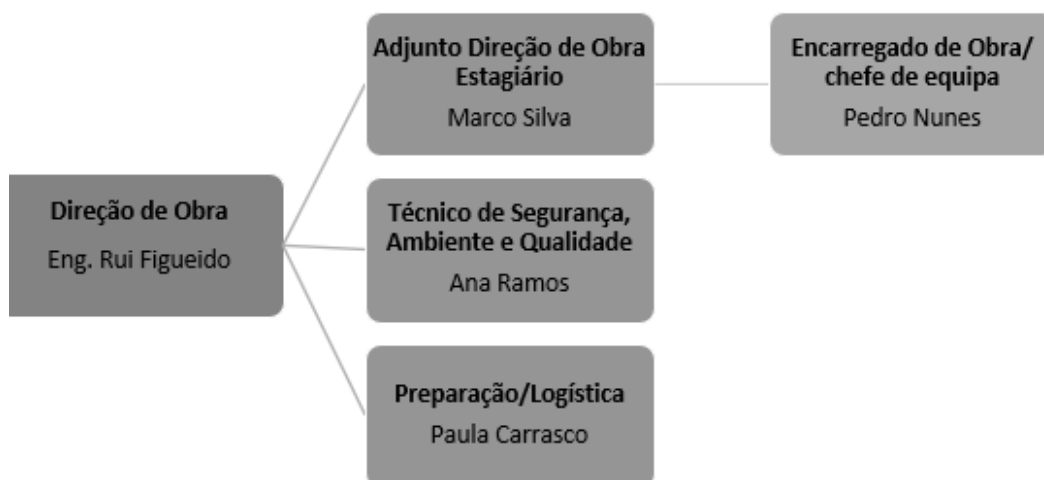


Figura 4-2 Organograma da Obra

A mão-de-obra utilizada nesta obra engloba as categorias profissionais enumeradas na Tabela 4-3:

Tabela 4-3 Quadros de Mão-de-Obra e Quadros Técnicos

Quadro Mão-de-obra	Quadro Técnico
• Pedreiros;	Engenheiro/ Diretor de Obra (Tempo parcial);
• Serventes;	Engenheiro/ Diretor Técnico (Estagiário);
• Carpinteiros;	Encarregado de Obra/ chefe de Equipa;
• Armadores de ferro;	Técnico de Preparação/Logística (Tempo parcial);
• Serralheiros;	
• Pintores;	
• Condutores/Manobradores.	Técnico de Segurança, Ambiente e Qualidade, (Tempo parcial);

#### 4.6.1 Funções do estagiário

O Diretor de Obra tinha ao seu encargo todas as decisões de maior calibre, tendo autonomia para conduzir negociações com fornecedores e subempreiteiros, sendo responsável pela aplicação do Sistema de Gestão da Qualidade e Segurança da obra, definido no Plano de Qualidade da Obra (PQO) e no Plano de Segurança e Saúde (PSS).

O Estagiário tinha como funções o auxílio direto ao Diretor de Obra nas atividades deste, havendo aqui uma divisão de pastas entre ambos, naturalmente desequilibrada de acordo com a diferença de experiência entre ambos. Mas acresceu a responsabilidade para o estagiário, devido ao facto de que o estagiário estaria a maioria do tempo sozinho em obra, devido à não presença constante em obra do diretor de obra e o respetivo quadro técnico não estar a tempo inteiro em obra. Esta situação foi colmatada com muito contacto com todos os intervenientes em obra de modo que o estagiário não sentisse dificuldades e não se sentisse desacompanhado nas suas novas funções.

No auxílio ao Diretor de obra estavam presentes as seguintes tarefas:

- Acompanhamento e coordenação geral da obra;
- Supervisão do relacionamento e interação entre todos os elementos da equipa, e dos subempreiteiros;
- Controlo do planeamento e da qualidade;
- Controlo de prazos e custos da obra;
- Gestão da qualidade;
- Participação nas reuniões semanais realizadas, geralmente, às quintas-feiras;
- Dar conhecimento ao diretor de obra de todos os trabalhos realizados da empreitada;
- Coordenar as equipas presentes em obra;
- Coordenar todos os trabalhos inerentes ao dono de obra;

## **5 Trabalhos e atividades realizadas durante a obra**

---

Na elaboração deste capítulo, pretende-se relatar todas as atividades relacionadas com a obra que acompanhei durante o período de estágio, atividades essas ligadas diretamente à mesma pelo acompanhamento diário, em obra dos trabalhos realizados e também outras atividades ligadas de forma indireta à empreitada.

A empreitada antes de começar teve um contratempo devido aos meios de acesso pois estava prevista a instalação de plataformas no terreno, e este não ficou completamente seco como previsto. Foi previsto na memória descritiva proceder a consultas de subempreiteiros de andaimes, para que estes criarem acessos às frentes de trabalho. A empreitada após este contra tempo foi alterada um pouco, nomeadamente no tempo de criação de acessos.

Após uma semana de duração a obra teve de ser replaneada devido, às medidas que o governo implantou contra a propagação da pandemia Covid-19. O que afetou mais a empreitada foi a restrição de circulação de apenas 2/3 da ocupação das viaturas. Esta medida levou a diminuir um pouco a carga de mão de obra.

Também devido à pandemia e ainda no mesmo espaço temporal, na primeira semana de obra, existiu um surto de Covid-19 na vila de Avis, onde todos os colaboradores estavam alojados. Foi tomada a decisão de procurar novos alojamentos, e estes ficavam mais longe da empreitada.

Outro contratempo foi o aumento das empreitadas a cargo da SLM, originando a desmultiplicação do pessoal do quadro técnico, nomeadamente o Diretor de obra. Esta ausência levou à criação de um documento, por parte do Estagiário, designado por Relatório do estado da obra 2025, apresentado no ANEXO III Relatório do estado da obra 2025.

Neste Documento foram relatadas as atividades e a situação como estas se encontravam, foi dado a conhecer a carga de mão de obra gasta por atividade na empreitada, foram registadas as condições climatéricas de todos os dias de semana e o local onde foram realizadas pinturas. Foi apresentado um histórico de problemas e riscos que tinham ocorrido durante essa semana e o planeamento para a semana seguinte de acordo com as condições ambientais que eram recolhidas geralmente ao fim do dia de sexta-feira.

Com este documento, o estagiário para além das reuniões de obra que eram preparadas antecipadamente com o diretor de obra dava a conhecer o estado da empreitada semanalmente a todos os intervenientes.

Outra tarefa que esteve a cargo do estagiário foi a ligação entre encarregado e a logística, procedendo a receção e verificação de stocks dos materiais em obra, preenchendo o

documento, presente em ANEXO IV Controlo de consumos de modo a auxiliar a logística no controlo de consumos.

## 5.1 Montagem de estaleiro

Sendo a SLM sediada no conselho de Loures e sem qualquer filial ou estaleiro nas imediações da empreitada, teve de ser aprovisionado um estaleiro de frente obra com todas as condições para que a obra se desenvolvesse normalmente.

Estas instalações do estaleiro ficaram localizadas o mais próximo possível da obra e da maior concentração dos trabalhos a realizar. Possuindo 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 5-1)



*Figura 5-1 Localização do Estaleiro de Obra.*

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 trabalhadores. (Figura 5-2)

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



*Figura 5-2 Estaleiro*

## **5.2 Meios de acesso**

Como foi referido no início do capítulo esta atividade teve de ser repensada.

A sua alteração passou por manter o aluguer da plataforma elevatória (Figura 5-3) prevista para os trabalhos acima do tabuleiro e contactar empresas de andaimes que pudessem auxiliar nos meios de acesso.



*Figura 5-3 Plataforma elevatória utilizada nos trabalhos acima do tabuleiro*

Um subempreiteiro da andaimes idealizou um esquema de andaime, representado na Figura 5-4 e que possibilitava a execução dos trabalhos. A empresa a quem foi adjudicada a montagem dos andaimes, foi escolhida pelo preço apresentado e pela solução apresentada.

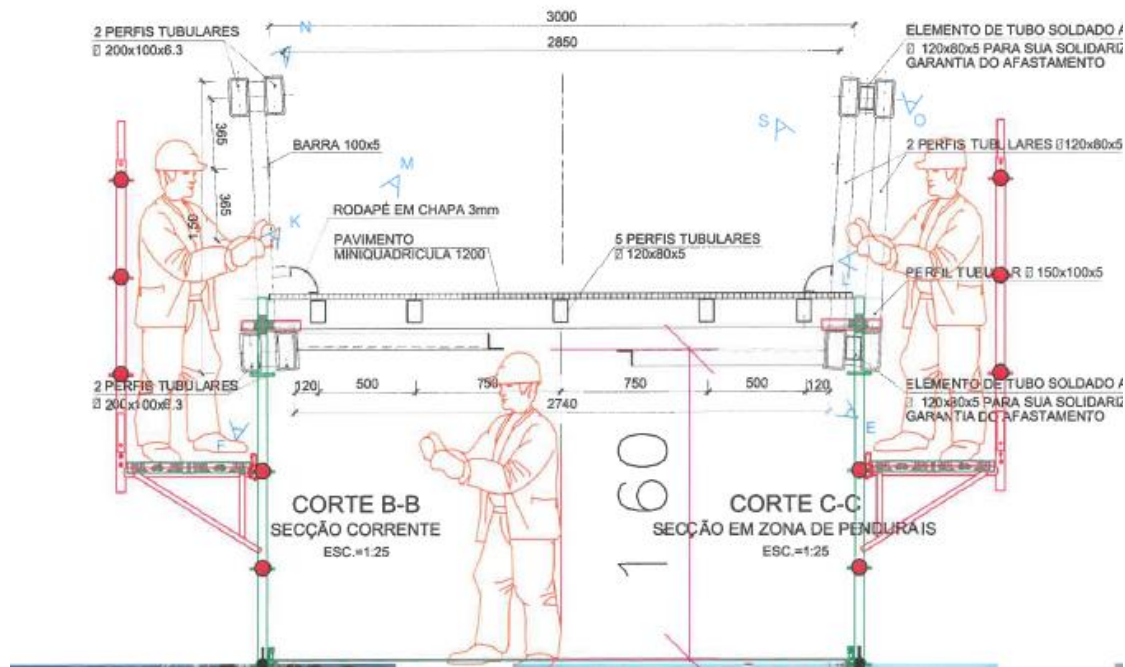
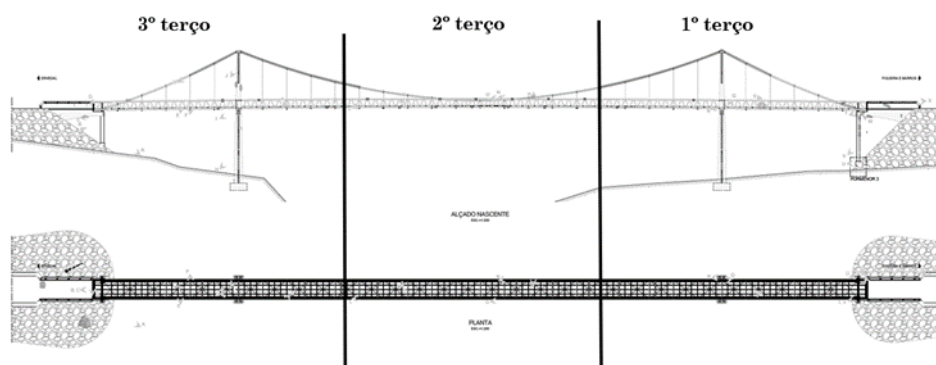


Figura 5-4 Esquema de montagem da plataforma de andaime.

Com este subempreiteiro chegou-se a acordo, de modo a reduzir custos, para a divisão por fases na montagem dos acessos. Assim sendo, fasearam-se meios de acesso, ou seja, a primeira fase constava de montagem de andaime no encontro do lado de Ferreira e Barros e parte de tabuleiro em direção a Ervedal com cerca de 40 metros (m) de extensão a segunda fase a parte central do tabuleiro com a extensão também de 40 metros e a última fase com os últimos metros de ponte e o encontro da margem de Ervedal. Como mostra a Figura 5-5

Os andaimes nos pilares foram montados através da técnica de suspensão, estando a sua base de fixação no andaime que fora montado para as operações a executar no tabuleiro e nas cordas da ponte. Como mostra a Figura 5-6.



*Figura 5-5 Esquema das fases de montagem dos meios de acesso.*



*Figura 5-6 Meios de acesso montados na 3ª fase.*

A montagem de andaimes só pode ocorrer após a conclusão dos trabalhos na zona superior do tabuleiro, principalmente na zona do primeiro terço de modo que os montadores de andaimes não circulassem nas proximidades da plataforma e se encontrassem, sempre todos em segurança. Após a conclusão desse primeiro terço iniciou-se a montagem dos meios de acesso.

A desmontagem da última fase, não foi possível fazer por completo devido à subida da barragem, e alguns elementos de andaime ficaram submersos.

Após reunião com o subempreiteiro e em conjunto com o dono de obra, a remoção dos meios de acesso submersos ficou adiada até existirem condições para tal, ficando os acessos submersos até essa altura.

Os trabalhos que ficaram por finalizar estão mapeados no ANEXO VIII Relatório de conclusão de obra 2025.

### 5.3 Limpeza de taludes

Esta atividade consistiu principalmente na limpeza dos taludes, onde constava diversa vegetação e algumas árvores de pequeno e médio porte.

Para esta limpeza foram utilizadas ferramentas manuais com a exceção do corte das árvores onde foi empregue uma motosserra. (Figura 5-7 e 5-8)

Devido à inclinação que os taludes tinham e para a segurança dos trabalhadores que executaram a tarefa foram montadas linhas de vida verticais e distribuídos pelos colaboradores arneses de trabalhos verticais com os respectivos dispositivos anti queda para que os trabalhadores se sentissem seguros na operação que desempenhavam.

Ponderou-se a utilização de ferramentas motorizadas nesta operação, mas devido a algum receio que alguns trabalhadores transmitiram, principalmente no possível corte das linhas de vida e devido o peso das máquinas e estas serem operadas em planos inclinados, optou-se por não se avançar com esta opção. Deste modo os colaboradores sentiram-se seguros de não sofrerem qualquer acidente na operação realizada com a utilização de ferramentas manuais.



*Figura 5-7 Limpeza de taludes*



*Figura 5-8 Corte de árvores*

## 5.4 Restabelecimento dos taludes.

Esta atividade inicialmente estava prevista ser executada por uma subempreitada, mas esta nunca aconteceu devido à empresa subcontratada não conseguir responder às várias frentes que esta tinha, e então experimentou-se com os nossos colaboradores se conseguiam executar tal atividade.

No início os colaboradores não estavam muito confortáveis na execução da tarefa, mas com o tempo e com o desenvolver desta foram ficando familiarizados. Foi novamente utilizada o recurso a linhas de vida verticais e aos arneses com os dispositivos anti queda.

Foram recolocadas as pedras no seu devido local. As pedras que tinham caído totalmente encontravam-se no fundo do talude e também foram recolocadas no seu sítio, todas as pedras foram colocadas por via manual com auxílio de cordas através da desmultiplicação de cargas. Sendo compactadas no final com um pilão e após as juntas serem cobertas de areia local. (Figura 5-9)

No Final de todos os trabalhos, todos os taludes foram lavados com máquina de alta pressão. (Figura 5-10)



*Figura 5-9 Restabelecimento de taludes.*



*Figura 5-10 Lavagem dos taludes.*

## 5.5 Reparação de elementos de betão armado

Para as reparações dos vários elementos em betão, utilizou-se técnicas e materiais de acordo com se a EN 1504- 10 de(IPQ, 2008).

Parte das reparações estavam identificadas, por mapa fornecido para consulta. Procedeu-se, no entanto, à lavagem de todas as superfícies de betão.

Lavagem esta, que foi executada com máquinas de lavar de alta pressão, procedendo a uma limpeza com jato de água com a pressão a rondar os 200 bar, de modo a serem removidas todas as matérias orgânicas e detritos ao longo de todas as superfícies, levando mesmo ao surgimento de zonas que não estavam identificadas nos mapas fornecidos.

Nesta operação, principalmente na lavagem, da zona superior dos pilares, devido ao facto da existência de ninhos de cegonha no topo de cada torre. Tomou-se a decisão, em consenso com o dono de obra, que não seriam removidos, nem deslocados, devido aos procedimentos que teriam de ser feitos para o manuseamento destes ninhos de acordo com as diretivas do ICNF. Assim sendo a zona de assentamento destes ninhos ficou sem qualquer tipo de tratamento.



*Figura 5-11 Lavagem do pilar.*



*Figura 5-12 Lavagem do encontro nomeadamente uma zona submersa.*

Após a lavagem todos os danos foram identificados e marcados, sendo estas zonas delimitadas através de sulcos com recurso a corte com disco diamantado, com pelo

menos 1 cm de profundidade. Este corte foi executado de forma não serem intersectadas as armaduras existentes. ( Figura 5-13 e 5-14)

Esta delimitação prévia através de corte permite que as argamassas de enchimento, a serem aplicadas como reperfilamento, não fiquem com uma espessura reduzida na superfície no contacto com o betão existente, de que resultaria na fissuração das mesmas.

A remoção do betão das zonas delimitadas, foi feita com a utilização de martelos demolidores apropriados, leves, com guilhos pontiagudos.



*Figura 5-13 Identificação e Delimitação de zonas a serem reparadas.*



*Figura 5-14 Delimitação através de corte.*

Para assegurar a eficácia da reparação, em algumas situações foi necessário remover não só o betão que se apresentava degradado, mas também todo aquele que envolvia os varões corroídos. Nestas situações foi removido cerca de 2 cm dependendo das situações para que se pudesse garantir a respetiva limpeza e aplicação dos materiais posteriormente.

Nas zonas onde se encontravam armaduras, estas foram devidamente limpas mecanicamente, através de escovas rotativas, deixando-as devidamente limpas num grau de limpeza St 3 conforme a norma EN ISO 8501 (ISO, 2011) e EN ISO 12944-4(IPQ, 2017), conforme apresentado na Figura 5-15.



*Figura 5-15 Varão de armadura limpo através de escovagem mecânica*

Para a proteção contra a corrosão das armaduras expostas foi aplicado através de pintura o revestimento anticorrosivo Sikatop Armtec -110 EpoCem da Sika (Figura 5-16). Aplicação foi efetuada segundo o procedimento indicado na ficha técnica do produto, em duas demãos, sendo que a segunda foi também aplicada no betão adjacente atuando este produto como agente de aderência tal como é apresentado na Figura 5-17.



*Figura 5-16 Embalagem de Sikatop Armatec-110 EpoCem.*



*Figura 5-17 Aplicação de Sikatop Armatec-110 EpoCem.*

A complementação das secções saneadas foi feita através de aplicação de argamassa de reparação Sika Monotop 412 S, sendo uma argamassa de com retração controlada. A aplicação foi feita manualmente, com algumas zonas de auxílio de cofragem. A superfície foi acabada a talocha e esponja, garantindo sempre que possível um recobrimento com cerca de 4 cm das armaduras, como mostram as Figura 5-18 a 5-21.



*Figura 5-18 Zona a reparar com auxílio de cofragem.*



*Figura 5-19 Aplicação manual Sika Monotop 412 S de com auxílio de cofragem.*



*Figura 5-20 Superfície talochada e esponjada.*



*Figura 5-21 Aplicação manual de Sika Monotop 412 S.*

Todas as superfícies de betão, após as reparações concluídas foram protegidas através de pintura, que estava dividida em 2 esquemas, zonas submersíveis e zonas atmosféricas, esquemas estes que estão apresentados na Tabela 5-1. Ambos os esquemas sugeridos por a AKZO NOBEL e aprovados por dono de obra com o parecer da entidade responsável pelo projeto.

Tabela 5-1 Esquemas de pintura das superfícies de betão.

Esquemas de pintura das superfícies de betão	
Zonas submersíveis	Zonas atmosféricas
<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 x 50 a 75 <math>\mu\text{m}</math> de Interzone 954 -Cinza</li><li>• 2 x 100 <math>\mu\text{m}</math> Interzone 954 - Branco</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 x 50 a 75 <math>\mu\text{m}</math> Interseal 670 HS -Rall 7047</li><li>• 2 x 75 <math>\mu\text{m}</math> Interthane 990 - Rall 10000</li></ul>

Antes da aprovação e aplicação destes esquemas, os mesmos foram testados de modo a ser verificada a compatibilidade e aderência entre as tintas antes aplicadas e as novas a serem aplicadas. Para verificar a compatibilidade e aderência da tinta a aplicar utilizou-se a técnica da quadrícula segundo a ISO 2409(ISO, 2013), como mostram as Figura 5-22 e 5-23.

Após estes ensaios é que se procedeu ao processo de pintura, aplicando os materiais de acordo com as fichas técnicas destes, tendo em consideração as condições climáticas existentes. Estas eram recolhidas e registadas várias vezes ao dia com ajuda de um psicómetro digital.



Figura 5-22 Testes de tinta em superfícies de betão.



Figura 5-23 Ensaio de quadrícula nas superfícies de betão.

A pintura foi aplicada manualmente, através da utilização de rolos e pincéis. (Figura 5-24 e 5-25)



*Figura 5-24 Pintura de encontro.*



*Figura 5-25 Superfícies de betão concluídas no lado de Figueira e Barros, sob o tabuleiro.*

Esta atividade não pode ser realizada por completo na altura da obra, nomeadamente a pintura das superfícies das zonas submersíveis devido à subida do nível de água da albufeira. Após reunião com o dono de obra e fiscal de obra ficou acordado que este trabalho fosse finalizado logo que os níveis de água da barragem o permitissem.

Os trabalhos que ficaram por finalizar estão mapeados no ANEXO VIII Relatório de conclusão de obra 2025.

## 5.6 Reparação da ligação entre chapas dos contraventamentos metálicos e os pilares

Esta atividade iniciou-se após a lavagem de toda a superfície dos pilares e contraventamentos.

Iniciando a atividade com a limpeza de toda a área com ar comprimido do interior para o exterior.

Após esta limpeza, todo o perímetro das chapas foi selado com argamassas de resinas epóxi, a Sikadur-31 EF, da SIKA, de modo que esta possa suportar o peso do material de injeção e evitar percas deste material.

O material de injeção utilizado foi o sugerido por o dono de obra, sendo o Sikadur-52 Injection, da SIKA. Este foi preparado e aplicado de acordo com a ficha técnica do produto. Após a cura completa da argamassa todas a superfícies foram seladas com mástique, Sikaflex- PRO 11 FC, da SIKA para ter a confirmação que não haveria fugas de resina e que as juntas ficassem com acabamento liso o que não acontecia com o acabamento da resina epóxi . Como mostram as Figura 5-26 e 5-29.

Como o afastamento entre a chapa e o pilar era de cerca de 2 centímetros (cm) não se utilizou a máquina de injeção, optou-se por verter o material de injeção com auxílio de um funil, como esta resina tem uma baixa viscosidade permitia tal operação, não sendo necessária a criação do tubo de purga e de injeção. Como mostram as Figura 5-27 e 5-28.



*Figura 5-26 Juntas seladas.*



*Figura 5-27 Aplicação da resina epóxi sikadur-52 Injection.*



*Figura 5-28 Preenchimento completo com a resina epóxi.*



*Figura 5-29 Todas as juntas seladas.*

Após a cura de todos os materiais, esta superfície foi pintada com o esquema designado para as superfícies metálicas que será abordado no ponto 5.8

## **5.7 Reparação de rótulas dos pilares**

Tal como as outras atividades esta iniciou-se após a lavagem, e auxiliou a remoção de algum material deteriorado existente nas rótulas dos pilares. A remoção do restante

material desagregável foi efetuada com auxílio de espátulas e cinzeis. Não houve qualquer tipo de desagregamento de betão nas zonas das rótulas, permitindo aplicar a mástique para o preenchimento da rótula.

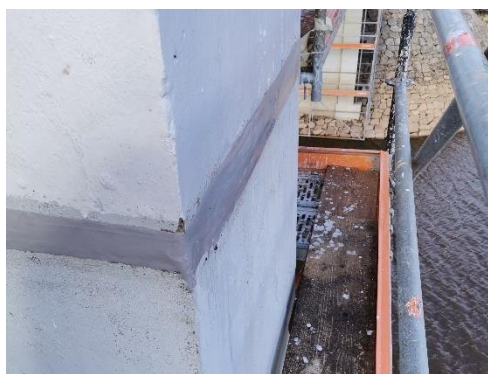
Após a remoção as superfícies desagregadas da rótula foram devidamente limpas com auxílio de ar comprimido, de modo que a superfície ficasse devidamente limpa e seca.

Foi introduzido o cordão de fundo de junta com 30 milímetros (mm) de diâmetro, e este ficou com cerca de 2 cm recuado para o interior do paramento do betão, e a zona exterior da rótula foi isolada com fita adesiva de modo a conferir um melhor acabamento e a não sujar a superfície de betão, como é visível na Figura 5-30.

O enchimento da rótula com mástique Sikaflex- PRO 11 FC, da SIKA, foi aplicado de acordo com a ficha técnica do produto, tendo sido efetuado por três fases. Nas duas primeiras procedeu-se a aplicação do mástique nos bordos da rótula e a última contra o fundo da rótula, de modo que o cordão ficasse o mais homogêneo possível e com cerca de 2 cm de espessura, procedendo ao seu alisamento à posteriori.(Figura 5-31)



*Figura 5-30 Cordão de fundo de junta aplicado e a rotula com isolamento.*



*Figura 5-31 Mástique aplicado e devidamente alisado.*

Após a cura de todos os materiais esta superfície foi pintada com o esquema designado para as superfícies de betão que foi abordado no ponto 0.

## **5.8 Tratamento da Superfície Metálica**

Neste ponto apresento a preparação de superfície e o esquema de pintura que foi aplicado na ponte do Ervedal, que têm como objetivo principal o tratamento anticorrosivo das superfícies metálicas.

Antes de se proceder a qualquer tipo de atividade e do pedido de aprovação dos materiais e esquemas de tratamento das superfícies metálicas, foi feito, tal como no esquema de

pintura de superfícies de betão, testes de compatibilidade e aderência do primário estipulado para esta atividade.

Neste teste a superfície foi preparada de acordo com o que estava estipulado em CE, e aplicação de pintura posteriormente.(Figura 5-32 e 5-33)



*Figura 5-32 Teste de preparação de superfície através de meios mecânicos.*



*Figura 5-33 Aplicação de tinta para teste.*

Após a cura da tinta, para verificar a compatibilidade e aderência da tinta especificada utilizou-se a técnica da quadricula, segundo a ISO 2409 (ISO, 2013), como mostram as Figura 5-34 e 5-35. Como se destacou menos de 5 % da área afeta ao ensaio, esta tinta foi considerada apta para aplicação de acordo com ISO 2409.



*Figura 5-34 Tinta com 48 horas de cura.*



*Figura 5-35 Ensaio de quadricula.*

Com estes resultados foi então proposto ao dono de obra o esquema de tratamento sugerido por a AKZO NOBEL (Tabela 5-2), sendo posteriormente aprovado pelo dono de obra com o parecer da entidade responsável pelo projeto.

*Tabela 5-2 Esquema de tratamento de superfícies metálicas*

### **Esquema de tratamento de superfícies metálicas**

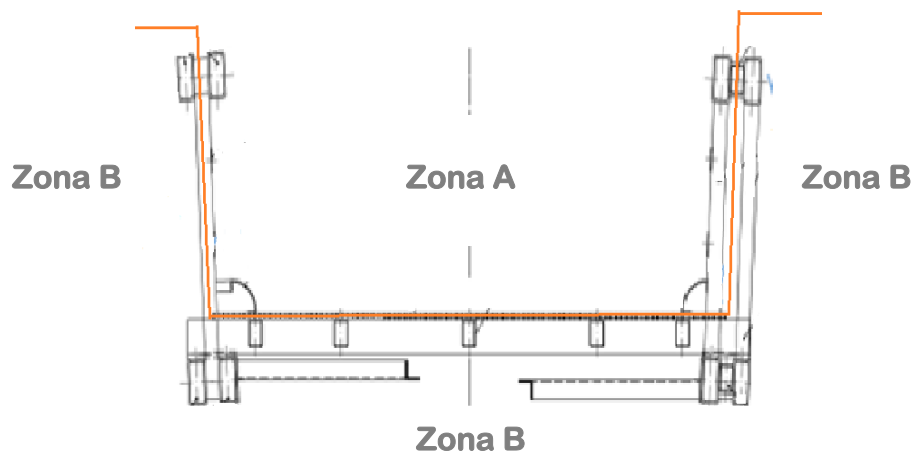
- 1 x 110  $\mu\text{m}$  de Interseal 670 HS RALL 9006 (pontualmente nas áreas com corrosão ou com material em contacto direto com ambiente);
- 1 x 100  $\mu\text{m}$  de Interseal 670 HS RALL 7042;
- 1 x 75  $\mu\text{m}$  de Interthane 990 RALL 10000.

Esta operação para além de estar dividida por fases de acordo com os meios de acesso, também foi subdividida para que existisse sempre frente de trabalho disponível para os colaboradores. Essa subdivisão representada na Figura 5-36 e a sequência de trabalhos está apresentada na Tabela 5-3.

*Tabela 5-3 Sequência das atividades inerentes aos trabalhos de tratamento da superfície metálica.*

### **Sequência das atividades inerentes aos trabalhos de tratamento da superfície metálica**

- Lavagem das guardas do lado interior;
- Preparação de superfície das guardas (lado interior);
- Aplicação de primário de alumínio pontualmente nas guardas (lado interior);
- Desmontagem do gradil do tabuleiro;
- Lavagem das guardas (lado exterior) e estrutura do tabuleiro;
- Preparação de superfície das guardas (lado exterior) e estrutura do tabuleiro;
- Aplicação de primário de alumínio pontualmente das guardas (lado exterior) e estrutura do tabuleiro;
- Aplicação de camada intermédia das guardas (lado exterior) e estrutura do tabuleiro;
- Aplicação de acabamento das guardas (lado exterior) e estrutura do tabuleiro;
- Lavagem do gradil do tabuleiro;
- Montagem do gradil do tabuleiro;
- Aplicação de camada intermédia das guardas (lado interior);
- Aplicação de acabamento das guardas (lado interior);



*Figura 5-36 Subdivisão da atividade de tratamento das superfícies metálicas*

Desta forma não existiram tempos de paragem, pois enquanto se procedia à alteração dos meios de acesso, os colaboradores iniciavam uma nova fase onde não fosse necessário meios de acesso e não coincidissem com outras atividades.

Esta divisão foi idealizada após a revisão dos meios de acesso e a decisão de desmontar o tabuleiro, esta última atividade, no planeamento inicial, não existia, tendo sido apresentada pelo estagiário ao diretor de obra, com base na experiência do cargo de encarregado geral, antes desempenhadas.

Esta desmontagem trouxe mais valias a nível técnico e de qualidade, permitindo proceder a um bom tratamento de superfícies nas zonas de contacto entre o gradil e a estrutura. Desta forma deixou de existir zonas de difícil acesso, como é sugerido na ISO 12944-3.

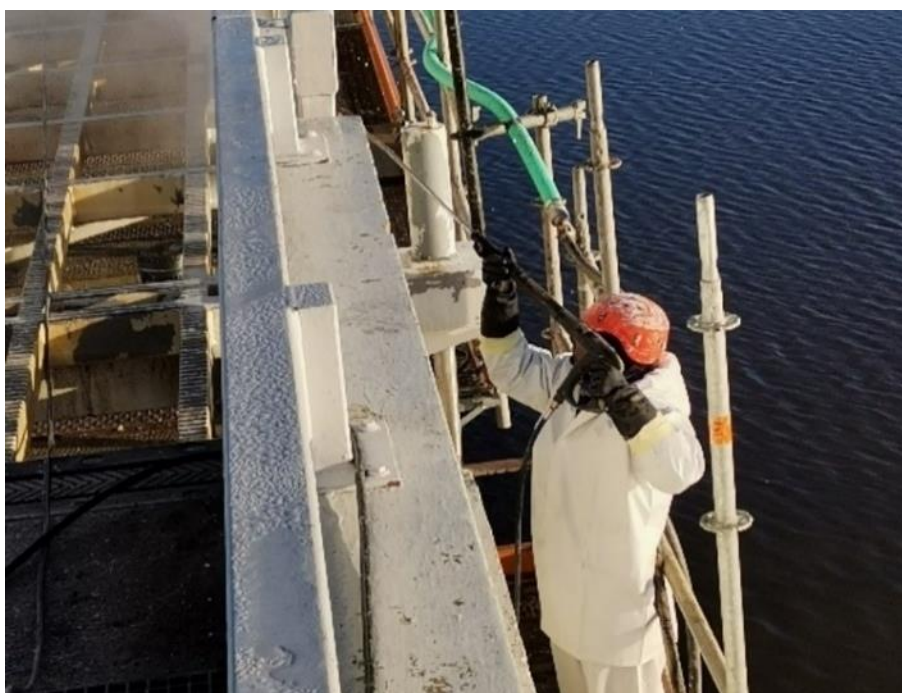
A desmontagem foi feita com auxílio de parafusadoras de impacto e ferramentas manuais. Os gradis após serem desmontados eram deslocados manualmente, com auxílio de equipamentos de movimentação de cargas para a parte final da fase seguinte e aí eram acondicionados, de modo a serem lavados antes de serem novamente montados. (Figura 5-37)



*Figura 5-37 Gradis de tabuleiro da fase 1 acondicionados.*

A preparação da superfície é considerada a etapa mais importante de todo o processo de tratamento de superfícies. Esta preparação foi realizada com o objetivo de remover da superfície todos materiais que possam impedir o contacto da tinta com a mesma e criar um adequado perfil de rugosidade capaz de permitir uma boa aderência a todo o esquema estipulado para a pintura, nomeadamente 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 suscetíveis de impedir uma perfeita adesão da mesma. A lavagem das superfícies foi realizada com jato de água a elevada pressão.



*Figura 5-38 Lavagem das superfícies a alta pressão.*

De acordo com o Caderno de Encargos, a estrutura metálica da ponte foi limpa e preparada limpas num grau de limpeza St2 / St3 conforme a norma EN ISO 8501 (ISO, 2011) e EN ISO 12944-4 (IPQ, 2017) nas zonas onde existia corrosão ou material metálico em contacto com o ambiente Nas outras áreas, as superfícies foram preparadas apenas com a remoção da última camada de tinta, de modo a que existisse compatibilidade e aderência entre as tintas existentes e as aplicadas. Para a preparação das superfícies foram utilizadas diversas ferramentas e equipamentos manuais e mecânicos, tais como: martelos de agulhas, escovas rotativas, raspadeiras, escovas de arame, lixadeiras, etc. (Figura 5-39 e 5-40)



Figura 5-39 Colaboradores na preparação de superfície.

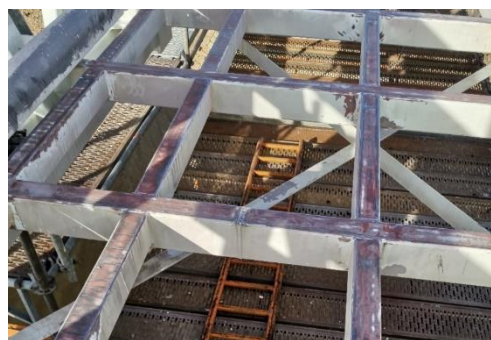


Figura 5-40 Superfícies preparadas.

Na aplicação das tintas foram respeitadas integralmente as recomendações técnicas de preparação e aplicação indicadas nas fichas técnicas dos produtos, nomeadamente no condicionamento das tintas, e na sua preparação. De igual forma, foram rigorosamente respeitadas as circunstâncias limitativas da aplicação de temperaturas e humidade.

Não foi aplicada tinta em condições climatéricas de chuva, nevoeiro ou vento forte.

Uma das preocupações existentes por todos os colaboradores ligados a esta atividade foi o evitar de acumular resíduos de tinta seca nos recipientes e em todos os utensílios utilizados na aplicação de tinta.

Todas as tintas indicadas foram aplicadas 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). (Figura 5-41 a 5-44)

No estaleiro existia equipamento pneumático para a aplicação de tinta como bombas de pintura airless e bombas de pintura de panela ou também conhecidas como bombas de pintura convencionais. Mas estas nunca foram utilizadas por vários motivos, que estão descritos de seguida:

- O custo que iria existir no aluguer do compressor com capacidade de suportar estes equipamentos;
- O custo do encapsulamento de todos os meios de acesso para que se evitasse que as partículas de tinta fossem dispersas através do vento;
- A quantidade de tinta também iria subir devido à percentagem de percas que está associada à aplicação por via pneumática;
- A aplicação por via pneumática não dispensava a aplicação por via manual das zonas de ângulos reduzidos, ou de fraca visibilidade para o pintor, o designado *strapping*, e a empreitada ainda tinha muitas zonas deste tipo;

- A resposta muito favorável dos colaboradores na realização da atividade através da aplicação por via manual das tintas.



Figura 5-41 Primário de alumínio aplicado.

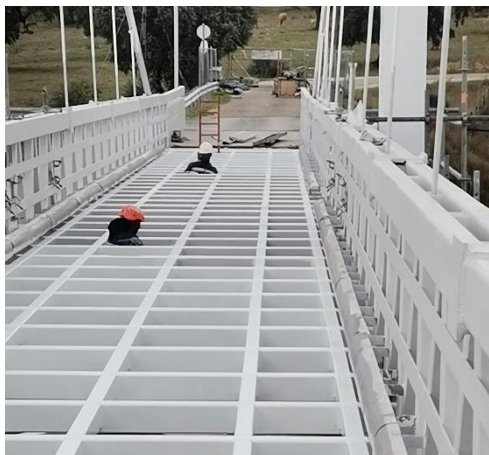


Figura 5-42 Aplicação da primeira demão de tinta de poliuretano.



Figura 5-43 Suporte do tabuleiro já concluído a nível de pintura.





Figura 5-44 Vista inferior do tabuleiro já montado.

Antes de se aplicar qualquer camada de tinta era feito o registo da espessura da demão antes aplicada com auxílio de um medidor de espessuras digital e de acordo com a ISO 2063 (ISO, 2017), assim foi possível corrigir espessuras baixas antes da aplicação de uma nova demão.



Figura 5-45 Medidor de Espessuras digital.

Todos os dados recolhidos, condições climatéricas, espessuras e lotes de fabrico das tintas foram registadas de modo a no final poderem ser elaboradas as fichas de inspeção na produção (FIP) como é visível na Figura 5-46 estando no ANEXO V Ficha de inspeção na produção para melhor leitura.

 <b>Sociedade</b> Lisbonense de Metalização, S.A.		 certificada acreditada IIC		<b>FICHA DE INSPECÇÃO NA PRODUÇÃO</b> PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES E REVESTIMENTO ANTICORROSIVO <b>Surface preparation and Coatings application - Inspection Report</b>				LOCAL / Site <b>Pte Ervedal</b>					
NOSSO CLIENTE / Our Client <b>CM Avis</b>		OBJECTO / Object <b>1º Terço ( De Figueira e Barros -&gt; Ervedal)</b>		N/ REF. / Our Ref. <b>Obra 2025</b>		NUMERO / Report No <b>FIP. 1</b>							
REFERÊNCIA / Reference <b>Reabilitação da Ponte de Ervedal e Figueira e Barros</b>		PARTE / Part <input type="checkbox"/> EXTERIOR / External <input type="checkbox"/> INTERIOR / Interna											
<b>PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES DE AÇO / Surface preparation of steel</b>													
INICIO / Start (DIA-HORA / Day-Hour) <b>D 2020 - 10 - 09 H 09 : 00</b>		FIM / End (DIA-HORA / Day-Hour) <b>D 2020 - 10 - 12 H 12 : 00</b>		<b>O INSPECTOR</b> Inspector									
ESTADO DAS SUPERFÍCIES E SOLDADURAS / Condition of welds and sharp edges <input type="checkbox"/> ACEITE / Pass <input type="checkbox"/> DEFICIENTE / Fail													
GRAU DE ENFERRUJAMENTO / Rust grade - ISO 8501-2 <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D													
CONDIÇÕES AMBIENTAIS / Ambient conditions AT 20,5 °C RH % 40.1 DP °C 23.1 ST °C 29.6													
GRAU DE LIMPEZA / Surface cleanliness - ISO 8501-2 <input type="checkbox"/> Sa3 <input type="checkbox"/> Sa2½ <input type="checkbox"/> Sa2 <input checked="" type="checkbox"/> St2/St3 - RUGOSIDADE / Surface profile N/A													
<b>REVESTIMENTO / Coating</b>		<b>CAMADA / Coat - 1</b>		<b>CAMADA / Coat - 2</b>		<b>CAMADA / Coat - 3</b>							
INICIO / Start (DIA-HORA / Day-Hour) <b>D 2020 - 10 - 12 H 14 : 00</b>		<b>D 2020 - 10 - 19 H 9 : 30</b>		<b>D 2020 - 11 - 03 H 8 : 30</b>		<b>D 20 - - - H - : -</b>							
PRODUTO Product	FABRICANTE / Supplier International		International		International								
	REFERÊNCIA / Reference Interseal 670 HS Alumínio		Interseal 670 HS RAL 7047		Interthane 990 SG Branco								
	LOTE / Batch Nr - Part A 2240097010		2330002014		2339352075								
	LOTE / Batch Nr - Part B VK 1139 RG		VJ 0757 RG		2330058030								
LOTE / Batch Nr - Part C													
DILUIÇÃO COM / Solvent and dilution - 5 %		- 5 %		- 5 %		- 5 %							
ESPECIFICAÇÃO / Specification 110 µm		110 µm		75 µm		µm							
MÉTODO APLICAÇ. / Application Method <input checked="" type="checkbox"/> MANUAL / Hand <input type="checkbox"/> PISTOLA / Spray		<input checked="" type="checkbox"/> MANUAL / Hand <input type="checkbox"/> PISTOLA / Spray		<input checked="" type="checkbox"/> MANUAL / Hand <input type="checkbox"/> PISTOLA / Spray		<input type="checkbox"/> MANUAL / Hand <input type="checkbox"/> PISTOLA / Spr							
CONDIÇÕES AMBIENTAIS Ambient conditions		AT - °C 20.5 19.7	RH - % 40.1 58	DP - °C 23.1 16.6	ST - °C 29.6 20.6	AT - °C 8 19.7	RH - % 65.9 77	DP - °C 3.2 15.5	ST - °C 8.9 20.1	AT - °C 12.8 16.9	RH - % 82 71.4	DP - °C 9.8 11.7	ST - °C 13.3 15.2
FIM / End (DIA-HORA / Day-Hour) <b>D 2020 - 10 - 12 H 18 : 00</b>		<b>D 2020 - 10 - 30 H 17 : 00</b>		<b>D 2020 - 11 - 10 H 17 : 00</b>		<b>D 20 - - - H - : -</b>							
ASPECTO VISUAL E COR Appearance and color conformity <input checked="" type="checkbox"/> ACEITE / Pass <input type="checkbox"/> DEFICIENTE/Fail		<input checked="" type="checkbox"/> ACEITE / Pass <input type="checkbox"/> DEFICIENTE/Fail		<input checked="" type="checkbox"/> ACEITE / Pass <input type="checkbox"/> DEFICIENTE/Fail		<input type="checkbox"/> ACEITE / Pass <input type="checkbox"/> DEFICIENTE/F							
ESPESSURA SECA / D.F.Thickness (µm)		Mín. 131	Max. 220	Méd./AVG 180	Mín. 231	Max. 330	Méd./AVG 270	Mín. 376	Max. 420	Méd./AVG 400	Mín.	Max.	Méd./AV
O INSPECTOR / Inspector													

Imp.Proc.07-02\_b Nota/Note: AT (Temperatura Ambiente/Ambient Conditions) ; RH (Humidade Relativa/Relative Humidity) ; DP (Ponto de Orvalho/Dew Point) ; ST (Temperatura de Superfície/Surface Temperature)

Figura 5-46 FIP Ficha de inspeção na produção.

## 5.9 Trabalhos de metalomecânica

As operações de metalomecânica não foram iniciadas de acordo com o planeamento, por o subempreiteiro não poder iniciar os trabalhos devido à remoção do tabuleiro que não estava previsto no planeamento.

A reparação da guarda metálica foi executada de acordo com o que vinha sugerido em projeto (Figura 5-47). Tal não aconteceu na substituição dos guarda-rodas.

A substituição dos guarda-rodas não foi executada de acordo com o projeto devido a ser menos dispendioso trocar todo o guarda rodas ao invés de substituir apenas parte dele como indicava o projeto (Figura 5-47). O guarda rodas novo foi criado com o comprimento total do guarda-rodas existente com 3 m sendo mais fácil remover na totalidade este e colocar o novo do que a cortar e soldar a meio do elemento. Esta opção foi decidida e aprovada por todos os intervenientes, dono de obra, empreiteiro e subempreiteiro.



Figura 5-47 Pormenor dos elementos metálicos a substituir. (Edgar Cardoso - Engenharia e laboratório de estruturas, 2020)

Os elementos em aço que foram substituir os danificados são em aço S235JR<sup>1</sup> de acordo com a especificação do projeto.

Enquanto a substituição da guarda metálica foi com barra de aço com as dimensões iguais às da guarda existente, já o guarda-rodas teve de ser fabricado em oficina com auxílio da calandra de modo a dar a forma idêntica ao que existia. Após o seu fabrico este foi transportado para a sede da empresa, para se proceder ao tratamento anticorrosivo. Este tratamento este que foi aplicado de modo igual ao que foi utilizado em obra exceto as demãos de acabamento. Após a sua montagem as zonas das soldaduras foram retocadas com o esquema de pintura anticorrosiva, o mesmo se fazendo a todas as zonas danificadas durante o transporte e montagem dos elementos.

Os cortes e as soldaduras foram executadas por operadores devidamente qualificados e que procuraram sempre realizar as ações de corte e soldadura 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

---

<sup>1</sup> 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.

encontravam na superfície. Foram utilizados elétrodos básicos que se encontravam igualmente secos.

Com a soldadura finalizada, esta foi afagada de acordo com a EN ISO 12944-3 (IPQ, 2017) de modo a que esta não ficasse com imperfeições e ser mais fácil a sua pintura, como se verifica na Figura 5-48



*Figura 5-48 Elementos já substituídos.*

O guarda-rodas removido tinha cerca de 1,5 m e estava em boas condições. Este foi utilizado por troços para reparar alguns guarda-rodas que não estavam mencionados no mapeamento, procedendo-se ao corte e soldadura de pequenas secções destes como é visível na Figura 5-49.



*Figura 5-49- Extremidade de guarda rodas substituída.*

Para além destes elementos antes referidos, foram efetuadas algumas reparações nas guardas da ponte, nomeadamente na guarda que contorna o encontro da extremidade do lado de Figueira e Barros que apresentava um dano, resultado de colisão de veículos (Figura 5-50). Este dano foi reparado através do enchimento através do processo de soldadura. Como mostra a Figura 5-51, esta reparação foi assim efetuada devido a não estar contemplada nas atividades da subempreitada adjudicada. Sendo um serviço prestado a pedido ao subempreiteiro e que este aceitou, estando limitado por não ter outra solução na altura em obra e para evitar uma nova deslocação de colaboradores esta foi resolvida assim com conhecimento do dono de obra e da fiscalização.



*Figura 5-50 Elementos metálicos danificados, resultado de colisões de veículos.*



*Figura 5-51 Dano reparado.*

Outros trabalhos de serralharia foram a reparação das bainhas em meia cana de proteção dos cabos principais (Figura 5-52).

A resolução desta patologia foi efetuada apenas com o auxílio de ferramentas mecânicas devido a não ser aconselhável retirar este elemento do lugar (Figura 5-53).



*Figura 5-52 Bainha em meia cana de proteção dos cabos principais danificada.*



*Figura 5-53 Bainha em meia cana de proteção dos cabos principais reparada.*

Todas as reparações foram devidamente limpas e desengorduradas para serem devidamente pintadas de acordo com o esquema de pintura especificado para superfícies metálicas. Como se pode verificar na Figura 5-54.



*Figura 5-54* Reparação com primário de alumínio aplicado.

## **5.10 Trabalhos nos elementos**

### **5.10.1 Cabos**

Segundo o relatório disponibilizado pelo responsável do projeto os cabos poderiam apresentar algumas anomalias, talvez devido ao aspeto que estes tinham na data da inspeção. Para além da reparação já referida das bainhas antivandalismo, os cabos encontravam-se em boas condições. Após a lavagem foram inspecionados visualmente em conjunto com a fiscalização e estes não tinham qualquer anomalia, (Figura 5-55) procedeu-se à pintura destes com o esquema especificado para as superfícies metálicas (Figura 5-56). Esquema este que também era apropriado para superfícies em inox, material das bainhas antivandalismo.



*Figura 5-55 Estado dos cabos após a lavagem.*



*Figura 5-56 Aspeto dos cabos pintados.*

Para além destes trabalhos também foi feita a selagem das amarrações dos cabos principais nos encontros. Esta operação constou na aplicação de mástique, Sikaflex- PRO 11 FC, da SIKA nos negativos dos cabos como é verificado na Figura 5-57.



*Figura 5-57 Selagem dos cabos nos encontros.*

### **5.10.2 Tabuleiro**

Neste elemento os trabalhos preconizados era apenas o aperto das fixações. Com a decisão da desmontagem dos gradis que compoñam o tabuleiro este elemento ficou com mais atividades.

Como foi referido anteriormente os gradis foram desmontados com auxílio de aparafusadoras de impacto, e ferramentas manuais, como chaves de bocas e de caixa, e por vezes foi auxiliada com a lubrificação das fixações, para permitir a mais rápida remoção dos grampos que faziam a fixação dos gradis.

Os gradis foram movimentados com ajuda de um porta-paletes, para o final da próxima fase do tabuleiro.

Após a conclusão dos trabalhos de pintura e estes serem devidamente inspecionados os gradis eram lavados com jato de água a elevada pressão, e novamente montados no seu local de origem.

O aperto das fixações foi efetuado com auxílio das aparafusadoras de impacto e confirmado o aperto das fixações com auxílio de uma chaves dinamométricas calibrada para o efeito.



*Figura 5-58 Tabuleiro montado e devidamente fixo.*

### **5.10.3 Tirantes**

As operações nos tirantes que estavam no mapa de quantidades eram a substituição das braçadeiras de fixação dos mesmos e a substituição do material de injeção existente.

A substituição das braçadeiras foi executada por colaboradores da SLM. Já a substituição do material de injeção foi executado por um subempreiteiro especializado.

A substituição das braçadeiras consistiu em remover as braçadeiras existentes, danificadas e corroídas, com auxílio de equipamento mecânico e substituí-las por braçadeiras novas.

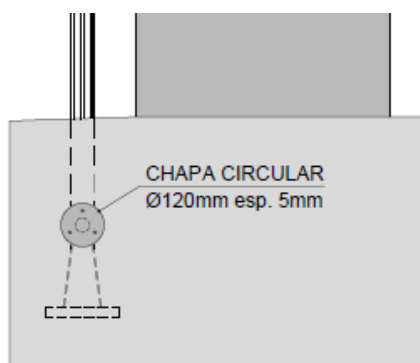
As braçadeiras que foram aplicadas são de aço inox 316, fixas com varão roscado M10 de aço inox através da aplicação de ancoragem química Sika AnchorFix®-3030 da SIKA. (Figura 5-59)



*Figura 5-59 Braçadeira substituída de tirante.*

A substituição do material de injeção do tirante, como foi escrito antes, estava entregue a um subempreiteiro. Para a segurança destes operadores foi montada uma linha de vida horizontal na base do encontro de modo a minimizar o risco de queda à água dos operadores.

A operação de remoção do material de injeção iniciou-se com a fixação de chapas metálicas no furo de injeção nas faces dos maciços de ancoragem conforme o pretendido em projeto (Figura 5-60), fixa com ancoragem química Sika AnchorFix®-3030 da SIKA. Nestas chapas foram montadas válvulas, tal como no capacete do tirante para ajudar à remoção e substituição do material de injeção.(Figura 5-61)



*Figura 5-60 Pormenor de projeto em relação às chapas. (Edgar Cardoso - Engenharia e laboratório de estruturas, 2020)*



*Figura 5-61 Chapa metálica com a válvula montada*

O material foi removido com auxílio da máquina de lavar de alta pressão, de água quente, ar comprimido e da máquina de injeção de resinas. Segundo o projeto o material existente seria constituído por massa consistente ou cera de petróleo, materiais estes que quando aquecidos ficam mais fluidos permitindo a sua remoção. Com a projeção de jato de água quente sobre o tirante e com auxílio de ar comprimido o material foi recolhido na zona inferior através da máquina de injeção invertida, possibilitando a recolha controlada dos resíduos de modo a evitar que estes entrassem em contacto com a água da albufeira. (Figura 5-62 e 5-63) Os resíduos provenientes dos tirantes estavam à responsabilidade do subempreiteiro.



*Figura 5-62 Utilização de ar comprimido para expulsar ao material de injeção.*



*Figura 5-63 Remoção do material com auxílio da máquina de injeção invertida.*

Após a remoção dos resíduos, os capacetes foram desmontados e devidamente limpos e desengordurados, sendo criada uma purga de ar para auxiliar na parte final da injeção.

Com os capacetes já devidamente montados deu-se início a injeção do material de injeção SRS-B 1751 D, da RESIPOLY CHRYSOR, através do auxílio da máquina de injeção de resinas. Após a saída do material na purga criada no capacete, e a garantia que a válvula montada neste, foi fechada, o processo foi repetido nas válvulas instaladas nas chapas metálicas instaladas nas faces dos maciços de ancoragem.

Após a cura do material, e seguindo as indicações do subempreiteiro, as válvulas foram desmontadas e trocadas por tampões. Esta operação já foi elaborada por colaboradores da SLM para evitar novas deslocamentos do subempreiteiro.



*Figura 5-64 Aplicação do material de injeção do tirante.*



*Figura 5-65 Injeção concluída.*

Esta atividade não pôde ser realizada por completo. Devido à altura em que esta foi elaborada, o nível da barragem já ultrapassava os furos de injeção do encontro de Ervedal. Estes trabalhos que ficaram por finalizar estão mapeados no ANEXO VIII Relatório de conclusão de obra 2025.

#### 5.10.4 Juntas de dilatação

Esta atividade foi executada pelos subempreiteiros que executaram as injeções nos tirantes.

Esta operação consistiu na limpeza das juntas de dilatação executada com auxílio máquinas de lavar de alta pressão, procedendo a uma limpeza com jato de água com a pressão a rondar os 200 bar.

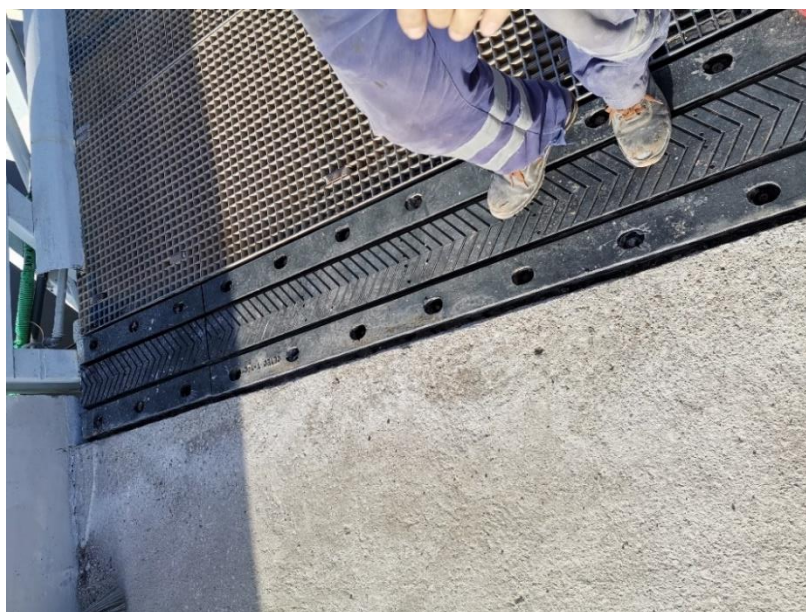
As cavidades de aperto da junta de dilatação estavam preenchidas com um material que aparentava ser de origem cimentícia. Esta argamassa foi removida com auxílio de martelos demolidores e ferramentas manuais, (Figura 5-66) de modo a ser possível o acesso às fixações da junta de dilatação.



*Figura 5-66 Remoção da argamassa de preenchimento das cavidades de aperto.*

As bandas de transição (aberturas laterais entre a junta e o betão) eram compostas por um material aborrachado (resiliente), que foi removido com recurso a ferramentas manuais de corte.

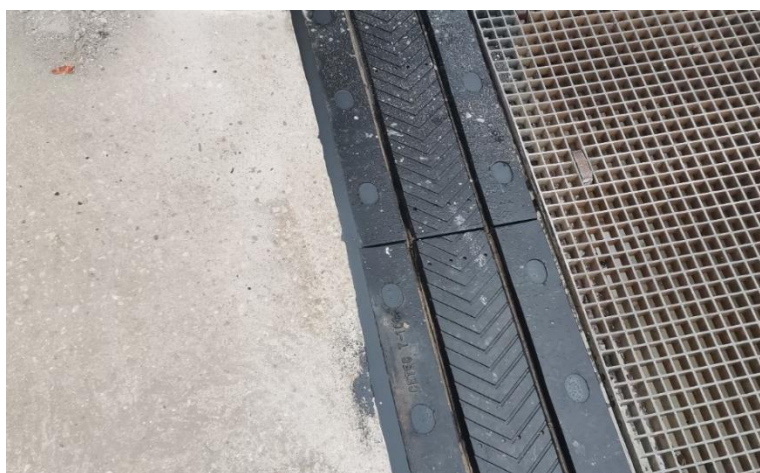
Após estas remoções a junta de dilatação foi novamente lavada (Figura 5-67), sendo revisto à posteriori o momento de aperto dos parafusos.



*Figura 5-67 Junta de dilatação devidamente limpa.*

O preenchimento das bandas de transição foi feito com um selante de alto desempenho para pavimentos, Colpor 200PF, da FOSROC. Nesta tarefa em atenção os níveis da rasante, a fim de evitar a existência de descontinuidades que acelerariam a degradação do conjunto. (Figura 5-68)

As cavidades, após o aperto final dos parafusos, foram preenchidas com uma resina acrílica de endurecimento rápido, Polyac Ancor, da RESIPLAST. (Figura 5-68)



*Figura 5-68 Aspecto final da junta de dilatação*

### 5.10.5 Pendurais

Os pendurais da ponte foram tratados como as superfícies metálicas, com a exceção das zonas de ligação dos pendurais com a carlinga do tabuleiro

Esta zona foi selada conforme pedido no caderno de encargos e apresentado em projeto (Figura 5-69). Nesta selagem foi aplicado de mástique, Sikaflex- PRO 11 FC de cor branca, da SIKA, de modo a permitir uma pintura mais fácil. (Figura 5-70)

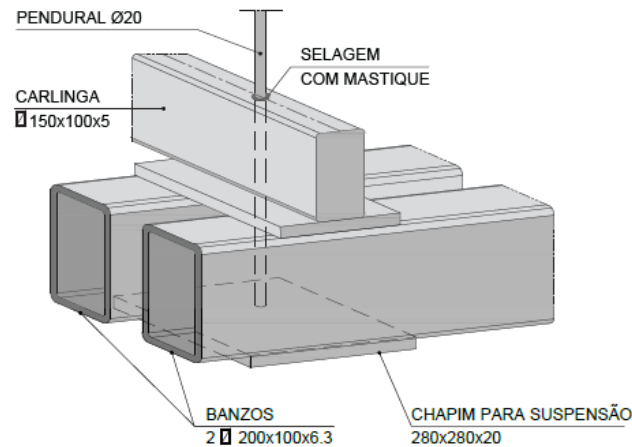


Figura 5-69 Pormenor do pretendido em projeto. (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020)



Figura 5-70 Pendural selado com mástique branco.

### 5.10.6 Aparelhos de apoio

Nos aparelhos de apoio apenas foi feita uma limpeza superficial destes e pintura com o esquema de pintura das superfícies metálicas, como era referido no caderno de encargos e recomendado no relatório.

### 5.11 Execução de caixas de visita

Esta operação constava na conceção de duas caixas de visita em betão armado, uma em cada extremidade dos encontros, de modo a poder ser feita uma inspeção os escoramentos dos cabos principais. O pormenor da construção das caixas de visita está representado na Figura 5-71, estando todos os desenhos no ANEXO VII Pormenores de execução de reabilitação para melhor visualização.

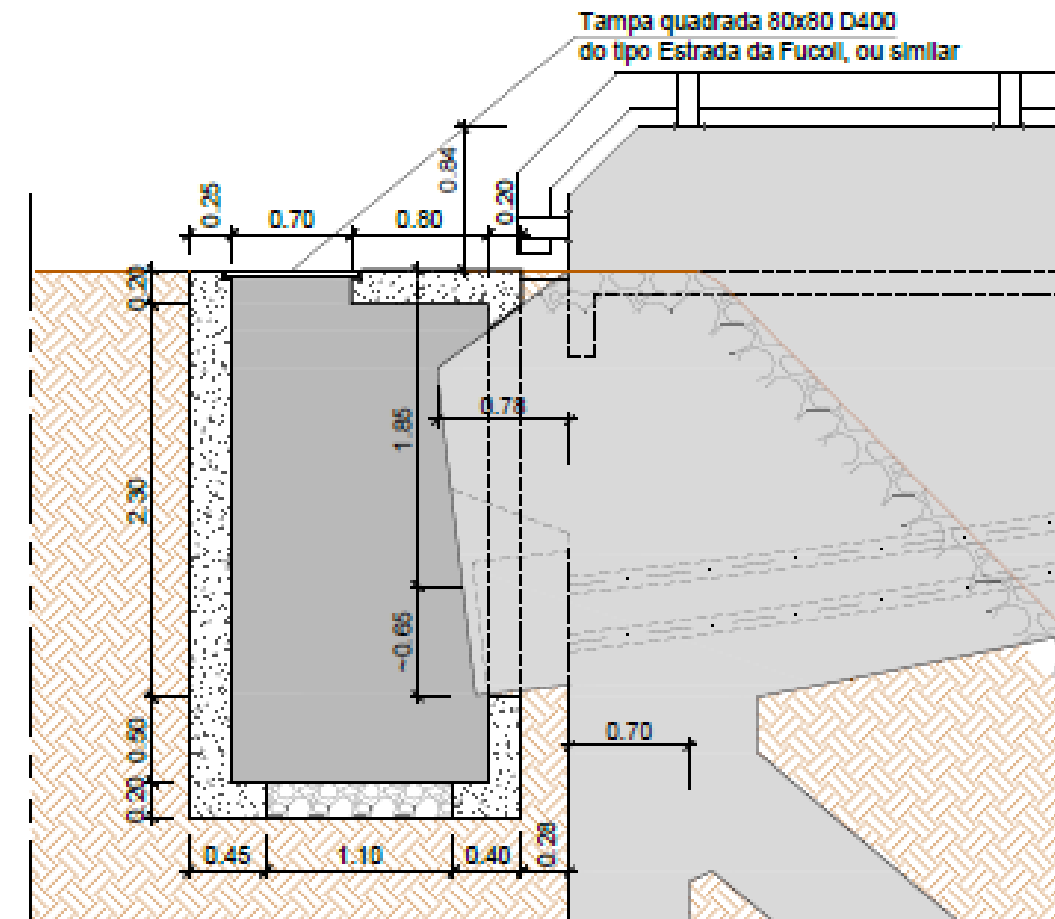


Figura 5-71 Pormenor das caixas de visita. (Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, 2020)

Esta atividade foi sem dúvida o calcanhar de Aquiles da empreitada, por vários motivos. Primeiro por a SLM não ter colaboradores disponíveis capazes de executar tal tarefa,

devido à única equipa de armadores e carpinteiros de cofragem estar alocada a uma outra empreitada de grandes dimensões e estar a decorrer em simultâneo com esta.

Devido a isso contactou-se vários subempreiteiros que geralmente colaboram com a SLM, mas estes devido ao pico de trabalhos que existia e à distância a que esta empreitada se encontrava de Lisboa, não se mostraram interessados em colaborar.

Então procurou-se subempreiteiros locais, mas estes também não se encontraram interessados na empreitada.

Numa reunião com o dono de obra onde se expôs este problema, este sugeriu uma empresa que estava a executar outra empreitada para a Câmara Municipal de Avis.

Este visitou a obra e mostrou-se interessado, mas tínhamos o problema de este estar numa empreitada com prazo mais longo que a nossa.

Com estes contratemos nesta atividade, a empreitada foi evoluindo e o tempo para executar tal operação ficou muito escasso.

Então numa reunião posterior pedimos a este empreiteiro estivesse presente e apresentasse as suas possíveis datas de execução dos trabalhos de modo a entrar em consenso com o dono de obra.

As possíveis soluções que estariam em causa nessa reunião seriam: o prolongamento do prazo de obra, mas este não interessava ao dono de obra. Outra era entrar “acordo” de modo ao dono de obra autorizar que esta atividade fosse executada numa outra data sem causar prejuízo a deste. Outra possibilidade era a atividade não ser realizada e a SLM ser lesada devido a não cumprir o contrato de empreitada. Esta solução também não era do agrado do dono de obra nem da entidade executante, devido a esta operação ser imprescindível, segundo o responsável do projeto, pois os escoramentos não tinham sido inspecionados desde a reabilitação da ponte de 1995.

O dono de obra então decidiu-se por definir que este trabalho seria feito noutra data a definir. O importante era a construção das caixas.

Os trabalhos que ficaram por finalizar estão mapeados no ANEXO VIII Relatório de conclusão de obra 2025.

## **5.12 Controlo Desenvolvido**

Neste capítulo serão descritos os diversos controlos efetuados em obra, de forma a cumprir todas as normas e objetivos.

### **5.12.1 Controlo da Qualidade**

Para um bom controlo da qualidade, é possível dividir este assunto em duas componentes: controlo de qualidade dos materiais e controlo da boa execução de trabalhos.

O controlo da qualidade dos materiais, previamente à encomenda e entrada em obra de qualquer material, foram dados a conhecer ao dono de obra e à fiscalização. Estes pedidos de aprovação de materiais eram executados pela técnica de logística e preparação de obra, por vezes com auxílio do estagiário, e enviados para a fiscalização para aprovação. Uma vez aprovados os materiais, efetuava-se então a encomenda e os materiais entravam em obra.

Relativamente ao controlo da boa execução de trabalhos, este era exercido, sobretudo, visualmente. O encarregado era presença constante em obra, verificando que todos os trabalhos eram feitos de acordo com as diretrizes da direção de obra, e corrigindo quando necessário. Da parte da direção de obra e do estagiário, esse controlo visual também era exercido diariamente. Caso houvesse correções a apontar, tais eram alertadas ao encarregado, que depois transmitia a mensagem aos subempreiteiros.

Contudo, houve ocasiões em que os alertas vieram da fiscalização. Nem sempre havendo consenso quanto à conformidade de determinados elementos ou técnicas adotadas. Houve lugar a discussões, que eram resolvidas em conformidade acordo entre todas as entidades envolvidas. A fiscalização exercia também um controlo visual quase diário, sendo que a sua presença não era a tempo integral na empreitada.

### **5.12.2 Controlo de Prazos / Planeamento**

De forma a garantir um bom controlo de prazos da obra, era feito semanalmente um planeamento de trabalhos para a semana seguinte reportado no ANEXO III Relatório do estado da obra 2025.

Geralmente na semana anterior à entrada de um subempreiteiro, este era convocado para uma reunião, ou contactado, para que confirmasse o estado da obra e alertasse para possíveis reparos ou necessidades que este pretendia, de modo a não ocorrerem atrasos nas suas atividades. Com o decorrer das subempreitadas eram consultados os responsáveis em obra sobre o estado da empreitada. O estagiário teve a responsabilidade de fazer esses contactos e informar os quadros técnicos dos seus contatos, sendo a prioridade a divulgação das exigências ou reparos ao diretor de obra e ao encarregado de modo a não falhar nada.

### **5.12.3 Controlo de Custos**

Semanalmente o estagiário estava incumbido de divulgar os gastos de mão-de-obra através do ANEXO III Relatório do estado da obra 2025.

Neste relatório as horas de mão-de-obra eram registadas por atividade e deste modo a direção de obra tinha noção do estado da obra.

Como é visível na Figura 5-72 era dado a conhecer o estado de cada atividade, e as horas por ela gasta. Por exemplo na operação de reparação de betão, as horas já estavam excedidas, mas a direção de obra já estava ao corrente desta situação devido à partilha semanal do relatório de obra.

CÓDIGO CAP.	DESIGNAÇÃO DOS CAPÍTULOS IDENTIFICAÇÃO DOS TRABALHOS	UNI D.	QUANT.	conclusao	Total de horas orçamentadas	Total de horas executadas
<b>HORAS PERDIDAS DEVIDO ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS</b>					0	<b>291</b>
<b>01</b>	<b>TRABALHOS PREPARATÓRIOS</b>					
01.01	Mobilização e Desmobilização de equipamentos e estaleiro	vg	1,00	100%		0
01.02	Limpeza Geral e Preparação do Local	vg	1,00	100%	96	56
01.03.01	Corte de árvores	un.	4,00	100%	32	32
01.03.02	Limpeza de taludes	m2	810,00	100%	91	79
01.03.03	Limpeza de superfícies de betão	m2	700,00	100%	354,00	341
01.03.04	Limpeza de superfícies metálicas	m2	1800,00			
01.03.05	Limpeza de juntas de dilatação	ml	6,00	100%		
02.01.01	Restabelecimento ou reconstrução de taludes com pedra arrumada	m3	10,00	100%	600	119
02.02.01	Reparação superficial do betão	m2	10,00	100%	16	39
02.02.02	Reparação do betão em profundidade	m2	1,00			

Figura 5-72 Pormenor de um relatório semanal.

Para além dos contratemplos que foram relatados nas várias atividades descritas antes, as condições climáticas, também causaram alguns dissabores no planeamento. Na última fase, onde já não havia muitas frentes de trabalho tornando inviável fazer outras atividades que pudessem ser executadas com condições atmosféricas impróprias para pintura. No final do ano e com o inverno a entrar, por vezes não existiam mesmo condições para qualquer tipo de serviço. Exemplo disso é a Figura 5-73 onde é perceptível a intempérie que se abateu sobre a empreitada inviabilizando a realização de qualquer tipo de trabalho.



*Figura 5-73 Exemplo de um dia de intempérie.*

#### **5.12.4 Controlo de Segurança**

Ao nível do controlo de segurança, destaca-se a assídua presença da técnica de segurança da obra que corrigia potenciais elementos de risco, com auxílio do estagiário, tais como:

- Garantir que os trabalhadores estão a usar todos os EPI's de acordo com a atividade que desempenhavam;
- Uso de arnês para trabalhos em altura ou em planos inclinados;
- Aprovação de meios de acesso;

A preparadora em conjunto com a técnica de segurança eram responsáveis por validar os subempreiteiros antes da sua entrada em obra, garantindo que apresentavam toda a documentação legal necessária.

A qualquer trabalhador antes de entrar em obra eram entregues os EPI's, registando esta entrega, de modo a garantir que estes tinham os seus EPI's em obra. (Figura 5-74)

DISTRIBUIÇÃO DE EPI				
Entidade Empregadora: UTILPREST				
Nome do Trabalhador			Categoria	Trab. N.º
[Redacted]			PINTOR	
Quantidade	Designação do EPI	Riscos <sup>(1)</sup>	Recepção <sup>(2)</sup>	Devolução final <sup>(3)</sup>
1	Capacete de Protecção	(3); (4)	Data: 26/10/20 Ass.: [Signature]	Data: / / Ass.: /
1	Botas de Protecção (Sola e biqueira de aço)	(4); (5)	Data: 26/10/20 Ass.: [Signature]	Data: / / Ass.: /
1	Colete Reflector	(16)	Data: 26/10/20 Ass.: [Signature]	Data: / / Ass.: /
1	Luvras de Protecção Química/Mecânica	(17)	Data: 26/10/20 Ass.: [Signature]	Data: / / Ass.: /
1	Óculos de Protecção	(6)	Data: 26/10/20 Ass.: [Signature]	Data: / / Ass.: /
1	Fato de Trabalho	(4); (6)	Data: 26/10/20 Ass.: [Signature]	Data: / / Ass.: /
1	Cinto Trabalhos em Altura	(1)	Data: 26/10/20 Ass.: [Signature]	Data: / / Ass.: /
1	Auriculares	(18)	Data: 26/10/20 Ass.: [Signature]	Data: / / Ass.: /
			Data: / / Ass.: /	Data: / / Ass.: /

<sup>(1)</sup> Indicar códigos de acordo com a tabela abaixo      <sup>(2)</sup> Assinatura do trabalhador      <sup>(3)</sup> Assinatura de quem recebe

RISCOS A PROTEGER	
1 - Quedas em altura	11 - Contactos térmicos
2 - Quedas ao mesmo nível	12 - Contactos eléctricos
3 - Queda de objectos	13 - Exposição a radiações
4 - Pancadões por objectos ou ferramentas	14 - Exposição ao ruído
5 - Cortes por objectos ou ferramentas	15 - Exposição a vibrações
6 - Projecção de fragmentos ou partículas	16 - Visibilidade insuficiente
7 - Entalamento ou esmagamento por/entre objectos	17 - Dermatose ocupacional
8 - Escorregamento	18 - Auriculares
9 - Choque de objectos	19 -
10 - Exposição a temperaturas ambientais extremas	20 -

**DECLARAÇÃO**  
Declaro que recebi os Equipamentos de Protecção Individual acima mencionados, comprometendo-me a utilizá-los correctamente de acordo com as instruções recebidas, a conservá-los e mantê-los em bom estado, e a participar todas as avarias ou deficiências de que tenha conhecimento.

Trabalhador Ass.: [Signature]      Data: 26/10/20

Responsável pela Entrega do EPI: \_\_\_\_\_      Data: / /

Imp. Prac. 16-03\_9

Figura 5-74 Registo de entrega de EPI's.

### 5.12.5 Controlo Ambiental

Adotaram-se várias medidas de forma a garantir o controlo ambiental da obra.

Não sendo uma obra que criasse muitos resíduos, o problema destes resíduos era a natureza diversa deles. Os únicos resíduos pelos quais a entidade executante da obra não ficou responsável pela sua recolha, em acordo com o subempreiteiro, foram os resíduos provenientes da injeção dos tirantes. Os restantes foram da sua responsabilidade.

Existiu a necessidade de criar áreas com contentores para os vários resíduos provenientes da empreitada, devidamente identificados, de modo a estes fossem recolhidos, devidamente separados por empresa certificada para o efeito.

## 5.13 Entrega parcial da empreitada

No final obra ocorreu a entrega parcial da empreitada. Parcial devido a alguns trabalhos não estarem concluídos como mostra a Figura 5-75 estando mais perceptível no ANEXO VIII Relatório de conclusão de obra 2025

É de realçar os trabalhos que ficaram por concluir devido ao nível da barragem são a pintura de betão na zona submersível do pilar e no encontro do lado Ervedal; a injeção de material dos tirantes do encontro de Ervedal; e a desmontagem parcial dos meios de acesso do encontro de Ervedal.

Os taludes estavam concluídos, mas com a subida das águas, a fiscalização não deu como concluída a tarefa, com receio que existissem mais zonas aluídas no fundo do talude, ficando 10% da faturação desta atividade retida pelo dono de obra.

As caixas de visita ficaram por fazer e sem data definida para o seu início. Foi, no entanto, feito o acordo de quando a SLM/subempreiteiro tivessem disponibilidade fá-lo-iam

Os restantes trabalhos ficaram previstos serem realizados no final do verão do ano seguinte.

No final da obra existiu um saldo positivo de mão de obra gasta, apesar dos pequenos imprevistos como as condições climáticas adversas. Com é visível nas Figura 5-76 estando em ANEXO VIII Relatório de conclusão de obra 2025 todo o mapa da mão-de-obra consumida.

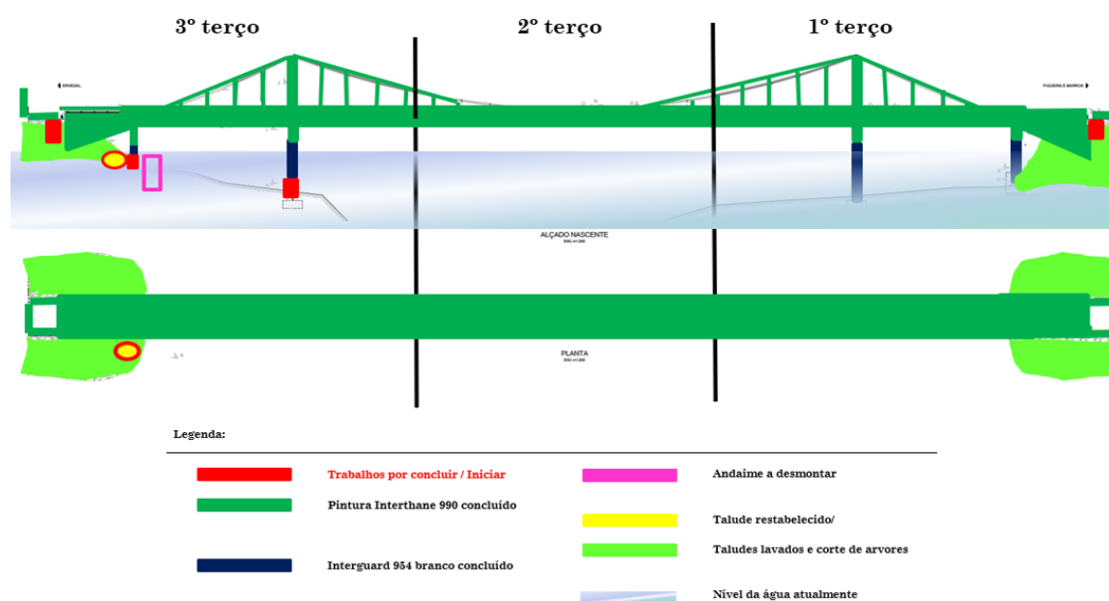


Figura 5-75 Mapeamento do final de obra.


EMPREITADA:	Câmara Municipal de Avis					
	Ponte do Ervedal sobre a Albufeira do Maranhão					
	PROJETO DE EXECUÇÃO			<b>Obra 2025</b>		
CÓDIGO CAP.	DESIGNAÇÃO DOS CAPÍTULOS IDENTIFICAÇÃO DOS TRABALHOS	UNI D.	QUANT.	conclusao	Total de horas orçamentadas	Total de horas executadas
	HORAS PERDIDAS DEVIDO ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS				0	291
<b>Conclusão da obra</b>				94%		
<b>Conclusão da obra/horas</b>				78%	3143	2465

Figura 5-76 Pormenor do controlo de horas feito.

## 5.14 Trabalhos executados em setembro de 2021

No final do mês de agosto de 2021 existiu um contacto por parte do dono de obra, no sentido de ver a disponibilidade das entidades envolvidas, que possivelmente já existiriam condições para concluir os trabalhos inacabados. As caixas de visita não eram, no entanto, possível executar, para evitar fechar a ponte novamente, mesmo que num espaço de tempo reduzido.

Devido a este contato o estagiário deslocou-se ao local para ter a confirmação das condições existentes. E logo no local procedeu ao contacto com os subempreiteiros envolvidos nas atividades que ficaram por concluir, nomeadamente o subempreiteiro dos meios de acesso, e o da injeção do material nos tirantes. Estes prontificaram-se a ir finalizar as suas tarefas, ficando acordado a segunda semana de setembro para finalizar os trabalhos.

Nessa data para além dos subempreiteiros, recorreu-se à equipa especializada em trabalhos verticais da SLM para finalizar a pintura das superfícies. Esta equipa foi requisitada para que a pintura do pilar e do encontro fosse possível sem existir a necessidade de criar novos meios de acesso, e principalmente também para não existir o constrangimento de um novo fecho da ponte do Ervedal.

Os subempreiteiros finalizaram as suas tarefas de acordo com o que foi mencionado nos subcapítulos anteriores.

Para a pintura das zonas submersíveis teve de ser criado um no Plano de Segurança e Saúde, devido à atividade ter de ser executada de maneira diferente do definido no início da empreitada.

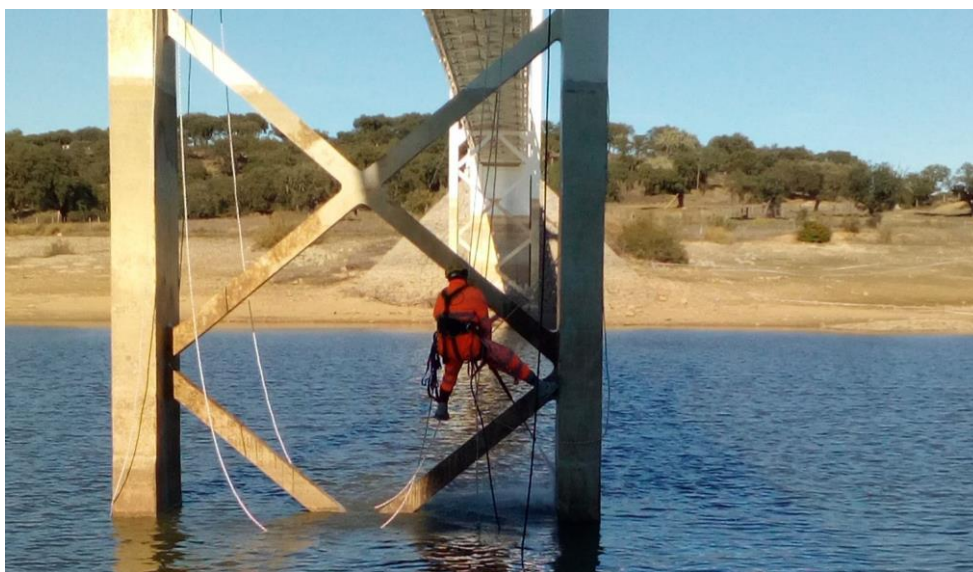
Com o PSS aprovado foi deslocada a equipa de trabalhos verticais com os equipamentos que necessitavam, e diferentes dos utilizados antes em obra devido às variantes existentes agora. Nomeadamente a inexistência de corrente elétrica e de água.

Os equipamentos deslocados para o local para além das condicionantes referidas foram selecionados de modo a evitar a deslocação de duas viaturas. Assim sendo foi deslocada a máquina de lavar a alta pressão automotora, um gerador para produzir corrente elétrica para a bomba de água e para o mexedor. Para além destes equipamentos toda a equipa levou consigo os seus EPI's específicos de trabalhos verticais.

Ao chegar à frente de obra procedeu-se a criação de ancoragem para as respetivas cordas. Estas ancoragens foram feitas nas guardas da ponte, de modo que os colaboradores pudessem executar o trabalho sem interferir com o tráfego da ponte. Foram criados 2 pontos de amarração por cada face lateral do pilar, pois cada colaborador tem de descer seguro a dois pontos, nomeadamente designados como linha de trabalho e linha de vida.

Após esta operação iniciou-se a lavagem da zona a interencionar utilizando a máquina de lavar a alta pressão com está visível na Figura 5-77.

Após a superfície secar completamente foi aplicado o esquema de pintura de forma manual para zonas submersíveis relembrado na Tabela 5 4



*Figura 5-77 Lavagem do pilar através de trabalhos verticais.*

*Tabela 5-4 Esquemas de pintura das superfícies de betão em Zonas submersíveis.*

**Esquemas de pintura das superfícies de betão em Zonas submersíveis**

1 x 50 a 75  $\mu$ m de Interzone 954 -Cinza

2 x 100  $\mu$ m Interzone 954 -Branco

---

## 6 Conclusão

---

Quando se iniciou o estágio, as expectativas eram elevadas. O estagiário tinha sido “promovido” para um cargo, para o qual se tinha esforçado, e que a empresa onde se encontrava deu-lhe essa oportunidade. Ao poder acompanhar uma empreitada desde o seu início, com funções diferentes às anteriormente executadas, e com à vontade e curiosidade de poder “estar” num projeto desta dimensão do início ao fim, visto que não era normal estar em obras desta envergadura mesmo na função de encarregado, foi um grande desafio.

Segundo o estagiário, os principais objetivos para este estágio podiam resumir-se em duas palavras: aprender e ajudar. Sabia que no princípio o seu contributo para a empresa, seria diminuto, contudo considerava que rapidamente aumentaria. Naturalmente, tinha também o grande objetivo de fazer um bom trabalho, para retribuir e poder renovar a confiança em si depositada, pela direção de obra e pela administração da empresa.

O grande choque do estagiário, sem dúvida, foram as várias tarefas confiadas à sua responsabilidade, principalmente as tarefas essencialmente “de escritório” com as quais não estava rotinado.

No entanto, o estagiário, procurou sempre ter uma presença frequente na frente de obra, de perceber como são feitas as coisas e como tudo acontecia, e claro ir recordando o anterior cargo. Por vezes, mesmo observando, acontecia não perceber o que eram ou para que serviam determinados trabalhos. Nesses casos, o estagiário questionava o encarregado, ou por vezes os responsáveis pela tarefa, que sempre se prontificaram a explicar tudo.

No decorrer do seu estágio, o estagiário pôde usufruir da aprendizagem que obteve no ISEL em diversas disciplinas, em especial, na unidade curricular de Patologia e Durabilidade da Construção. Aproveitando os conhecimentos adquiridos relativamente a tentar perceber a origem das patologias a reparar tal como as técnicas e cuidados nas reparações dos danos mapeados.

No que respeita à disciplina Custos de Produção, esta também lhe foi bastante útil na medida em que o ajudou a ter uma perceção mais assertiva na elaboração de mapas de consultas a fornecedores e subempreiteiros, elaboração de mapas comparativos, análise de mapas de planeamento de trabalhos e elaboração de comparativos de propostas.

No decorrer da obra o estagiário participou em várias tomadas de decisão. Sem dúvida que a mais importante foi a tomada de decisão do novo planeamento aquando da alteração dos meios de acesso, onde era necessário um plano de trabalhos onde não existissem horas mortas na frente de trabalho. Este objetivo foi conseguido pois as horas mortas que existiram foram apenas por falta de condições climáticas para a execução das tarefas na empreitada.

Outra decisão ainda na linha do novo plano de trabalhos foi a remoção de tabuleiro da ponte do Ervedal. Esta desmontagem trouxe mais valias a nível técnico e de qualidade, permitindo proceder a um bom tratamento de superfícies nas zonas de contacto entre o gradil e a estrutura. Embora atrasasse um pouco o ritmo da obra trouxe as mais valias referidas anteriormente.

Uma decisão que permitiu reduzir custos, sem dúvida foi na opção pela aplicação das tintas por via manual. Esta decisão foi ganhando relevo principalmente quando os colaboradores se mostraram capazes de responder aquilo que o estagiário propôs, não existindo necessidade de alugar equipamentos nem tão pouco de encapsular os meios de acesso.

Decisões não muito importantes também foram tomadas nomeadamente na limpeza dos taludes onde aí o estagiário procedeu à vontade dos colaboradores, criando condições para que estes se sentissem capazes e seguros no que estavam a executar.

Finalmente, pôde concluir que o presente estágio foi muito positivo. Aprendeu-se imenso, e teve a perfeita noção ter desenvolvido um bom trabalho perante os desafios que lhe foram colocados ao longo do estágio. As suas perspetivas para o futuro passam por seguir uma carreira em direção de obra, melhorando a cada dia, a cada desafio.

## 7 Referências bibliográficas

---

- Caetano, M. (2019). *Aparelhos de apoio para pontes | Ciência e Tecnologia da Borracha* <https://www.ctborracha.com/borracha-sintese-historica/aplicacoes/artefactos-industriais-moldados/apoios-de-pontes/>. Consultado em abril de 2022
- Costa, V. M. da. (2009). *Desempenho e Reabilitação de Pontes Rodoviárias: Aplicação a Casos de Estudo*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil. Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Portugal..
- Debs, M. K., & Takeya, E. T. (2007). *Introdução às pontes de concreto*. USP-Universidade de São Paulo.São Carlos.
- Edgar Cardoso - Engenharia e Laboratório de Estruturas, Lda. (2020). *Memoria Descritiva e justificativa - Inspeção Estrutural e Projeto de Reabilitação da ponte sobre a Albufeira do Maranhão, entre Ervedal e Figueira Barros--Relatorio de inspeção*.
- Ferraz, C. de A., Viegas, M. A., (2002). Ponte do Ervedal sobre a Albufeira do Maranhão Beneficiação, Recuperação e Reforço. *Conferencia Científica e Tecnológica Em Engenharia – “o Saber Do Passado e o Desafio Do Futuro,”* 76–83. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- Graça, J. (2017). *Inspeção de um conjunto de pontes - Contribuição para o sistema de gestão municipal*. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Reabilitação de Edifícios no Ramo de Reabilitação Estrutural-Universidade de Coimbra.
- ICOMOS. (2003). *Chartes internationales sur la conservation et la restauration*,. [http://www.inp.rnrt.tn/Convention/Html/icomos\\_chartes\\_.htm#L1](http://www.inp.rnrt.tn/Convention/Html/icomos_chartes_.htm#L1) Consultado em 16/03/2022
- Lopes, N. (2016). *Inspeção e Diagnóstico de Pontes Ferroviárias*. Sistema de gestão de obras de arte da Infraestruturas de Portugal. Encontros de Engenharia Civil-Instituto Politécnico de Tomar.
- NP EN 1504 (2008)-*Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas de betão Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade*.
- Eurocódigo 0 (2009)- *Bases para o projeto de estruturas*. NP EN 1990. Instituto Português da Qualidade.
- ISO 12944 1 a 8 (2017).-*Proteção anticorrosiva de estruturas de aço por esquemas de pintura* (IPQ (ed.); PT).
- ISO 8501-1 (2011) - *Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall. 0*.

ISO 2409 (2013)-*Paints and varnishes -cross-cut test.*

ISO 2063 (2017)- *Metalic and oher inorganic coating - thermal sprying.*

Jesus, R. (2015). *Inspeção e Reabilitação de Pontes e Viadutos em Betão Armado na R.A.M.* Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em engenharia civil da Universidade da madeira-Universidade da Madeira.

Lopes, A. F. M. (2018). *Inspeção e Manutenção de Pontes Ferroviárias em Estrutura Metálica.* Relatório de Estágio para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na Área de Especialização de Estruturas- Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

Ostetto, L. S. (2019). *Guião de caracterização e inspeção de Obras de Arte-Estudo de caso aplicado a Leiria.* Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil – Construções Civas. Instituto Politécnico de Leiria.

Pfeil, W. (1979). *Pontes em concreto armado: elementos de projetos, solicitações, dimensionamento.* Livros Técnicos e Cientificos Editora - Rio de Janeiro.

SLM. (2015a). *Central compressora de hidrogenio – SLM.* <https://slm.pt/portfolio-item/execucao-de-laje/> Consultado em novembro de 2021

SLM. (2015b). *Histórico – SLM.* <https://slm.pt/empresa/> Consultado em novembro de 2021

SLM. (2015c). *Instalações da sede – SLM.* <https://slm.pt/portfolio-item/instalacoes-da-sede/> Consultado em novembro de 2021

SLM. (2015d). *Recuperação de Igreja – SLM.* <https://slm.pt/portfolio-item/recuperacao-de-igreja/> Consultado em novembro de 2021

Sousa, M. A. (2016). *Gestão De Obras De Arte Sob Tutela Municipal.* Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Doutoramento em Engenharia Civil – Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

TEIXEIRA DUARTE SA. (2020). *Ponte sobre o Rio Tejo (25 de Abril) - Teixeira Duarte Construção.* <https://teixeiraduarteconstrucao.com/projetos/ponte-25-abril/> Consultado em novembro de 2021

Vitório, J. A. P. (2002). Pontes rodoviárias: fundamentos, conservação e gestão. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). CREA-PE.

Wikimapia. (2019). *WikiMapia - Vamos descrever o mundo todo!* <http://wikimapia.org/#lang=pt&lat=39.045228&lon=-7.808297&z=17&m=bs&v=2> Consultado em novembro de 2021

Wilson Gorges. (2005). *Elementos De Pontes.* Universidade Catolica do Paraná.

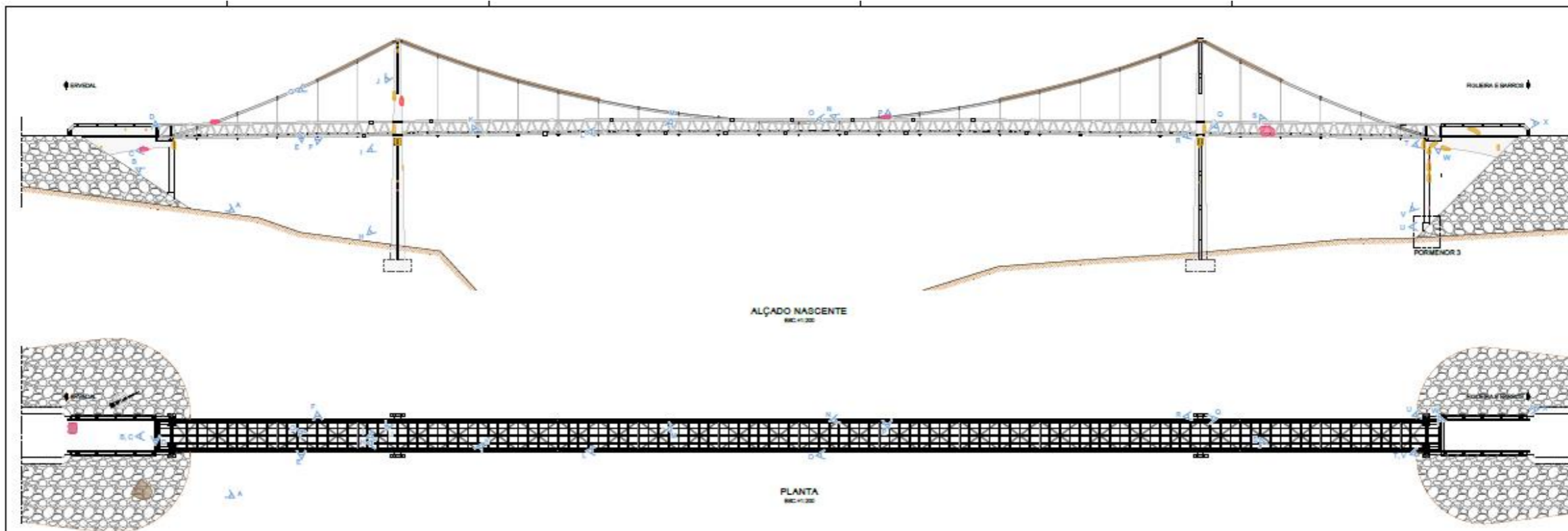
Wittfoht, H. (2015). *Brückenbauer aus leidenschaft.* Verlag Bau.

# ANEXOS

---



# ANEXO I Peças desenhadas – Mapa Fotográfico Trabalhos Tipo a Realizar -Alçado nascente/ Planta



A - REPARAÇÃO DE TALUDES REVESTIDOS A PEDRA ARRUMADA



B - LIMPEZA E DESMATAÇÃO DE TALUDES



C - LIMPEZA DE SUPERFÍCIES DE BETÃO



D - LIMPEZA DA JUNTA DE DILATAÇÃO, VERIFICAÇÃO DE APERTO E SUBSTITUIÇÃO DE TAMPAS DAS RESPECTIVAS FIXAÇÕES



E - LIMPEZA E PINTURA DE SUPERFÍCIES METÁLICAS E REAPERTO DAS FIXAÇÕES DO PAVIMENTO AO TABULEIRO



F - LIMPEZA E PINTURA DE SUPERFÍCIES METÁLICAS



G - LIMPEZA E PINTURA DOS CABOS PRINCIPAIS



H - REPARAÇÃO DO BETÃO EM PROFUNDIDADE



I - REPARAÇÃO SUPERFICIAL DO BETÃO



J - REPARAÇÃO DA LIGAÇÃO ENTRE AS CHAPAS DOS CONTRAVENTAMENTOS METÁLICOS E OS PILARES



K - SELAGEM DAS FIXAÇÕES DOS PENDURAIS



L - LIMPEZA E PINTURA DE SUPERFÍCIES METÁLICAS

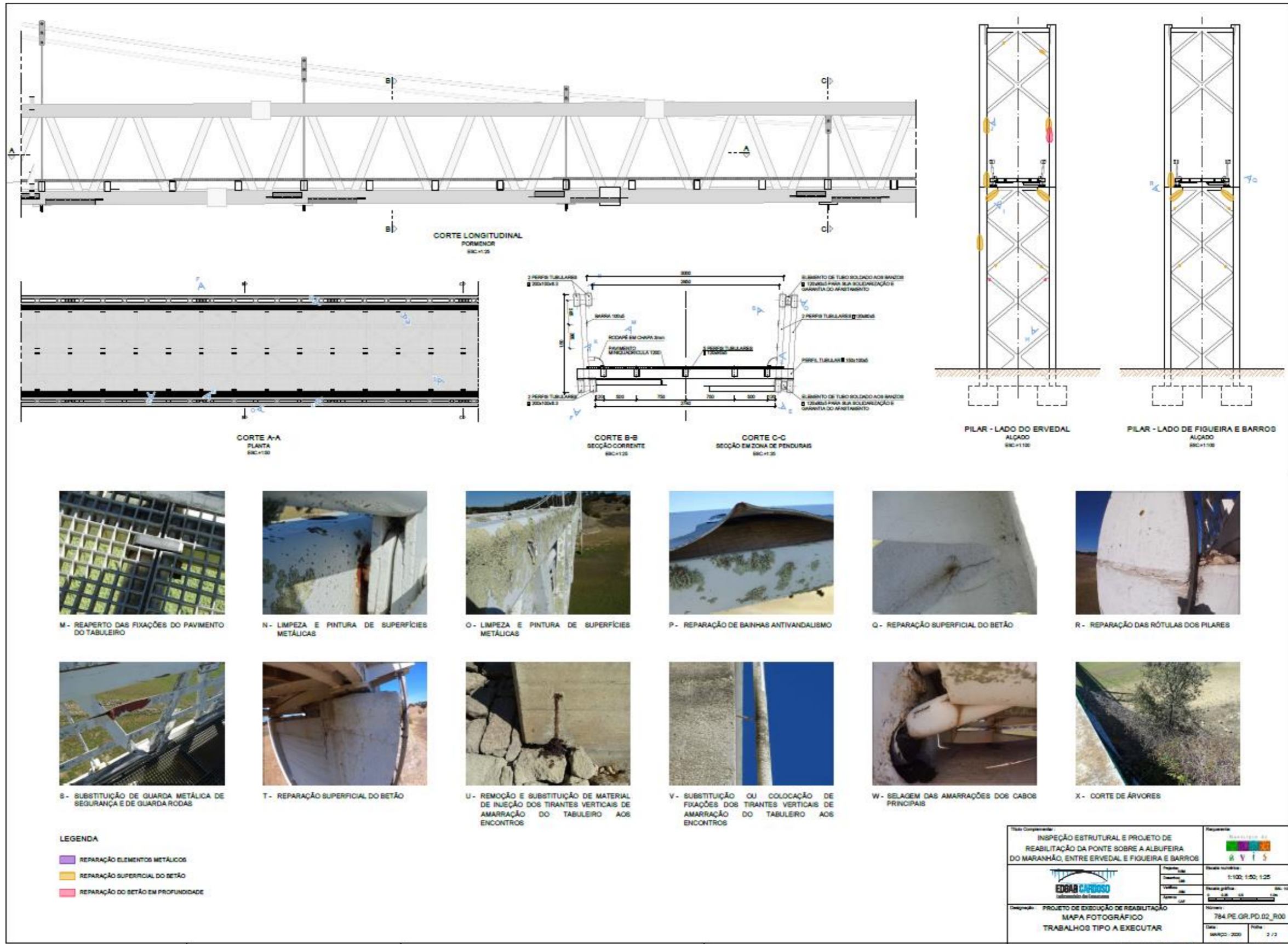
- LEGENDA**
- REPARAÇÃO ELEMENTOS METÁLICOS
  - REPARAÇÃO SUPERFICIAL DO BETÃO
  - REPARAÇÃO DO BETÃO EM PROFUNDIDADE

Título Complementar: INSPEÇÃO ESTRUTURAL E PROJETO DE REABILITAÇÃO DA PONTE SOBRE A ALBUFEIRA DO MARANHÃO, ENTRE ERVEDAL E FIGUEIRA E BARROS		Projeto: 784 PE GR.PD.01 Escala gráfica: 1:200
EDGAR CARVALHO Laboratório de Consultoria		Número: 784 PE GR.PD.01_R00
Designação: PROJETO DE EXECUÇÃO DE REABILITAÇÃO MAPA FOTOGRÁFICO TRABALHOS TIPO A EXECUTAR		Data: MARÇO - 2023
		Folha: 1 / 2

Nota: Em desenho de formato diferente de A1, atender à escala gráfica.



## ANEXO II Peças desenhadas – Mapa Fotográfico Trabalhos Tipo a Realizar - Corte longitudinal/ Pilares





## ANEXO III Relatório do estado da obra 2025

Semana 8 16/11//2020 a 20/11//2020



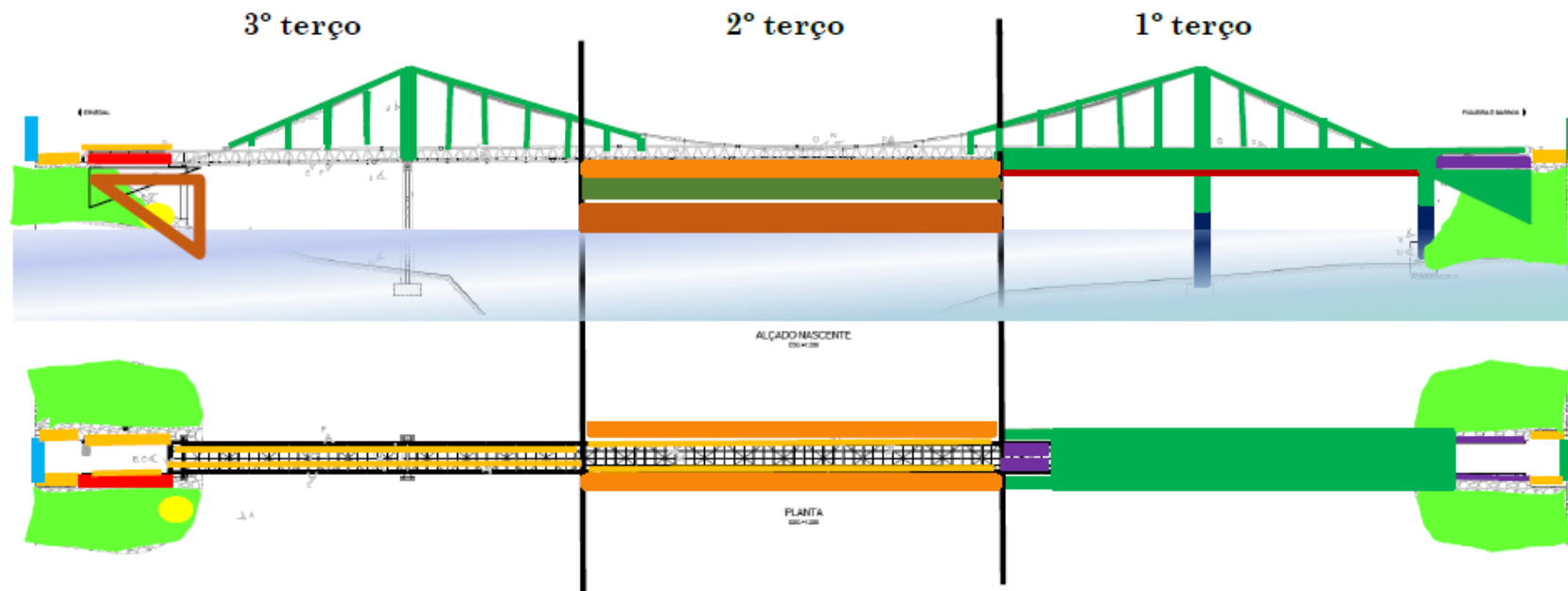
### RELATÓRIO DO ESTADO DA OBRA 2025

#### RESUMO DO PROJETO










DATA DO RELATÓRIO	NOME DO PROJETO	PREPARADO POR
20 de novembro de 2020	Ponte do Ervedal sobre a albufeira do Maranhão	Marco Silva

#### RESUMO DO ESTADO / DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

TAREFA	% DE CONCLUSÃO	DATA PARA CONCLUSÃO	NOTAS
Restabelecimento do talude	100	16/11/2020	Aprovado por a fiscalização
Limpeza das juntas de dilatação	100	16/11/2020	
Substituição ou reparação do recobrimento das fixações das juntas de dilatação	100	16/11/2020	
Fixações da junta de dilatação	100	16/11/2020	
Remoção e substituição do material de injeção dos tirantes de amarração do tabuleiro	75	17/11/2020	Tirantes do encontro de figueira e barros inferiores não foram injetados, devido ao nível da água.
Rotação de andaime no tabuleiro para o 2ºterço	100	18/11/2020	Utilizou-se mão de obra da SLM para a rotação ser feita mais rapidamente
Remoção do gradil do 2º terço	100	19/11/2020	
Conclusão do 1º terço	100	19/11/2020	Falta serviço de serralharia, que só serão feitas na conclusão do 3º terço
Conclusão da lavagem do 2º terço	100	20/11/2020	
Rotação do andaime do encontro	100	20/11/2020	<b>Atenção ao aluguer deste encontro. Não vamos pagar 30 dias de aluguer. Pois o andaime do encontro só pode ser desmontado aquando a conclusão do 3º terço.</b>



**Legenda:**

	Pintura Interseal 670hs Alumínio		
	Pintura Interseal 670 Rall 7047		Andaime montado
	Pintura Interthane 990 1º demão		Gradis já desapertados/ já retirados
	Pintura Interthane 990 concluído		Lavagem de superfícies
	Interguard 954 branco concluído		Talude restabelecido
	Betão reparado		Taludes lavados e corte de árvores
			Nível da água atualmente

## DESCRIÇÃO GERAL DO ORÇAMENTO

PROJETO DE EXECUÇÃO		Obra 2025				semana 8					
CÓDIGO CAP.	DESIGNAÇÃO DOS CAPÍTULOS IDENTIFICAÇÃO DOS TRABALHOS	UNI D.	QUANT.	consolidação	Total de horas orçamentadas	Total de horas executadas	16/11/2020	17/11/2020	18/11/2020	19/11/2020	20/11/2020
	<b>HORAS PERDIDAS DEVIDO A CONDIÇÕES CLIMÁTICAS</b>				0	157					10
01.03.03	Limpeza de superfícies de betão	m2	700,00	66% SLM	139,00	295				12	30
01.03.04	Limpeza de superfícies metálicas	m2	7600,00	SLM	245						
01.03.05	Limpeza de juntas de dilatação	m	8,00	100% Especial							
02.01.01	Restabelecimento ou reconstrução de taludes com pedra armada	m3	10,00	100% SLM	600	119	40	16	20		
02.02.03	Reparação da ligação entre as chapas dos contraventamentos metálicos e os montantes dos pilares	m2	2,00	100% SLM	32	10					
02.02.04	Injeção de fissuras com abertura superior a 0,3 mm.	m	5,00	100% SLM	62	0					
02.02.05	Reparação de bainhas metálicas anti-ventosismo de proteção dos cabos principais	m	140,00	100% SLM		12					
03.02	Remoção e substituição de material de injeção dos tirantes verticais de amarração do tabuleiro aos encontros	m	30	75% Especiais							
03.03	Substituição ou colocação de recobrimento das fixações das juntas de dilatação	un.	50	100% Especiais							
05.01	Pintura da superfície metálica	kg	1	40% SLM	1337	542		8		8	
06.01	Fixações das junta de dilatação	un.	50	100% Especiais							
06.02	Fixações do pavimento metálico do tabuleiro	un.	550	33% SLM	165	195		15	20	20	
					3019	1558	40	40	40	40	40

Legenda:



Horas efetuadas no segundo terço

Horas efetuadas a ajudar a CATARI

CONDIÇÕES AMBIENTAIS

DATA	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	SUPERFICIES PINTADAS
16/11/2020																
HORA:	00 : 00					H00:00					H 00:00					
17/11/2020	71	23.3	19.3	13.7	9.6	67.4	17.5	18.0	11.9	5.6						Corda interior – Interthane990 – 1º terço
HORA:	H 14 : 00					H 00 :00					H 00:00					
18/11/2020																
HORA:	H 00: 00					H 00 :00					H 00:00					
19/11/2020	65.3	23.6	23	16.1	7.5	58.4	21.1	21.9	13.3	7.8						Corda interior – Interthane990 – 1º terço
HORA:	H 13: 00					H 17: 00					H 00:00					
20/11/2020																
HORA:	H 00 : 00					H 00 :00					H 00 :00					
//																
HORA:	H 00 00					H 00 00					H 00 00					
//																
HORA:	H 00 00					H 00 00					H 00 00					

HISTÓRICO DE PROBLEMAS E RISCOS	DATA	NOTAS
Condições de pintura devido a muita movimentação de no tabuleiro	16/11/2020	
Devido ao nível da água os tirantes do lado de figueira e barros inferiores não foram injetados	17/11/2020	
10 Horas perdidas	20/11/2020	Para estar as 16h na SLM para formação da obra da SIDUL

#### PLANAMENTO PARA A SEMANA SEGUINTE

Nome da Tarefa	Duração	Início	Conclusão
<b>4 Paneamento semanal</b>	<b>5 dias?</b>	<b>Seg 23/11/20</b>	<b>Sex 27/11/20</b>
<b>4 2 Tabuleiro e cordas 2º terço</b>	5 dias	Seg 23/11/20	Sex 27/11/20
2.1 preparação de superfície	5 dias	Seg 23/11/20	Sex 27/11/20
2.2 Pintura de intersiel 670 alumínio	5 dias	Seg 23/11/20	Sex 27/11/20
2.3 Pintura de intersiel 670 rall 7947	5 dias	Seg 23/11/20	Sex 27/11/20
<b>1 Encontro ervedal</b>	<b>5 dias?</b>	<b>Seg 23/11/20</b>	<b>Sex 27/11/20</b>
2.4 lavagem de superfícies de betao	5 dias	Seg 23/11/20	Sex 27/11/20

Nota:

- Planeamento feito sem ver condições climáticas de acordo com as previsões os trabalhos que estejam dependentes de condições climáticas poderão ser adiados
- A frente do encontro só avança se as condições climáticas não permitirem trabalhar no tabuleiro

## CONDIÇÕES METEREOLÓGICAS PARA A SEMANA SEGUINTE



## ANEXO IV Controlo de consumos



Logística

Número de Obra

### CONTROLO DE CONSUMOS

2025



Número de Encomenda															TOTAL	PREVISÃO	ORÇAMENTADO	
Descrição	Ral	256	255	273	transf	transf	6	7	8	9	10	11	12	13			Quant. %	
Interseal 670 HS	7047	80		40			80								200	180	186	108%
Interthane 990	Brc	160		60				180			60				460	360	370	124%
Interseal 670 HS	Al	20				20									40	20	37	108%
Diluyente GTA 220		25					25								50	25	25	200%
Diluyente GTA 713		25							25						50	25	25	200%
Sikadur 31 EF			18												18	18	18	100%
Sika Monotop 412 S			150			50									200	200	250	80%
Sikaflex Pro 11	Cinz		20												20	20	22	91%
Interzone 954	Cinz			20	20										40	40	80	50%
Interzone 954	Brc			40											40	40	80	50%
Diluyente GTA 007				25											25	25	25	100%
Sikaflex Pro 11	Brc		20												20	20	20	100%
															0			0%
															0			0%
															0			0%
															0			0%
															0			0%
															0			0%
															0			0%

PS: Só se podem preencher os espaços a azul.

Após passar a previsão, para novas encomendas, o Chefe de Equipe e o Gestor de Cliente devem ser avisados.





## ANEXO V Ficha de inspeção na produção

 <b>Sociedade</b> <b>Lisbonense de</b> <b>Metalização, S.A.</b> <small>Serviços de Engenharia e Reabilitação Infraestruturas</small>		 <b>certificação</b> <b>acreditada</b> <b>IRQC</b>		<b>FICHA DE INSPECÇÃO NA PRODUÇÃO</b> <b>PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES E REVESTIMENTO ANTICORROSIVO</b> <b>Surface preparation and Coatings application - Inspection Report</b>				<b>LOCAL / Site</b> <b>Pte Ervedal</b>											
<b>NOSSO CLIENTE / Our Client</b> CM Avis		<b>OBJECTO / Object</b> 1º Terço ( De Figueira e Barros - > Ervedal)		<b>N/ REF. / Our Ref.</b>		<b>Obra 2025</b>													
<b>REFERÊNCIA / Reference</b> Reabilitação da Ponte de Ervedal e Figueira e Barros		<b>PARTE: / Part</b>		<input type="checkbox"/> EXTERIOR / External		<input type="checkbox"/> INTERIOR / Internal													
<b>PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES DE AÇO / Surface preparation of steel</b>		<b>INICIO / Start (DIA-HORA / Day-Hour)</b> D 2020 - 10 - 09 H 09 : 00		<b>FIM / End (DIA-HORA / Day-Hour)</b> D 2020 - 10 - 12 H 12 : 00		<b>O INSPECTOR</b> <b>Inspector</b>													
<b>ESTADO DAS SUPERFÍCIES E SOLDADURAS / Condition of welds and sharp edges</b>		<input type="checkbox"/> ACEITE / Pass		<input type="checkbox"/> DEFICIENTE / Fail															
<b>GRAU DE ENFERRUJAMENTO / Rust grade - ISO 8501-2</b>		<input checked="" type="checkbox"/> A		<input type="checkbox"/> B				<input type="checkbox"/> C		<input type="checkbox"/> D									
<b>CONDIÇÕES AMBIENTAIS / Ambient conditions</b>		<b>AT</b> 20,5 °C		<b>RH %</b> 40.1				<b>DP °C</b> 23.1		<b>ST °C</b> 29.6									
<b>GRAU DE LIMPEZA / Surface cleanliness - ISO 8501-2</b>		<input type="checkbox"/> Sa3		<input type="checkbox"/> Sa2½				<input type="checkbox"/> Sa2		<input checked="" type="checkbox"/> St2/St3									
<b>RUGOSIDADE / Surface profile</b>		<b>N/A</b>																	
<b>REVESTIMENTO / Coating</b>		<b>CAMADA / Coat - 1</b>		<b>CAMADA / Coat - 2</b>		<b>CAMADA / Coat - 3</b>		<b>CAMADA / Coat - 4</b>											
<b>INICIO / Start (DIA-HORA / Day-Hour)</b>		<b>D 2020 - 10 - 12 H 14 : 00</b>		<b>D 2020 - 10 - 19 H 9 : 30</b>		<b>D 2020 - 11 - 03 H 8 : 30</b>		<b>D 20__ - __ - __ H __ : __</b>											
<b>PRODUTO</b> <b>Product</b>	<b>FABRICANTE / Supplier</b>		<b>International</b>		<b>International</b>		<b>International</b>												
	<b>REFERÊNCIA / Reference</b>		<b>Interseal 670 HS Alumínio</b>		<b>Interseal 670 HS RAL 7047</b>		<b>Interthane 990 SG Branco</b>												
	<b>LOTE / Batch Nr - Part A</b>		<b>2240097010</b>		<b>2330002014</b>		<b>2339352075</b>												
	<b>LOTE / Batch Nr - Part B</b>		<b>VK 1139 RG</b>		<b>VJ 0757 RG</b>		<b>2330058030</b>												
	<b>LOTE / Batch Nr - Part C</b>																		
<b>DILUIÇÃO COM / Solvent and dilution</b>		<b>- 5 %</b>		<b>- 5 %</b>		<b>- 5 %</b>		<b>- ____ %</b>											
<b>ESPECIFICAÇÃO / Specification</b>		<b>____ 110 ____ µm</b>		<b>____ 110 ____ µm</b>		<b>____ 75 ____ µm</b>		<b>____ µm</b>											
<b>MÉTODO APLICAÇ. / Application Method</b>		<input checked="" type="checkbox"/> MANUAL / Hand		<input type="checkbox"/> PISTOLA / Spray		<input checked="" type="checkbox"/> MANUAL / Hand		<input type="checkbox"/> PISTOLA / Spray		<input type="checkbox"/> MANUAL / Hand		<input type="checkbox"/> PISTOLA / Spray							
<b>CONDIÇÕES AMBIENTAIS</b> <b>Ambient conditions</b>		<b>AT - °C</b>		<b>RH - %</b>		<b>DP - °C</b>		<b>ST - °C</b>		<b>AT - °C</b>		<b>RH - %</b>		<b>DP - °C</b>		<b>ST - °C</b>			
		<b>20.5</b>		<b>40.1</b>		<b>23.1</b>		<b>29.6</b>		<b>8</b>		<b>65.9</b>		<b>3.2</b>		<b>8.9</b>			
		<b>19.7</b>		<b>58</b>		<b>16.6</b>		<b>20.6</b>		<b>19.7</b>		<b>77</b>		<b>15.5</b>		<b>20.1</b>			
<b>FIM / End (DIA-HORA / Day-Hour)</b>		<b>D 2020 - 10 - 12 H 18 : 00</b>		<b>D 2020 - 10 - 30 H 17 : 00</b>		<b>D 2020 - 11 - 10 H 17 : 00</b>		<b>D 20__ - __ - __ H __ : __</b>											
<b>ASPECTO VISUAL E COR</b> <b>Appearance and color conformity</b>		<input checked="" type="checkbox"/> ACEITE / Pass		<input type="checkbox"/> DEFICIENTE/Fail		<input checked="" type="checkbox"/> ACEITE / Pass		<input type="checkbox"/> DEFICIENTE/Fail		<input checked="" type="checkbox"/> ACEITE / Pass		<input type="checkbox"/> DEFICIENTE/Fail		<input type="checkbox"/> ACEITE / Pass		<input type="checkbox"/> DEFICIENTE/Fail			
<b>ESPESSURA SECA / D.F.Thickness (µm)</b>		<b>Mín.</b>		<b>Max.</b>		<b>Méd./AVG</b>		<b>Mín.</b>		<b>Max.</b>		<b>Méd./AVG</b>		<b>Mín.</b>		<b>Max.</b>		<b>Méd./AVG</b>	
		<b>131</b>		<b>220</b>		<b>180</b>		<b>231</b>		<b>330</b>		<b>270</b>		<b>376</b>		<b>420</b>		<b>400</b>	
<b>O INSPECTOR / Inspector</b>																			

Imp.Proc.07.07-02\_b Nota/Note: AT (Temperatura Ambiente/Ambient Conditions) ; RH (Humidade Relativa/Relative Humidity) ; DP (Ponto de Orvalho/Dew Point) ; ST (Temperatura de Superfície/Surface Temperature).



## ANEXO VI Condições atmosféricas

 Sociedade Lisboense de Morfologia, S.A.  Instituto de Gestão de Espaço Público e Urbanismo														
<b>Condições atmosféricas</b>														
Local					C.de Produção					Actividade				
Ponte do Ervedal sobre a Albufeira do Mar					Obra 2025- C.M. de Avis									
Data		15 de outubro de 2020												
Hora:		13:00:00			Hora:		18:00:00			Hora:				
Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C	Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C	Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C
40,1	29,6	20,5	23,1	6,5	37	20,6	19,7	16	4,6					
Interseal 670 Al --1º terço														
Data		16 de outubro de 2020												
Hora:		09:30:00			Hora:		13:00:00			Hora:		17:00:00		
Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C	Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C	Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C
65,9	8,9	8	3,2	5,9	30,9	34,8	22,9	4,9	30	29,5	32,7	23,6	4,8	27,9
Interseal 670 Rall 7047 --1º terço Interseal 670 Rall 7047 - pilares e cabos														
Data		19 de outubro de 2020												
Hora:		08:30:00			Hora:		13:00:00			Hora:		17:00:00		
Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C	Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C	Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C
52,1	15,1	18,8	8,7	6,4	46	24,6	23,6	11,6	13,3	69,5	21,2	21,2	16,3	4,9
interthane 990-pilares e cabos														
Data		22 de outubro de 2020												
Hora:		09:30:00			Hora:		14:00:00			Hora:				
Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C	Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C	Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C
82,6	18,5	17,3	14,4	4,1	55	30,9	23,3	13,8	17,1					
interthane 990-pilares e cabos														
Data		26 de outubro de 2020												
Hora:		10:00:00			Hora:		13:00:00			Hora:		18:00:00		
Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C	Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C	Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C
76	16,4	15,2	11	5,4	53,8	18	18,2	8,7	9,3	80,4	11,4	11,1	7,8	3,6
interthane 990-pilares e cabos Interseal 670 Rall 7047 --1º terço- Tabuleiro														
Data		27 de outubro de 2020												
Hora:		09:00:00			Hora:		13:00:00			Hora:		18:00:00		
Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C	Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C	Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C
76	16,4	15,2	11	5,4	53,8	18	18,2	8,7	9,3	80,4	11,4	11,1	7,8	3,6
interthane 990-pilares e cabos Interseal 670 rall AL --1º terço-Tabuleiro														
Data		30 de outubro de 2020												
Hora:		10:00:00			Hora:		13:00:00			Hora:		18:00:00		
Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C	Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C	Hr - %	Ta - °C	Ta - %	po - °C	Δt - °C
69,7	21,7	21,8	15,9	5,8	49,6	26,9	26,1	14,7	12,2	77	20,1	19,7	15,5	4,6
interthane 990-pilares e cabos Interseal 670 rall AL --1º terço- Cordas Exteriores														







## ANEXO VIII Relatório de conclusão de obra 2025

Semana 14 28/12//2020 a 31/12//2020



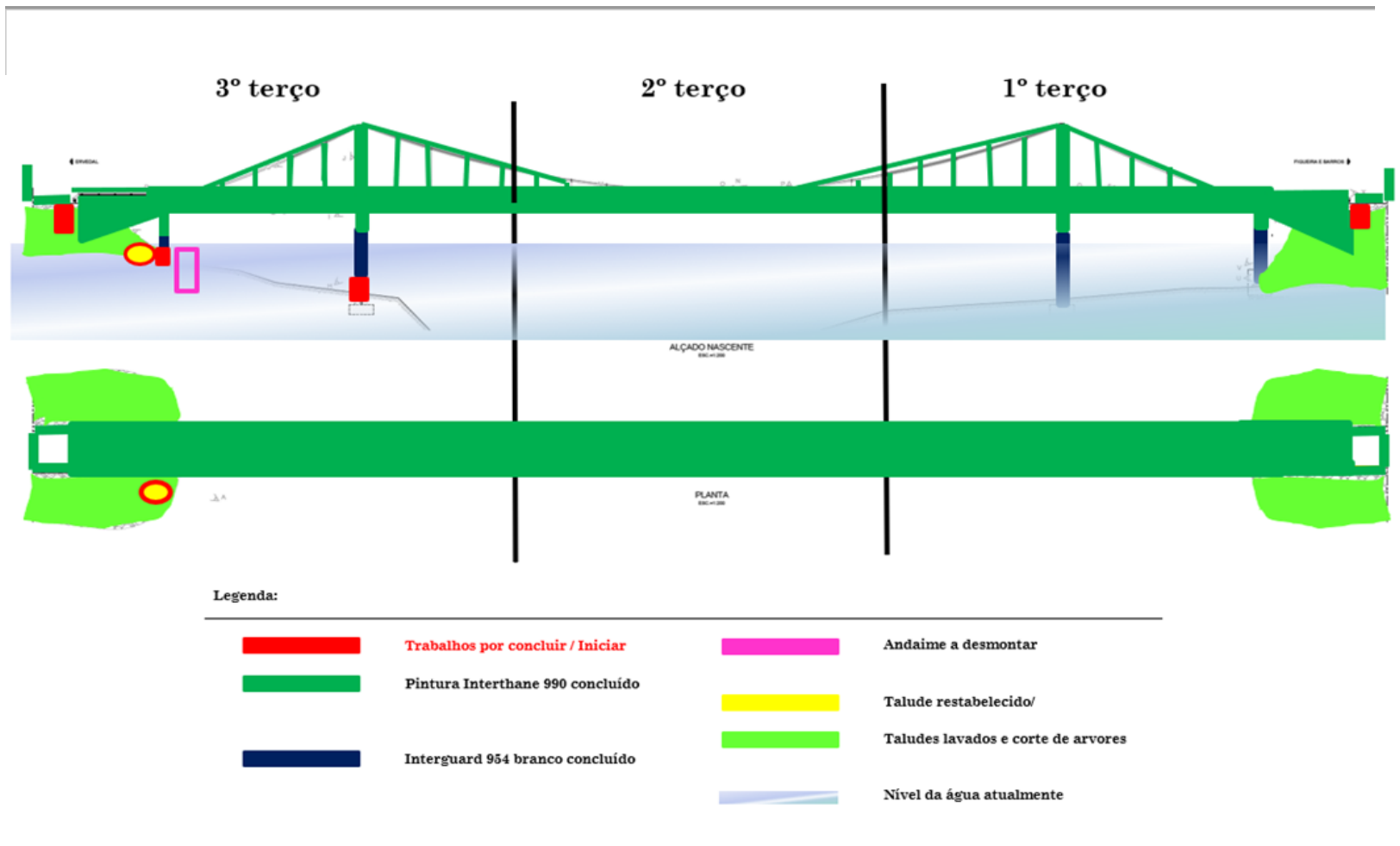
### RELATÓRIO DO ESTADO DA OBRA 2025

#### RESUMO DO PROJETO

DATA DO RELATÓRIO	NOME DO PROJETO	PREPARADO POR
23 de dezembro de 2020	Ponte do Ervedal sobre a albufeira do Maranhão	Marco Silva

#### RESUMO DO ESTADO / DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

TAREFA	% DE CONCLUSÃO	DATA PARA CONCLUSÃO	NOTAS
Pintura Interguard 990 betão	100	30/12/2020	
Pintura Interguard 990 tabuleiro e cordas interiores	100	30/12/2020	



## DESCRIÇÃO GERAL DO ORÇAMENTO

PROJETO DE EXECUÇÃO		Obra 2025				semana 14					
CÓDIGO CAP.	DESIGNAÇÃO DOS CAPÍTULOS IDENTIFICAÇÃO DOS TRABALHOS	UMI D.	QUANT.	concluíram	Total de horas orçamentadas	Total de horas executadas	28/12/2020	29/12/2020	30/12/2020	31/12/2020	01/01/2021
<b>HORAS PERDIDAS DEVIDO ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS</b>					0	291					
<b>01</b>	<b>TRABALHOS PREPARATÓRIOS</b>										
<b>01.01</b>	<b>Mobilização e Desmobilização de equipamentos e estaleiro</b>	vg	1,00	100%		0					
<b>01.02</b>	<b>Limpeza Geral e Preparação do Local</b>	vg	1,00	100%	36	56	8	8	16		
01.03.01	Corte de árvores	un.	4,00	100%	32	32					
01.03.02	Limpeza de taludes	m2	810,00	100%	31	73					
01.03.03	Limpeza de superfícies de betão	m2	700,00	100%	354,00	341					
01.03.04	Limpeza de superfícies metálicas	m2	1800,00	100%							
01.03.05	Limpeza de juntas de dilatação	ml	6,00	100%							
02.01.01	Restabelecimento ou reconstrução de taludes com pedra arrumada	m3	10,00	100%	600	113					
02.02.01	Reparação superficial do betão	m2	10,00	100%	16	33					
02.02.02	Reparação do betão em profundidade	m2	1,00								
02.02.03	Reparação da ligação entre as chapas dos contraventamentos metálicos e os montantes dos pilares	m2	2,00	100%	32	18					
02.02.04	Injeção de fissuras com abertura superior a 0.3 mm.	m	5,00	100%	62	0					
02.02.05	Reparação de bainhas metálicas anti-vandalismo de proteção dos cabos principais	ml	140,00	100%	124	12					
<b>03.01</b>	<b>Substituição ou colocação de abraçadeiras de fixação dos tirantes verticais de amarração do tabuleiro aos encoantos</b>	un.	12	100%	7	6					
<b>03.02</b>	<b>Remoção e substituição de material de injeção dos tirantes verticais de amarração do tabuleiro aos encoantos</b>	ml	30	75%							
<b>03.03</b>	<b>Substituição ou colocação de recobrimento das fixações das juntas de dilatação</b>	un.	50	100%							
<b>03.04</b>	<b>Substituição de guarda metálica de segurança</b>	ml	2	100%	20	20	4	4			
<b>03.05</b>	<b>Substituição de guarda rodas</b>	ml	2								
<b>04.02</b>	<b>Reparação, preechimento e selagem de rótulas dos pilares</b>	ml	11	100%	7	7					
<b>04.02</b>	<b>Preechimento e selagem das amarrações dos cabos principais</b>	un.	4	100%	4	3					
<b>04.03</b>	<b>Preechimento e selagem das estruturas das fixações dos peadurais.</b>	un.	58	100%	35	5					
<b>05.01</b>	<b>Pintura da superfície metálica</b>	vg	1	100%	1337	1010	16	16	12		
<b>05.02</b>	<b>Pintura de superfície de betão nas zonas submergíveis e sujeitas a ciclos de molhagem/secagem</b>	m2	320	85%	89	34					
<b>05.03</b>	<b>Pintura de superfície de betão em zonas atmosféricas</b>	m2	380	100%	72	63	8		4		
<b>06.01</b>	<b>Fixações das junta de dilatação</b>	un.	50	100%							
<b>06.02</b>	<b>Fixações do pavimento metálico do tabuleiro</b>	un.	550	100%	165	340					
<b>07</b>	<b>EXECUÇÃO DE CAIXAS DE VISITA E INSPEÇÃO DE CABOS</b>	un.	2	0%		0					
<b>Conclusão da obra</b>				94%							
<b>Conclusão da obra/horas</b>				78%	3143	2465	24	24	24	16	0



Semana 14 28/12//2020 a 31/12//2020



**CONDIÇÕES AMBIENTAIS**

DATA	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	SUPERFICIES PINTADAS
28/ 12/2020	80,1	12,8	13,8	8,7	4,1	82,1	13,5	13,4	10,5	3	79	17,5	16,2	12,5	4,9	Pintura Interthane 990 Cordas interior
HORA:	H 11 : 00					H 13 : 00					H 17 : 00					
DATA	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	
29/ 12/2020	76,6	13,5	13,4	10,5	3	76,1	12,8	13,8	8,7	4,1						Pintura Interthane 990 Cordas interior
HORA:	H 15 : 00					H 17 : 00										
DATA	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	
30/ 12/2020	83,1	13,5	13	9,8	3,7	83	13	12,8	9,8	3,2	79	17,5	16,2	12,5	4,9	Pintura Interthane 990 Cordas interior Pintura Interthane 990 Betão
HORA:	H 11 : 00					H 13 : 00					H 16 : 00					
DATA	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	
HORA:																
DATA	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	
HORA:																
DATA	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	HR - %	Ts - °C	Ta - %	PO - °C	ΔT - °C	
/ /						as										
HORA:	H 00 00					H 00 00					H 00 00					

HISTÓRICO DE PROBLEMAS E RISCOS	DATA	NOTAS
Peças de andaime ficaram submersas	29/12/2020	Segundo o chefe catari, informar quando as poder retirar
Zonas Submersas com diferença de cerca de 1 m de lado de Figueira e Barros para o lado de Ervedal	30/12/2020	Ficou tinta numa palete logo que se possa concluir <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10lt Interguard Cinza</li> <li>• 10lt Interguand Branco</li> </ul>
caixas de visita por executar	30/12/2020	

#### PLANAMENTO PARA A SEMANA SEGUINTE

#### CONDIÇÕES METEREOLÓGICAS PARA A SEMANA SEGUINTE

