



**INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO**

Marlena Amorim de Sousa

**GESTÃO DE OBRAS DE ARTE SOB TUTELA MUNICIPAL
ESTUDO DE PONTES EM ALVENARIA**

Mestrado em Engenharia Civil e do Ambiente
Especialização em Estruturas

Trabalho efectuado sob a orientação de
Professora Doutora Joana Maia de Oliveira Almeida

e a coorientação de
Professora Doutora Cristina Margarida Rodrigues Costa

fevereiro de 2017

MEMBROS DO JURÍ

Presidente:

Professor Doutor Pedro da Silva Delgado

(Professor Adjunto do Instituto Politécnico de Viana do Castelo)

Vogal (Arguente):

Professor Doutor José Carlos Almeida

(Professor Adjunto do Instituto Politécnico da Guarda)

Vogal (Orientador):

Professora Doutora Joana Maia de Oliveira Almeida

(Professora Adjunta do Instituto Politécnico de Viana do Castelo)

*Aos meus pais,
às minhas irmãs,
e ao Sérgio*

*Se queres conhecer o passado, examina o presente que é o resultado;
se queres conhecer o futuro, examina o presente que é a causa.*

Confúcio

AGRADECIMENTOS

Ao apresentar este trabalho gostaria de deixar o meu mais sincero agradecimento a todos os que de alguma forma contribuíram para que fosse realizado. Não poderia no entanto deixar um agradecimento especial:

À Professora Joana Almeida, que orientou, e à Professora Cristina Costa que coorientou, por toda a dedicação e disponibilidade ao longo dos intermináveis meses de elaboração desta tese. Pela forma paciente e rigorosa que dedicaram à leitura crítica e revisão dos textos. Em especial, agradeço à Professora Joana Almeida por todo o apoio e estímulo que demonstrou desde a primeira reunião em que aceitou orientar este trabalho. Pela forma generosa como promoveu a discussão de ideias, pelas longas conversas que levaram sempre à clarificação de dúvidas e a avanços significativos nas diferentes etapas do trabalho. À professora Cristina Costa não posso deixar de agradecer o inestimável contributo que deu para a estudo das pontes em alvenaria.

Agradeço ao presidente da Câmara Municipal de Arcos de Valdevez, João Manuel do Amaral Esteves, por ter proporcionado o estudo do parque de obras de arte deste município. E, por desde sempre, ter incentivado de forma ativa o início desta aventura que começou com a licenciatura.

A todos os colegas da Câmara Municipal de Arcos de Valdevez, que de alguma forma contribuíram para a reunião de elementos para a caracterização do parque de obras de arte.

A todos os municípios que participaram no inquérito.

À IP - Infraestruturas de Portugal pela disponibilização do “Guia para o Diagnóstico de Obras de Arte em Alvenaria” (em desenvolvimento), para a avaliação do estado de conservação do conjunto de pontes estudadas.

Às funcionárias dos Serviços Académicos e do Balcão Único, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão, do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, pela simpatia e por todo o apoio prestado nas questões administrativas relacionadas com a dissertação.

Aos meus pais por todo o amor e apoio que me tem dado ao longo da minha vida. Pelos valores que me transmitiram, por serem o meu porto de abrigo, por me terem ensinado a nunca desistir, e a lutar por tudo o que é importante.

Às minhas irmãs, que mesmo à distância, estiveram sempre presentes. Por toda a alegria e motivação que me transmitem. Pela singularidade das suas diferenças que me completam.

Ao Sérgio por ter estado sempre ao meu lado. Por me ter acompanhado ao longo de todo o processo de desenvolvimento deste trabalho. Pela paciência que teve nos momentos mais difíceis. E por ter sabido sempre compreender as minhas ausências.

RESUMO

A presente dissertação tem como principal objetivo contribuir para a caracterização das práticas atuais e das principais necessidades no âmbito da gestão de pontes e outras obras de arte sob tutela dos municípios portugueses.

Após o enquadramento da gestão de obras de arte, com identificação dos principais conceitos relativamente aos sistemas de gestão e da sua evolução ao longo do tempo, é apresentada uma caracterização da situação atual da gestão destas estruturas sob tutela municipal. Esta caracterização é feita com base nos resultados de um inquérito dirigido aos municípios portugueses. Com o objetivo de auxiliar os municípios na tarefa de gestão de pontes, são propostas metodologias para a realização do inventário e para a inspeção de obras de arte em alvenaria. A metodologia proposta para o inventário, pretende a rentabilização de meios técnicos e tecnológicos existentes em muitos municípios – os Sistemas de Informação Geográfica. Para exemplificar o tipo de obras de arte que podem estar sob responsabilidade de um município é apresentado o estudo de um caso particular, o do Município de Arcos de Valdevez. Para este município é então caracterizado o parque de obras de arte existente na sua área geográfica, resultado do inventário realizado com base na metodologia proposta. Por fim, para as pontes existentes em maior número em Arcos de Valdevez, as pontes em alvenaria, é feita uma avaliação do estado de conservação, resultado da campanha de inspeções realizadas às pontes com tráfego rodoviário, inseridas na rede municipal.

PALAVRAS-CHAVE: gestão de obras de arte; obras de arte municipais; inspeção e manutenção de pontes; pontes em alvenaria.

ABSTRACT

This work aims to contribute to the characterization of current practices and the main requirements under the bridge managed by the Portuguese municipalities.

After performing bibliographic research on bridges management, with identification of key concepts relating to management systems and its evolution over time, it is presented a characterization of the current situation of the management of these structures under municipal protection. This characterization is based on the results of a survey among Portuguese municipalities. In order to assist municipalities in bridge management task, it is proposed methodologies for the inventory and inspection of masonry bridges. The proposed methodology for inventory, intends to use the technical resources and existing technology in many municipalities - the Geographic Information Systems. To illustrate the kind of bridges that may be under the responsibility of a municipality the study of a particular case is filed, the municipality of Arcos de Valdevez. For this municipality is then characterized the existing bridges park, inventory results realized based on the proposed methodology. Finally, for existing bridges in greater number in Arcos de Valdevez, the masonry bridges, is presented an assessment of the condition state, campaign results of inspections to bridges with road traffic, set in the municipal network.

KEYWORDS: bridge management; municipal bridges; bridge inspection and maintenance; masonry bridges.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE GERAL.....	vii
ÍNDICE DE TEXTO	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xvi
LISTA DE ABREVIATURAS	xviii
LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS	xxi
CAPÍTULO 1 . INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 2 . VISÃO GERAL SOBRE A GESTÃO DE OBRAS DE ARTE.....	6
CAPÍTULO 3 . GESTÃO DE OBRAS DE ARTE SOB TUTELA MUNICIPAL.....	21
CAPÍTULO 4 . METODOLOGIAS PROPOSTAS.....	27
CAPÍTULO 5 . O PARQUE DE OBRAS DE ARTE DO MUNICÍPIO DE ARCOS DE VALDEVEZ	47
CAPÍTULO 6 . ESTUDO DE UM CONJUNTO DE PONTES.....	70
CAPÍTULO 7 . CONCLUSÕES	116
REFERÊNCIAS.....	124
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR.....	128
GLOSSÁRIO	135
APÊNDICES	A1
ANEXOS	A31

ÍNDICE DE TEXTO

CAPÍTULO 1 . INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento e motivação.....	2
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Estrutura da dissertação.....	3
CAPÍTULO 2 . VISÃO GERAL SOBRE A GESTÃO DE OBRAS DE ARTE.....	6
2.1 Sistemas de gestão de obras de arte	7
2.2 A gestão de obras de arte ao longo do tempo.....	13
CAPÍTULO 3 . GESTÃO DE OBRAS DE ARTE SOB TUTELA MUNICIPAL.....	21
3.1 Inquérito de caracterização da situação atual	22
3.1.1 Inventário de obras de arte.....	24
3.1.2 Inspeções periódicas e ações de manutenção	24
3.1.3 Sistemas de gestão de obras de arte.....	25
3.1.4 Principais entraves a uma gestão eficaz de obras de arte.....	25
3.2 Considerações finais	26
CAPÍTULO 4 . METODOLOGIAS PROPOSTAS.....	27
4.1 Conceitos gerais.....	28
4.2 Sistema de informação geográfica para inventário	30
4.2.1 Modelo de dados para um sistema de informação geográfica.....	31
4.2.2 Recolha de informação.....	34
4.3 Avaliação do estado de conservação de pontes em alvenaria.....	35
4.3.1 Elementos de uma ponte em arco de alvenaria	36
4.3.2 Inspeção e diagnóstico.....	38
4.3.3 Avaliação do estado de conservação – Método 1	43
4.3.4 Avaliação do estado de conservação – Método 2.....	45

CAPÍTULO 5 . O PARQUE DE OBRAS DE ARTE DO MUNICÍPIO DE ARCOS DE VALDEVEZ	47
5.1 Enquadramento territorial e histórico.....	48
5.1.1 Relevo	48
5.1.2 Pluviosidade	49
5.1.3 Hidrografia.....	49
5.1.4 Neotectónica e sismotectónica.....	50
5.1.5 Estrutura viária	52
5.1.6 Enquadramento histórico.....	53
5.2 Caracterização do parque de obras de arte	54
5.2.1 Pontes: materiais e estrutura.....	58
5.2.2 Pontes: idade e utilização.....	61
5.2.3 Pontes: interesse patrimonial e abrangência de zona especial	65
5.2.4 Pontes: via principal e navegação.....	66
5.3 Considerações finais	68
CAPÍTULO 6 . ESTUDO DE UM CONJUNTO DE PONTES.....	70
6.1 Apresentação das pontes estudadas	71
6.1.1 Ponte do Rio Couço	72
6.1.2 Ponte de Cabreiros.....	74
6.1.3 Ponte das Choças	76
6.1.4 Ponte de Rio de Moinhos	80
6.1.5 Ponte do Ribeiro de Cabanas	82
6.1.6 Ponte de Grade	83
6.1.7 Ponte “Nova” do Couto.....	86
6.2 Inspeções realizadas e anomalias identificadas.....	88
6.2.1 Ponte do Rio Couço	89
6.2.2 Ponte de Cabreiros.....	92
6.2.3 Ponte das Choças	94
6.2.4 Ponte de Rio de Moinhos	101
6.2.5 Ponte do Ribeiro de Cabanas	104
6.2.6 Ponte de Grade	106
6.2.7 Ponte “Nova” do Couto.....	108
6.3 Avaliação da gravidade das anomalias	110
6.4 Considerações finais	114
CAPÍTULO 7 . CONCLUSÕES.....	116

7.1	Conclusões finais.....	116
7.2	Desenvolvimentos futuros	122
	REFERÊNCIAS.....	124
	BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR.....	128
	GLOSSÁRIO	135
	APÊNDICES	A1
	Apêndice A. Codificação da base de dados	A2
	Apêndice B. Modelo de dados.....	A12
	Apêndice C. Fichas de anomalias propostas.....	A24
	Apêndice D. Desvio implicado com o fecho das pontes sob tutela da Câmara Municipal de Arcos de Valdevez	A28
	ANEXOS	A31
	Anexo 1. Lista de anomalias constantes no “Guia para o Diagnóstico de Obras de Arte de Alvenaria” da IP	A32

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2.1 - As fases na vida útil de uma obra de arte (adaptado de Ryall, 2001). ...	7
Figura 2.2 - Estrutura de um Sistema de Gestão de Obras de Arte (adaptado de Austroads, 2004).....	8
Figura 2.3 - A importância da inspeção visual (adaptado de CEB-FIB, 2002).....	12
Figura 2.4 - Colapso da <i>Silver Bridge</i> em 1967.	14
Figura 2.5 - Colapso da <i>Mianus River Bridge</i> em 1983 (http://interactives.wtnh.com/).	15
Figura 2.6 - Colapso da <i>Schoharie Creek Bridge</i> e da <i>Hatchie River Bridge</i> (FHWA, 2010)	15
Figura 2.7 - Colapso da Ponte Hintze Ribeiro em 2001.....	19

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 - Inquérito dirigido aos municípios portugueses.	23
Figura 3.2 - Distribuição geográfica dos municípios participantes.....	23
Figura 3.3 - Municípios com inventário de obras de arte.....	24
Figura 3.4 - Municípios que realizam inspeções periódicas às obras de arte.	25
Figura 3.5 - Municípios que realizam ações de manutenção regulares às obras de arte.....	25
Figura 3.6 - Municípios com um Sistema de Gestão de Obras de Arte.....	25
Figura 3.7 - Principais entraves a uma resposta eficaz na gestão de obras de arte municipais.	26

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 - Pontes: medição do vão livre mínimo (adaptado de FHWA, 2006).....	28
Figura 4.2 - Esquema das diversas tipologias de obras de arte.	29
Figura 4.3 - Modelo de dados para realização de inventário de obras de arte através de um Sistema de Informação Geográfica.....	33
Figura 4.4 - Principais componentes das pontes em arco de alvenaria (adaptado de Costa, 2009).	36
Figura 4.5 - Esquema geral dos arcos de alvenaria (Costa <i>et al.</i> , 2015b).....	37
Figura 4.6 - Esquema de funcionamento das pontes em arco de alvenaria (adaptado de Costa, 2009 <i>in</i> Costa <i>et al.</i> , 2015b).	38
Figura 4.7 - Metodologia adotada para a inspeção de pontes em arco de alvenaria.	42

CAPÍTULO 5

Figura 5.1 - Enquadramento territorial do Município de Arcos de Valdevez.....	48
Figura 5.2 - Relevo.....	49
Figura 5.3 - Carta pluviométrica.....	49
Figura 5.4 - Rede hidrográfica.	50
Figura 5.5 - Carta neotectónica (adaptado de Ferreira <i>et al.</i> , 2005).....	51
Figura 5.6 - Sismicidade e análise de risco de sismos (ANPC, 2014).....	51
Figura 5.7 - Estrutura viária.....	52
Figura 5.8 - Antiga ponte medieval na sede de concelho de Arcos de Valdevez (autor desconhecido).	53
Figura 5.9 - Obras de arte: distribuição geográfica por tipologia.	54
Figura 5.10 - Obras de arte: distribuição por entidade gestora.....	55
Figura 5.11 - Passadiços (pontes pedonais).....	56
Figura 5.12 - Pontes: distribuição por entidade gestora.	56
Figura 5.13 - Pontões: distribuição por entidade gestora.	57
Figura 5.14 - Barragens.	57
Figura 5.15 - Passagens hidráulicas: distribuição por entidade gestora.....	58
Figura 5.16 - Pontes: distribuição por material da zona principal.	59
Figura 5.17 - Pontes em alvenaria: distribuição por tipo de sistema estrutural.	60
Figura 5.18 - Pontes em alvenaria: número de vãos.	60
Figura 5.19 - Pontes medievais.	61
Figura 5.20 - Pontes da época moderna.....	61

Figura 5.21 - Pontes da época contemporânea.....	62
Figura 5.22 - Pontes: distribuição por época construtiva.....	63
Figura 5.23 - Pontes: distribuição por idade.....	63
Figura 5.24 - Pontes inseridas em trilhos pedestres turísticos.....	63
Figura 5.25 - Pontes de acesso a povoações isoladas.....	64
Figura 5.26 - Pontes: direção do tráfego rodoviário.....	64
Figura 5.27 - Pontes: enquadramento em zona especial.....	66
Figura 5.28 - Pontes: distribuição por tipo de via principal.....	67
Figura 5.29 - Pontes: distribuição por tipo de linha de água.....	68

CAPÍTULO 6

Figura 6.1 - Enquadramento do conjunto de pontes estudadas.....	70
Figura 6.2 - Ponte do Rio Couço: enquadramento e localização.....	72
Figura 6.3 - Ponte do Rio Couço: comprimento total e faixa de rodagem.....	73
Figura 6.4 - Ponte do Rio Couço: arco e cornija.....	73
Figura 6.5 - Ponte do Rio Couço: passeios e guarda-corpos.....	73
Figura 6.6 - Ponte de Cabreiros: enquadramento e localização.....	74
Figura 6.7 - Ponte de Cabreiros: faixa de rodagem.....	75
Figura 6.8 - Ponte de Cabreiros: arco, contrafortes e encontros.....	75
Figura 6.9 - Ponte de Cabreiros: cornijas e guarda-corpos.....	75
Figura 6.10 - Ponte de Cabreiros: tubagens apoiadas na ponte.....	76
Figura 6.11 - Ponte das Choças: enquadramento e localização.....	76
Figura 6.12 - Ponte das Choças: arcos e quebramar.....	79
Figura 6.13 - Ponte das Choças: faixa de rodagem e passeios.....	79
Figura 6.14 - Ponte das Choças: guarda-corpos.....	80
Figura 6.15 - Ponte de Rio de Moinhos: enquadramento e localização.....	80
Figura 6.16 - Ponte de Rio de Moinhos: tabuleiro e guardas.....	81
Figura 6.17 - Ponte de Rio de Moinhos: pilares.....	81
Figura 6.18 - Ponte do Ribeiro de Cabanas: enquadramento e localização.....	82
Figura 6.19 - Ponte do Ribeiro de Cabanas: cornija e faixa de rodagem.....	82
Figura 6.20 - Ponte do Ribeiro de Cabanas: arco e encontros.....	83
Figura 6.21 - Ponte do Ribeiro de Cabanas: guarda-corpos.....	83
Figura 6.22 - Ponte de Grade: enquadramento e localização.....	84
Figura 6.23 - Ponte de Grade: arcos, pilar, quebramares e muros.....	84
Figura 6.24 - Ponte de Grade: faixa de rodagem.....	84

Figura 6.25 - Ponte de Grade: cornija e guarda-corpos.....	85
Figura 6.26 - Ponte “Nova” do Couto: enquadramento e localização.	86
Figura 6.27 - Ponte “Nova” do Couto: inscrição com data de construção.	86
Figura 6.28 - Ponte “Nova” do Couto: cornija e faixa de rodagem.....	87
Figura 6.29 - Ponte “Nova” do Couto: passeios e guarda-corpos.....	87
Figura 6.30 - Ponte “Nova” do Couto: arcos, pilares, quebramares e muros.	87
Figura 6.31 - Ponte do Rio Couço: fendilhação longitudinal na zona central do pavimento.	90
Figura 6.32 - Ponte do Rio Couço: presença de água e eflorescências.....	90
Figura 6.33 - Ponte do Rio Couço: vegetação, colonização biológica e filmes negros.	91
Figura 6.34 - Ponte do Rio Couço: perda de argamassa.....	91
Figura 6.35 - Ponte de Cabreiros: abertura de juntas nos guarda-corpos.....	92
Figura 6.36 - Ponte de Cabreiros: presença de água e eflorescências.....	93
Figura 6.37 - Ponte de Cabreiros: vegetação e colonização biológica.	93
Figura 6.38 - Ponte das Choças: fendilhação longitudinal junto à face dos arcos...	94
Figura 6.39 - Ponte das Choças: testemunhos de gesso.	95
Figura 6.40 - Ponte das Choças: escorregamento do tímpano.	95
Figura 6.41 - Ponte das Choças: degradação de laje em betão armado.....	96
Figura 6.42 - Ponte das Choças: deteção de armaduras.	97
Figura 6.43 - Ponte das Choças: medição do espaçamento das armaduras e recobrimento.	97
Figura 6.44 - Ponte das Choças: destacamento de blocos no pavimento.....	98
Figura 6.45 - Ponte das Choças: deformação nos guarda-corpos metálicos.	98
Figura 6.46 - Pontes das Choças: corrosão em guarda-corpos metálicos.	98
Figura 6.47 - Ponte das Choças: presença de água, vegetação e colonização biológica.....	99
Figura 6.48 - Ponte das Choças: perda de argamassa e argamassas cimentícias	100
Figura 6.49 - Ponte das Choças: dissonância visual.	100
Figura 6.50 - Ponte de Rio de Moinhos: perda de material dos pilares.....	102
Figura 6.51 - Ponte de Rio de Moinhos: perda de elementos de reforço de pilares.	102
Figura 6.52 - Ponte de Rio de Moinhos: degradação de sistemas de reforço metálicos.....	102
Figura 6.53 - Ponte de Rio de Moinhos: vegetação e colonização biológica.....	103

Figura 6.54 - Ponte de Rio de Moinhos: argamassas cimentícias e perda de argamassa.	103
Figura 6.55 - Ponte de Rio de Moinhos: dissonância visual.	103
Figura 6.56 - Ponte do Ribeiro de Cabanas: fendilhação longitudinal na zona central do pavimento.	104
Figura 6.57 - Ponte do Ribeiro de Cabanas: presença de água.....	105
Figura 6.58 - Ponte do Ribeiro de Cabanas: vegetação e colonização biológica..	105
Figura 6.59 - Ponte de Grade: corrosão em guarda-corpos metálicos.	106
Figura 6.60 - Ponte de Grade: abertura de juntas em guarda-corpos.	106
Figura 6.61 - Ponte de Grade: presença de água.....	107
Figura 6.62 - Ponte de Grade: vegetação, colonização biológica e filmes negros.	107
Figura 6.63 - Ponte de Grade: perda de argamassa.	107
Figura 6.64 - Ponte “Nova” do Couto: fendilhação longitudinal na zona central da faixa de rodagem.	108
Figura 6.65 - Ponte “Nova” do Couto: abertura de juntas nos guarda-corpos.....	109
Figura 6.66 - Ponte “Nova” do Couto: presença de água e eflorescências.	109
Figura 6.67 - Ponte “Nova” do Couto: vegetação, colonização biológica e filmes negros.	110
Figura 6.68 - Ponte “Nova” do Couto: dissonância visual.....	110

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 2.1 - Síntese das principais funções de alguns SGOA's (adaptado de Austroads, 2002).....	16
Tabela 2.2 - Projetos de investigação europeus (adaptado de Almeida, 2013).	17

CAPÍTULO 4

Tabela 4.1 - Causas das anomalias de carácter estrutural ou funcional e respetivos efeitos na estrutura (Costa <i>et al.</i> , 2015b).....	40
Tabela 4.2 - Causas das anomalias de durabilidade e respetivos efeitos na estrutura (adaptado de Costa <i>et al.</i> , 2015b).....	40
Tabela 4.3 - Classificação do estado de conservação (adaptado de Costa <i>et al.</i> , 2015b).....	41
Tabela 4.4 - Fator de interação entre as causas das anomalias (adaptado de Costa <i>et al.</i> , 2015).	44
Tabela 4.5 - Graus de importância do elemento, adotados por Costa <i>et al.</i> (2015a): Método 1.	45
Tabela 4.6 - Graus de importância do elemento propostos em função do número de vãos da ponte: Método 2.....	46

CAPÍTULO 5

Tabela 5.1 - Desvio implicado com o fecho das pontes sob tutela da Câmara Municipal.....	65
--	----

CAPÍTULO 6

Tabela 6.1 - Pontes estudadas: caracterização geral.....	71
Tabela 6.2 - Ponte das Choças: dimensões principais.	78
Tabela 6.3 - Ponte de Grade: dimensões principais.	85
Tabela 6.4 - Anomalias identificadas.	89
Tabela 6.5 - Exemplo de determinação do estado de conservação por elemento.	111
Tabela 6.6 - Estado de conservação por elemento.	112
Tabela 6.7 - Valor máximo do estado de conservação por elemento e estado de conservação global da estrutura.	112

LISTA DE ABREVIATURAS

ANMP	Associação Nacional de Municípios Portugueses
ANPC	Associação Nacional de Proteção Civil
AASHO	<i>American Association of State Highway Officials</i>
AASHTO	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
BMS	<i>Bridge Management System</i>
BRIME	<i>Bridge Management in Europe</i>
BRISA	Autoestradas de Portugal
CAOP	Carta Administrativa Oficial de Portugal
CM	Caminho Municipal
DGOTDU	Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano
DGPC	Direção-Geral do Património Cultural
DGT	Direção-Geral do Território
E	Este
EC	Estado de Conservação
EDP	Energias de Portugal
EM	Estrada Municipal
EN	Estrada Nacional
EP	Estradas de Portugal

EUA	Estados Unidos da América
FHWA	<i>Federal Highway Administration</i>
IC	Itinerário Complementar
InIR	Instituto de Infraestruturas Rodoviárias
IP	Infraestruturas de Portugal / Itinerário Principal
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
IPQ	Instituto Português da Qualidade
JAE	Junta Autónoma de Estradas
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
N	Norte
NBIS	<i>National Bridge Inspection Standards</i>
NDT	<i>Non-Destructive Tests</i>
NE	Nordeste
NUTS	Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos
NW	Noroeste
OA	Obra de Arte
OE	Ordem dos Engenheiros
PDM	Plano Diretor Municipal
PNPG	Parque Nacional Peneda-Gerês
REFER	Rede Ferroviária Nacional
RN2000	Rede Natura 2000
S	Sul
SE	Sudeste
SGOA	Sistema de Gestão de Obras de Arte
SIC	Sítio de Importância Comunitária
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIPA	Sistema de Informação para o Património Arquitetónico
SW	Sudoeste

UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
ZPE	Zona de Proteção Especial
W	Oeste

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

<i>D</i>	Fator de gravidade do dano
<i>D_{máximo}</i>	Valor máximo de classificação encontrado para uma anomalia específica, dentro de um mesmo elemento
<i>EC</i>	Estado de conservação
<i>EC_{el}</i>	Estado de conservação do elemento
<i>EC_{el}_{máximo}</i>	Valor máximo de classificação encontrado para um elemento
<i>EC_{glob}</i>	Estado de conservação global
<i>Fa</i>	Fator de agravamento
<i>Fi</i>	Fator de interação entre as causas da anomalia
<i>Fr</i>	Fator de ponderação da relevância da anomalia no elemento
<i>Gi</i>	Grau de importância do elemento
<i>Pi</i>	Parâmetros inspecionados

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O contínuo desinvestimento público e a transferência de responsabilidade de algumas estradas nacionais portuguesas para os Municípios têm vindo a levantar algumas questões sobre a forma como é feita a gestão de obras de arte que se encontram sob tutela municipal. Nesse contexto, é importante que se faça uma reflexão sobre a situação atual e que se perceba o que importa implementar no sentido de melhorar as práticas futuras, minimizando os custos envolvidos na conservação das obras de arte tuteladas pelos municípios portugueses e assegurando os níveis desejados de funcionalidade e segurança.

Com o intuito de caracterizar as práticas atuais e as principais necessidades no âmbito da gestão de pontes e outras obras de arte, foi realizado um inquérito a todos os municípios portugueses. Com base nas respostas obtidas é então feita uma caracterização do panorama nacional em termos da gestão das obras de arte dos municípios. Como exemplo do tipo de obras de arte que podem estar sob a responsabilidade de um município, é ainda apresentado o estudo de um caso particular – o da Câmara Municipal de Arcos de Valdevez.

Tendo em consideração o tipo de acompanhamento das obras de arte que os municípios têm vindo a fazer e o conhecimento relativo ao parque de obras de arte do município escolhido para caso de estudo, o presente trabalho apresenta algumas considerações sobre a problemática da gestão de obras de arte sob tutela municipal.

1.1 Enquadramento e motivação

Ao longo dos últimos anos tem-se assistido a um crescimento da preocupação votada às obras de arte inseridas nas redes rodó e ferroviárias nacionais. Os esforços encetados tanto pela Estradas de Portugal (EP) e Rede Ferroviária Nacional (REFER), atualmente fundidas na Infraestruturas de Portugal (IP), como pelas concessionárias, são visíveis na implementação de Sistemas de Gestão de Obras de Arte (SGOA) e de políticas de acompanhamento contínuo e de proximidade das obras de arte que tutelam, através da realização de inspeções periódicas e ações de manutenção regulares.

A nível local são os municípios os responsáveis pela gestão das obras de arte que integram as redes viárias municipais. Sobre estas estruturas pouco se conhece, não existindo um cadastro nacional nem um registo da gestão que é levada a cabo pelos municípios. Por outro lado, a limitação de recursos técnicos e financeiros poderá estar a condicionar as tarefas de inventário, inspeção e manutenção necessárias à gestão das obras de arte.

Neste contexto, o conhecimento da situação nacional relativamente ao parque de obras de arte sob tutela dos municípios é importante para a definição de uma estratégia que permita um acompanhamento adequado deste tipo de infraestruturas. Este conhecimento é igualmente importante na programação das intervenções necessárias para garantir o funcionamento das obras de arte em condições de segurança.

A experiência de trabalho na Câmara Municipal de Arcos de Valdevez motivou a escolha deste município para caso de estudo, com o intuito de colmatar a ausência de inventário e de dotar os serviços técnicos de ferramentas que os auxiliem na gestão das obras de arte.

1.2 Objetivos

O principal objetivo do trabalho desenvolvido na presente dissertação é contribuir para o aprofundamento do conhecimento relativamente ao tipo de obras de arte sob tutela municipal e às práticas habituais de gestão das mesmas. Esse conhecimento permitirá uma reflexão sobre a problemática da gestão desse tipo de obras de arte

que se espera possa vir a trazer melhorias para o futuro. Nesse sentido foram sendo definidos vários objetivos específicos relacionados com a evolução do trabalho:

- Pesquisa bibliográfica sobre a gestão de obras de arte, em particular sobre os SGOA's e a evolução destes ao longo do tempo, tanto a nível internacional como a nível nacional;
- Caracterização da situação nacional relativamente à gestão de obras de arte tuteladas pelos municípios portugueses;
- Metodologias de sistematização da inventariação e de diagnóstico das obras de arte sob tutela municipal;
- Caracterização do parque de obras de arte existente na área geográfica do município caso de estudo, o Município de Arcos de Valdevez;
- Inspeção e avaliação do estado de conservação de um conjunto de pontes sob tutela do município caso de estudo.

1.3 Estrutura da dissertação

A introdução ao tema da problemática da gestão de obras de arte tuteladas pelos municípios portugueses, feita no presente capítulo, é seguida de uma descrição da apresentação do trabalho desenvolvido ao longo dos diferentes capítulos que constituem a organização da presente dissertação.

No Capítulo 2 é feita uma contextualização da gestão de obras de arte através da caracterização geral dos SGOA's e da sua evolução a nível internacional e a nível nacional. A evolução da gestão de obras de arte a nível nacional incide na experiência das entidades gestoras das obras que integram as redes rodovias e ferroviárias nacionais.

O Capítulo 3 aborda a problemática da gestão de obras de arte sob tutela municipal, com a apresentação dos resultados de um inquérito dirigido aos municípios portugueses. Com base nos resultados do inquérito são tecidas considerações relativamente às práticas atuais e às necessidades das entidades gestoras de obras de arte inseridas nas redes rodoviárias municipais.

No Capítulo 4 são apresentadas as metodologias de inventário e diagnóstico que depois serão aplicadas ao caso de estudo. Após a exposição de um conjunto de conceitos gerais relativamente à nomenclatura adotada para cada uma das tipologias

de obras de arte, é apresentada uma proposta para o desenvolvimento de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para a realização do inventário de obras de arte. É também apresentada e testada uma metodologia para a avaliação do estado de conservação para as obras de arte existentes em maior número no território do Município de Arcos de Valdevez escolhido para caso de estudo – as pontes em arco de alvenaria.

O Capítulo 5 é dedicado à exemplificação do tipo de obras de arte que pode estar associado a um município, através do estudo do parque de obras de arte do Município de Arcos de Valdevez escolhido como caso de estudo. A informação apresentada baseia-se no inventário realizado e materializado em ambiente SIG, de acordo com a metodologia proposta no Capítulo 4. O parque de obras de arte existente em Arcos de Valdevez é então caracterizado no que respeita ao número e tipologia de obras de arte, com especial incidência nas pontes sob tutela municipal, e nas pontes com maior representatividade no território arcuense, as pontes em arco de alvenaria. Relativamente às pontes é assim feita uma caracterização mais detalhada relativamente a: *i)* materiais e estrutura; *ii)* idade e utilização; *iii)* interesse patrimonial e abrangência de zona especial; e *iv)* via principal e navegação.

No Capítulo 6 é feita uma caracterização do tipo de anomalias identificadas nas inspeções efetuadas a um conjunto de pontes de alvenaria selecionadas a partir do parque de obras de arte do município caso de estudo. Para cada uma dessas pontes é feita a avaliação do estado de conservação por aplicação da metodologia apresentada no Capítulo 4. É ainda feita uma análise crítica da aplicação da metodologia de avaliação apresentada para avaliação do estado de conservação a obras de arte sob gestão municipal.

O Capítulo 7 é reservado à apresentação das principais conclusões retiradas do estudo desenvolvido. Tendo em conta a problemática caracterizada, são ainda apresentadas algumas propostas de desenvolvimentos futuros.

Nos apêndices é apresentado um conjunto de elementos que permitem elucidar a informação constante de alguns capítulos: *i)* a codificação da base de dados para a inventariação de obras de arte e correspondente modelo de dados para um SIG, apresentados no Capítulo 4; *ii)* as fichas de anomalias propostas, referidas no Capítulo 4; e *iii)* o desvio implicado com o fecho das pontes tuteladas pela Câmara Municipal de Arcos de Valdevez, referido na caracterização do parque de obras de arte cujo estudo se apresenta no Capítulo 5.

Por fim nos anexos é apresentada a lista de anomalias constantes do “Guia para o Diagnóstico de Obras de Arte de Alvenaria” da IP, que está na base da metodologia de avaliação descrita no Capítulo 4.

CAPÍTULO 2

VISÃO GERAL SOBRE A GESTÃO DE OBRAS DE ARTE

A preocupação com a conservação de pontes remonta à construção massiva destas estruturas durante o império romano. De facto os Romanos manifestavam já interesse pela gestão e acompanhamento das pontes ao longo do tempo. Por forma a garantirem a qualidade da execução, exigiam que as pontes fossem certificadas por um conselho de especialistas antes de entrarem em funcionamento. Por outro lado os contratos celebrados com os construtores incluíam uma cláusula que os responsabilizava pela estabilidade da ponte por um período de quarenta anos (Shirley-Smith 1964 *in* Ryall, 2001).

A gestão de obras de arte pode então ser considerada como a forma como um parque de obras de arte é tratado, desde a sua conceção até ao fim da sua vida útil. Esta gestão é necessária na coordenação e implementação de um conjunto de tarefas associadas ao acompanhamento de obras de arte, tais como: *i)* recolha de dados de inventário; *ii)* inspeções regulares; *iii)* avaliação de condição e capacidade resistente; *iv)* manutenção, reforço ou substituição; *v)* priorização de afetação de fundos; e *vi)* segurança. Os mecanismos de coordenação e implementação constituem então o Sistema de Gestão de Obras de Arte (Ryall, 2001).

No presente capítulo é feita uma breve revisão bibliográfica dos SGOA's. No ponto 2.1 é apresentada uma descrição dos princípios gerais de um SGOA e dos seus componentes básicos. De seguida, no ponto 2.2, é retratada a evolução histórica dos SGOA's a nível internacional e nacional. A nível nacional é dado especial enfoque

aos principais gestores de obras de arte em Portugal – a EP e a REFER, atualmente fundidas na IP.

2.1 Sistemas de gestão de obras de arte

De acordo com Ryall (2001), a vida útil de uma obra de arte pode ser sintetizada em seis fases críticas, desde a conceção, passando pela análise, projeto, construção, serviço e demolição ou colapso (Figura 2.1). Por tempo de vida útil (de projeto) da obra de arte, entende-se o período durante o qual se pretende que uma estrutura ou parte da mesma seja utilizada para as funções a que se destina, com a manutenção prevista mas sem a necessidade de grandes reparações. No caso particular das pontes e outras obras de arte, o tempo de vida útil de projeto considerado é de 100 anos (IPQ, 2009). A obra de arte deverá integrar um SGOA imediatamente após a sua entrada em serviço.

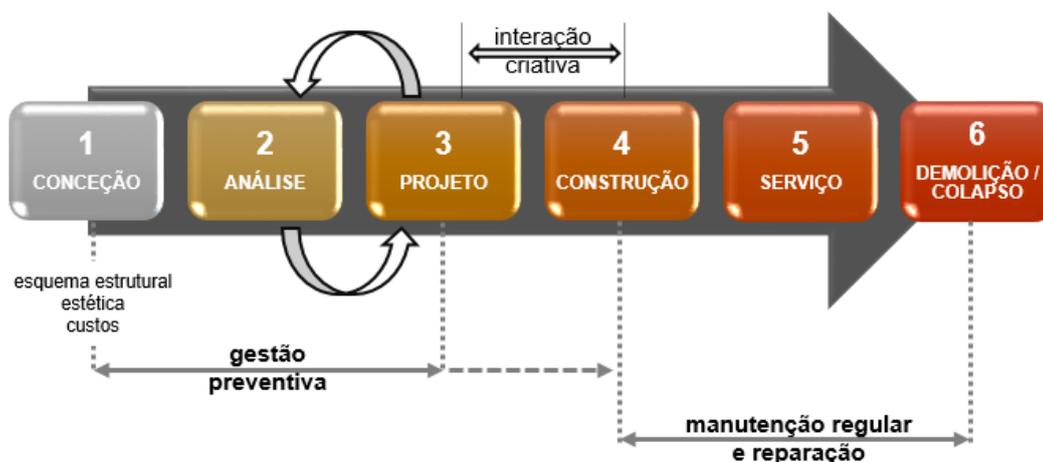


Figura 2.1 - As fases na vida útil de uma obra de arte (adaptado de Ryall, 2001).

Um SGOA pode ser entendido como uma abordagem racional e sistemática das atividades de gestão de obras de arte, *i.e.*, inventário, inspeção, manutenção, planeamento, orçamentação e execução de trabalhos, suportada num conjunto de *software* e documentação técnica. Um SGOA é uma ferramenta de gestão que auxilia a recolha, o armazenamento e a análise de dados, sendo concebida para suportar tomadas de decisão relativamente à otimização de recursos para a operação, manutenção, reabilitação, modernização e reconstrução de obras de arte (Austroads, 2004, 2015).

Idealmente um SGOA deverá ser constituído por vários módulos que possam ser usados na gestão efetiva de obras de arte, tanto ao nível global de um parque de obras de arte, como ao nível local de pontes isoladamente. O sistema deverá então ser composto por um módulo de aquisição de dados, uma base de dados para armazenamento dos dados recolhidos e da informação produzida, um módulo de análise e um módulo de resultados com produção de relatórios e informação essencial ao planeamento (Figura 2.2). O processo de gestão é um processo dinâmico e contínuo que deverá levar à atualização dos dados sempre que haja intervenções nas obras de arte, se verificarem alterações ou se realizem novos estudos.

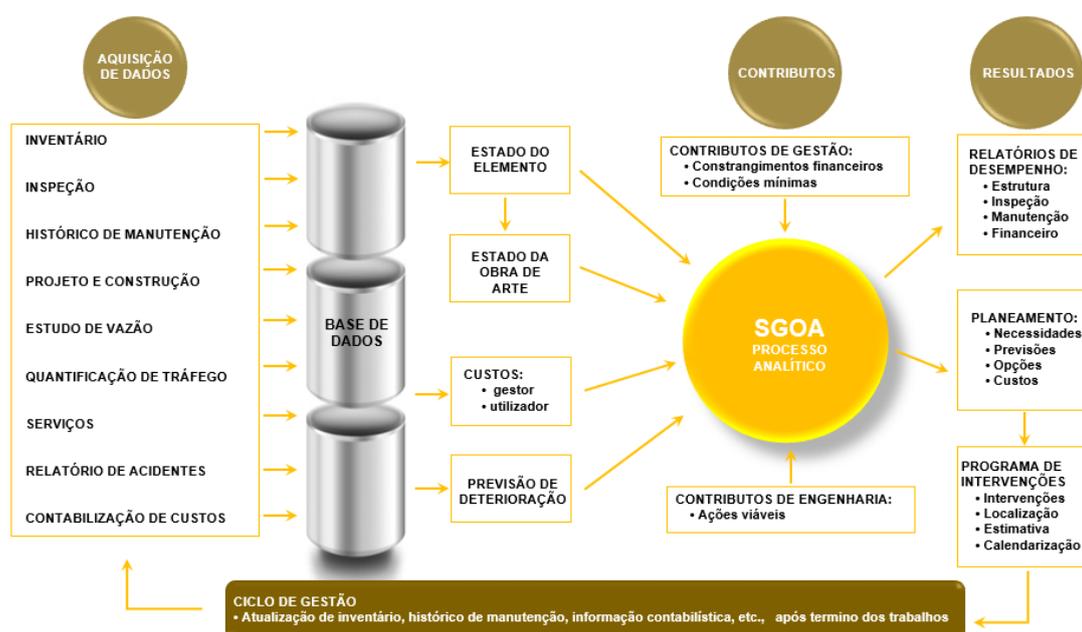


Figura 2.2 - Estrutura de um Sistema de Gestão de Obras de Arte (adaptado de Austroads, 2004).

A fiabilidade dos resultados obtidos através de um SGOA depende fundamentalmente da qualidade dos dados recolhidos. A definição de padrões de recolha assume assim um papel preponderante. Neste sentido para a aquisição de dados com qualidade deverão ser observados os seguintes requisitos (Austroads, 2004):

- Definição detalhada dos dados a recolher;
- Definição de tolerâncias consistentes com os requisitos do utilizador final;
- Definição de processos de recolha de informação repetitivos;
- Calibração de aparelhos de recolha automática de medições;
- Adequação da formação e experiência dos inspetores;
- Validação dos projetos e relatórios de construção;

- Verificação e validação dos dados introduzidos no sistema;
- Verificação da segurança da base de dados;
- Verificação de auditoria dos processos de recolha de dados.

Grande parte da informação que abastece o sistema é proveniente da fase de inventário e das inspeções realizadas às obras de arte. Com os dados recolhidos durante as inspeções é possível a realização de avaliações ao estado de conservação das obras de arte e através destas, a designação de prioridades de intervenção e respetivas ações de manutenção. As alterações concretizadas nas estruturas decorrentes de ações de manutenção ou reparação deverão ser introduzidas no sistema, atualizando assim os dados de base e o registo do histórico de manutenção.

O inventário de uma ponte fornece a informação sobre a obra de arte que geralmente não está sujeita a mudança (AASHTO, 1994), ou seja, o registo sistematizado e organizado das características dessa obra de arte. Essa informação pode servir de base ou interessar à manutenção e conservação de obras de arte e é, em geral, organizada em dados administrativos, dados técnicos e dados de constituição (Cruz, 2006):

- Os dados administrativos englobam toda a informação disponível relativa à localização e identificação inequívoca da obra de arte, *i.e.*, localização geográfica da ponte através de pontos coordenados e da indicação das unidades administrativas de distrito, concelho e freguesia, nome da via em que se insere a obra e respetivo ponto quilométrico, tipo e nome da obra de arte, identificação das entidades responsáveis pela conceção, construção, gestão e manutenção da estrutura;
- Os dados técnicos incluem a caracterização do sistema estrutural, as dimensões da estrutura e da via que a sobrepõe, os dados referentes a tráfego, e a caracterização da envolvente, designadamente inserção em zona especial (Rede Natura 2000 – RN2000, Reserva Ecológica Nacional, Zona de Proteção a Imóvel Classificado, *etc.*), zonamento sísmico e exposição ambiental;
- Os dados de constituição referem-se à caracterização dos elementos que integram a obra de arte, com descrição e quantificação de materiais e equipamentos, preferencialmente obtidos através da consulta dos projetos de

execução e dos processos de obra, e na falta destes através de recolha direta no local.

As inspeções de pontes são realizadas para determinar o estado físico e funcional da ponte (AASHTO, 1994) e têm como principais objetivos: *i)* garantir a segurança da ponte, identificando trabalhos de manutenção, reparação e reabilitação que precise ser feita; e *ii)* fornecer uma base para o planeamento e financiamento das obras necessárias (Figueiredo *et al.*, 2013). De uma forma geral as inspeções podem ser divididas em cinco categorias (AASHTO, 1994; Cruz, 2006; TDT, 2013):

- A inspeção inicial ou de inventário é a primeira inspeção a ser realizada à ponte, logo após a conclusão da sua construção, ou sempre que haja alteração de proprietário da ponte, ou existam modificações significativas na sua estrutura, como um alargamento, um reforço, ou uma alteração do sistema estrutural. Este tipo de inspeção deverá ser realizada também para pontes já existentes, quando registadas pela primeira vez numa base de dados;
- A inspeção de rotina é uma inspeção programada, preferencialmente com uma periodicidade de quinze (Cruz, 2006) a vinte e quatro meses (AASHTO, 1994; TDT, 2013), que consiste na realização de observações e/ou medições necessárias à determinação das condições físicas e de funcionamento da ponte; na identificação de quaisquer alterações nas condições iniciais ou anteriormente registadas, e ainda para garantir que a estrutura continua a satisfazer os requisitos de serviço atuais;
- A inspeção extraordinária ou de dano é uma inspeção não programada que se destina à avaliação de possíveis danos estruturais resultantes de fatores ambientais ou humanos (*e.g.* cheias, sismos, alterações ambientais significativas, incêndios, colisões, *etc.*);
- A inspeção detalhada ou principal é usualmente realizada como uma inspeção de acompanhamento a uma inspeção inicial, de rotina ou extraordinária, para identificar melhor qualquer dano encontrado. Nestas inspeções são normalmente usados meios complementares de diagnóstico tais como inspeções subaquáticas e testes de carga. Em geral recomenda-se a sua realização com uma periodicidade de cinco anos;
- A inspeção especial, tal como a inspeção de rotina, é uma inspeção programada usada para monitorizar uma deficiência conhecida ou de que se suspeita (*e.g.* assentamento de fundações), detalhes estruturais ou materiais.

As inspeções devem ser sempre realizadas por técnicos com formação específica na gestão de pontes e com experiência adequada ao tipo de inspeção a ser realizada. Nesse sentido Cruz (2006) sugere a definição de quatro níveis de qualificação para os inspetores com a definição do tipo de formação e anos de experiência para cada um dos níveis:

- Nível I, técnico auxiliar: deverá ser um técnico com formação básica no domínio da gestão de pontes, que apoie as atividades de campo dos restantes níveis de inspetores e, no último estágio de formação, estará habilitado a realizar inventários e inspeções de rotina;
- Nível II, inspetor júnior: deverá ser um licenciado em Engenharia Civil com menos de um ano de experiência. Neste nível não poderá ser responsável por inspeções, pelo que acompanhará inspetores mais qualificados no desenvolvimento destas atividades;
- Nível III, inspetor: deverá ser um Engenheiro Civil certificado na função, após aprovação em provas a que será submetido, no final do período de formação de inspetor júnior, e que terá menos de cinco anos de experiência. Estará habilitado a realizar inventários, inspeções de rotina e principais. No entanto, nos primeiros anos de atividade, deverá limitar-se a inspecionar tipologias de obras relativamente simples, podendo aumentar a complexidade à medida que o seu grau de especialização e de conhecimento progridam;
- Nível IV, inspetor sénior: deverá ser um Engenheiro Civil, com mais de cinco anos de experiência, com vasto conhecimento dos vários temas ligados à inspeção, manutenção e conservação de pontes, habilitado para coordenar equipas de inspetores e realizar inspeções de qualquer tipologia de obra, nomeadamente as inspeções especiais.

A forma mais expedita de obter uma avaliação global do estado de conservação de uma obra de arte com custos relativamente reduzidos é a inspeção visual. De facto o volume de informação relevante que pode ser obtido através deste tipo de inspeções é de cerca de 80%. Por outro lado, estima-se que o custo das inspeções visuais assume um peso de cerca de 20% do custo total de inspeções (CEB-FIB, 2002). A Figura 2.3 ilustra a relação entre o volume de informação relevante e os custos de aquisição associados às inspeções visuais, bem como a onerosidade dos ensaios (cerca de 80% do custo total de inspeções) relativamente à informação relevante obtida (cerca de 20% de informação relevante).



Figura 2.3 - A importância da inspeção visual (adaptado de CEB-FIB, 2002).

A avaliação do estado de conservação (EC) de uma obra de arte, ou de elementos que a constituem, é determinado em função da análise às anomalias detetadas durante as inspeções, das respetivas causas e evolução. O estado de conservação é usualmente expresso por um índice que traduz o resultado da avaliação. A escala de classificação pode variar entre diferentes entidades gestoras, por exemplo a Austroads na Austrália (Austroads, 2004) considera uma escala de quatro níveis (EC1 - Como construído; EC2 - Bom; EC3 - Razoável; e EC4 - Fraco) e a IP (Costa *et al.*, 2015b) considera uma escala de seis níveis (EC0 - Excelente; EC1 - Muito bom; EC2 - Bom; EC3 - Razoável; EC4 - Deficiente; e EC5 - Mau).

O trabalho de manutenção pode ser de natureza preventiva ou corretiva e engloba trabalhos relativos a pequenas reparações realizadas com o objetivo de retificar pequenas falhas ou retardar a ocorrência ou o desenvolvimento de danos mais sérios (UIC, 1989).

Os SGOA's mais evoluídos poderão ser capazes de estudar diferentes cenários de ação e eventuais consequências, permitindo ao gestor simular os efeitos nas estruturas, por exemplo, do adiamento de ações de manutenção ou o aumento da periodicidade das inspeções. Por outro lado poderão incluir análises mais complexas baseadas em modelos de deterioração, gestão de rotas para cargas excecionais e serem capazes de estabelecer programas de reparação e/ou reforço a longo prazo (Ryall, 2001). Os sistemas que permitem estabelecer previsões de futuro assentam essencialmente em três tipos de modelos, ou seja o modelo de deterioração, o modelo de custos e o modelo de otimização (Austroads, 2002):

- O modelo de deterioração prevê o estado dos elementos ao longo do tempo e pode ser de natureza determinística ou probabilística. Os modelos de natureza determinística consideram que a ponte se vai deteriorando ao longo do tempo de acordo com uma determinada função. Os modelos de natureza probabilística são os mais usados e consideram que a deterioração ao longo do tempo é desconhecida e que há apenas uma probabilidade de a

deterioração se vir a processar de acordo com uma determinada lei (Almeida, 2013).

- O modelo de custos considera os custos relacionados com as ações de manutenção necessárias ao restabelecimento das condições iniciais de uma obra de arte e a poupança obtida com esse restabelecimento;
- No modelo de otimização são usados os resultados dos modelos anteriores (modelos de deterioração e de custos) na determinação da melhor estratégia para a conservação das obras de arte, baseada em análise de ciclo de vida ou em processos equivalentes.

2.2 A gestão de obras de arte ao longo do tempo

O envelhecimento das obras de arte e os custos elevados relacionados com manutenções tardias tem levado os diversos países a implementar programas de gestão que possibilitem a rentabilização das estruturas com otimização de custos. A evolução destes programas ao longo do tempo tem sido quase sempre impulsionada pela ocorrência de acidentes catastróficos, com prejuízos materiais e humanos elevados.

Os primeiros sistemas para a gestão de pontes surgiram com os primeiros computadores por volta de 1980. Inicialmente eram sistemas bastante básicos que permitiam apenas o armazenamento de dados e a realização de avaliações simples a anomalias. A otimização de programas de manutenção tornou-se parte integrante dos sistemas de gestão a partir dos finais dos anos oitenta e/ou inícios de noventa do século XX (Austroads, 2002).

Nos Estados Unidos da América (EUA), durante as décadas de cinquenta e sessenta, do século XX, assistiu-se a um *boom* de construção de pontes. Durante este período não é dada muita importância a questões relacionadas com inspeções de segurança e ações de manutenção. Tudo viria a mudar com o colapso da *Silver Bridge* (Figura 2.4), em *West Virginia*, a 15 de dezembro de 1967, levando à morte de quarenta e seis pessoas no Rio Ohio (FHWA, 2006; Figueiredo *et al.*, 2013).

a) Figueiredo *et al.*, 2013

b) FHWA, 2006

Figura 2.4 - Colapso da *Silver Bridge* em 1967.

Esta tragédia marca o despertar do interesse em normas e regulamentos para a inspeção e manutenção de pontes, surgindo, assim, a *National Bridge Inspection Standards* (NBIS), com a definição de políticas relativas a: *i*) procedimentos de inspeção; *ii*) frequência das inspeções; *iii*) qualificação de técnicos; *iv*) relatórios de inspeção; e *v*) inventário do estado de manutenção das pontes. Subsequentemente foram elaborados três manuais que se mostraram ser vitais no sucesso inicial da NBIS (FHWA, 2006):

- Em 1970 a *Federal Highway Administration* (FHWA) publica o Manual de Formação para Inspetores de Pontes, onde se estabelecem os padrões de formação de inspetores;
- Ainda em 1970 é publicado pela *American Association of State Highway Officials* (AASHO) o Manual de Inspeção e Manutenção de Pontes, que serviu como um padrão para fornecer a uniformidade dos procedimentos e políticas para a determinação da condição física, as necessidades de manutenção e capacidade de carga de pontes rodoviárias; e
- Em 1972 a FHWA disponibiliza o *Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and Appraisal of the Nation's Bridges*, que viria a fornecer orientação minuciosa e detalhada na avaliação e codificação de dados específicos de pontes.

Esta nova abordagem deparou-se com dois problemas de fundo, o acréscimo de custos implicados com as ações de manutenção, que excediam largamente os fundos financeiros disponíveis, e a limitação da obrigatoriedade de aplicação das normas da NBIS às estradas inseridas na rede federal. Para tentar ultrapassar estes problemas, em 1980, foram disponibilizados fundos especificamente vocacionados para as ações de reabilitação, construção, inspeção e inventariação de pontes com mais de 6,1m de comprimento. O acesso a estes fundos exigia a observância das

normas implementadas pelo NBIS para todas as pontes, independentemente da sua localização (FHWA, 2006).

Apesar dos esforços desenvolvidos, a década de oitenta testemunha a ocorrência de outros desastres com pontes envolvendo vítimas mortais. Em junho de 1983, o colapso de uma secção do tabuleiro da *Mianus River Bridge* (Figura 2.5), em Connecticut, provocou a morte de três pessoas. O desastre foi atribuído à fadiga dos materiais, anomalias não detetadas pelo programa de inspeção e manutenção.



Figura 2.5 - Colapso da *Mianus River Bridge* em 1983 (<http://interactives.wtnh.com/>).

A infraescavação esteve na origem do colapso de duas pontes, a *Schoharie Creek Bridge* (Figura 2.6a) em Nova Iorque, em abril de 1987, que vitimou dez pessoas e a *Hatchie River Bridge* (Figura 2.6b) no Tennessee, em abril de 1989, que contabilizou a perda de oito pessoas (FHWA, 2006; Figueiredo *et al.*, 2013).



a) *Schoharie Creek Bridge*

b) *Hatchie River Bridge*

Figura 2.6 - Colapso da *Schoharie Creek Bridge* e da *Hatchie River Bridge* (FHWA, 2010).

As causas dos colapsos foram atribuídas a anomalias não detetadas durante as inspeções realizadas a estas estruturas e não previstas no programa de gestão e manutenção de pontes existente à data. Como resultado, em 1988, o NBIS sofreu alterações por forma a incluir a realização de inspeções subaquáticas para as pontes com suscetibilidade de sofrerem infraescavação. As alterações ao programa incluíram orientações para a implementação de um programa de avaliação de danos provocados pela infraescavação das fundações, devendo este ser contemplado na realização dos projetos de construção de novas pontes, na avaliação das pontes existentes, na implementação de reforço das estruturas existentes e na melhoria do processo de avaliação deste tipo de anomalias (FHWA, 2006).

A década de noventa foi marcada pelo desenvolvimento dos SGOA's. Em 1991 surge o PONTIS, um SGOA cujo desenvolvimento se deve ao patrocínio da FHWA, tendo como principal característica a flexibilidade de adaptabilidade a qualquer organização responsável pela gestão de pontes. No mesmo ano surgiu o BRIDGIT, desenvolvido pela *Transportation Research Board*, no âmbito do programa *National Cooperative Highway Research Program*. O BRIDGIT era um sistema mais vocacionado para o inventário de pontes de pequenas dimensões ou sistemas de estradas locais (FHWA, 2006).

Nos primeiros anos do século XXI, os EUA levaram a efeito várias atualizações dos manuais e normas consagrados pelo NBIS. O PONTIS continua a ser o sistema mais utilizado nos EUA, havendo o registo de utilização por parte de trinta e oito estados e quatro entidades gestoras. Os sistemas desenvolvidos e testados nos EUA foram ainda adotados por outros países. A Hungria e algumas entidades gestoras da Austrália e Nova Zelândia adotaram o PONTIS, já a Índia optou pelo BRIDGIT. Um pouco por todo o mundo os diversos países tem vindo a desenvolver sistemas próprios, com características e graus de complexidade distintos. Na Tabela 2.1 apresenta-se uma síntese das principais funções previstas em alguns sistemas de gestão (Austroads, 2002).

Tabela 2.1 - Síntese das principais funções de alguns SGOA's (adaptado de Austroads, 2002).

Funções do Sistema	Nome do Sistema de Gestão										
	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	S11
Inventário do parque de obras de arte existente	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Programação de inspeções	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Avaliação do estado de conservação	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Afetação de fundos de manutenção	✓	✓	?	✓	✓	✓	✓	?	✓	✓	?
Priorização dos trabalhos de manutenção	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	?	✓	✓	✓
Planeamento do orçamento a longo prazo	✓	✓	?	✓	✓	?	✓	✓	✓	✓	?
Base de dados para os custos de reparação	✓	✓	?	✓	✓	✓	✓	?	?	✓	✓
Avaliação de segurança	✗	✗	✗	✗	?	✓	✓	?	?	✓	✓
Considera estratégias de manutenção, reabilitação e substituição	✓	✓	✓	✓	?	✗	✗	?	?	✓	✓
Aplica análise do custo do ciclo de vida	✓	✓	✗	✓	?	✗	✗	?	?	✗	✓
Considera os custos associados aos atrasos sofridos pelos utentes das vias	✗	✗	✗	✓	?	✗	✓	?	?	✓	✗
Tem capacidade de usar modelos de deterioração	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓

S01 - PONTIS (EUA); S02 - BRIDGIT (EUA); S03 - WYO_BMS (Wyoming - EUA); S04 - OBMS (Canadá); S05 - DANBRO (Dinamarca); S06 - SMIS (Reino Unido); S07 - exor (Reino Unido); S08 - SIHA (Finlândia); S09 - BRUTUS (Noruega); S10 - SAFEBRO (Suécia); S11 - J-BMS (Japão)

✓ - Sim; ✗ - Não; ? - Desconhecido

Na Europa, paralelamente aos SGOA's tem surgido diversos projetos de investigação relacionados com a gestão de redes de transporte e das obras de arte que as integram. Os projetos tem objetivos específicos distintos mas, de uma forma

geral, pretendem a reunião de experiências com o objetivo final de desenvolver ferramentas, técnicas ou procedimentos que possam ser transversais às necessidades de gestão de infraestruturas viárias e obras de arte de todos os participantes. Na Tabela 2.2 apresentam-se alguns projetos de investigação desenvolvidos na Europa nos últimos anos, com identificação das datas de implementação, entidades participantes, obras visadas e principais objetivos.

Tabela 2.2 - Projetos de investigação europeus (adaptado de Almeida, 2013).

Nome do projeto e datas de implementação	Entidades participantes	Obras visadas e principais objetivos
BRIME <i>bridge management in Europe</i> 1998 - 1999	Laboratórios de pesquisa rodoviária do Reino Unido, Alemanha, Espanha, França, Noruega, e Eslovénia	SGOA's associados a redes rodoviárias: <i>i)</i> classificação das componentes das obras; <i>ii)</i> avaliação da capacidade de carga e fiabilidade estrutural; <i>iii)</i> implementação de monitorização e inteligência artificial; <i>iv)</i> análise de custo-benefício no âmbito da decisão.
COST Action 345 1999 -2003	Especialistas de diversos países europeus	Pontes, túneis e muros de suporte a funcionar em vias rodoviárias: <i>i)</i> inspeção, avaliação, manutenção e reparação; <i>ii)</i> caracterização dos parques de pontes rodoviárias europeias; <i>iii)</i> avaliação dos custos e receitas de utilização da gestão de obras de arte (manutenção, inspeção, reconstrução).
LIFECON <i>life cycle management of concrete infrastructures for improved sustainability</i> 2001-2003	Finlândia, Noruega e Alemanha	Estruturas de betão como pontes e túneis: <i>i)</i> garantir os índices de fiabilidade, disponibilidade, manutenção e segurança; <i>ii)</i> exigências humanas, económicas, culturais e ecológicas; <i>iii)</i> necessidades de manutenção, reparação e modernização; <i>iv)</i> gestão de ciclo de vida de infraestruturas de betão.
Sustainable Bridges 2003-2007	Universidades, administrações e consultores (incluindo Portugal)	Pontes ferroviárias: <i>i)</i> inspeção, ensaio, monitorização e conservação; <i>ii)</i> alargar a vida útil das pontes existentes; <i>iii)</i> melhorar os sistemas de reparação e reforço de pontes; <i>iv)</i> aumentar a capacidade de carga e a velocidade de circulação na rede ferroviária europeia.
InnoTrack 2006-2010	Donos de obras, indústrias e universidades	Infraestruturas ferroviárias: <i>i)</i> diminuir os custos do ciclo de vida (em cerca de 30% até ao ano de 2020); <i>ii)</i> aumentar os índices de fiabilidade, disponibilidade, manutenção e segurança.
ARCHES <i>assessment and rehabilitation of central european highway structure</i> 2006-2009	Especialistas de diversos países europeus	Infraestruturas viárias (Pontes): desenvolvimento de ferramentas e procedimentos adequados para uma avaliação mais eficiente e mais rápida, de baixo custo, e reabilitações de longa duração (por reparações ou reforço) de estruturas rodoviárias
ETSI <i>European telecommunications standards institute</i> 2006-2012	Finlândia, Noruega, Suécia e Dinamarca	Pontes rodoviárias: <i>i)</i> custo de ciclo de vida de pontes; <i>ii)</i> custos ambientais; <i>iii)</i> valor estético e cultural das pontes.
DuratiNet 2007-2013	Administrações, universidades e laboratórios da Europa Atlântica (incluindo Portugal)	Infraestruturas de transportes no Espaço Atlântico (estruturas metálicas e em betão): <i>i)</i> durabilidade das infraestruturas de transportes; <i>ii)</i> degradação dos materiais estruturais em regiões costeiras; <i>iii)</i> base de dados (materiais, danos, processos de deterioração, técnicas de inspeção e de reabilitação).
SBRI <i>sustainable steel-composite bridges in built environment</i> 2009-2012	Administrações, universidades e laboratórios (incluindo Portugal)	Pontes metálicas: <i>i)</i> avaliação de ciclo de vida; <i>ii)</i> custos de ciclo de vida; <i>iii)</i> desempenho no ciclo de vida.
COST Action TU 1406 2015-2019	Especialistas de diversos países europeus (incluindo Portugal)	Planos de controlo de qualidade para pontes rodoviárias, concentrados nas ações de manutenção e no desempenho do ciclo de vida.

Em Portugal, as principais gestoras de obras de arte são a IP e as concessionárias, nomeadamente a Autoestradas de Portugal (BRISA). A IP foi criada em 2015, em resultado da fusão entre a EP e a REFER. A história destes dois organismos remonta a meados do século XIX. Em 1844 surge a Companhia das Obras Públicas Portuguesa com o objetivo de realizar todas as grandes obras públicas relacionadas com as vias de comunicação nacionais. Entre 1852 é criado o Ministério das Obras Públicas que viria a marcar o início da construção da rede ferroviária nacional. A gestão da rede ferroviária ficou a cargo da Companhia Real dos Caminhos de Ferro Portugueses, criada em 1860 para esse fim. As entidades responsáveis pelas redes rodo e ferroviárias foram sofrendo alterações ao longo do tempo, tanto ao nível das suas funções como inclusive da sua designação. A BRISA foi criada em 1972 para a construção, gestão e manutenção das autoestradas (Figueiredo *et al.*, 2013).

Desde os primórdios da sua formação que a preocupação destas entidades com a gestão e manutenção das redes e das estruturas que as integram, em especial as obras de arte, estiveram sempre presentes. A BRISA foi pioneira, em Portugal, na utilização de um SGOA, com o desenvolvimento de sistema próprio em 1994: o STONE. Em 1997 surge o primeiro SGOA comercial de desenvolvimento nacional, o GOA da BETAR, que viria a ser adquirido pela Câmara Municipal de Lisboa em 1998 e pela REFER em 1999 (Figueiredo *et al.*, 2013). Atualmente o GOA está implementado em várias entidades portuguesas e de alguns países. O sistema desenvolvido pela BETAR trata-se de um sistema bastante simples constituído por um conjunto de módulos que permitem: *i)* inventário do parque de obras de arte existente; *ii)* programação de inspeções; *iii)* avaliação do estado de conservação; *iv)* priorização dos trabalhos de manutenção; *v)* base de dados para os custos de reparação; e *vi)* avaliação de segurança (Mendonça, *et al.*, 2013). Tarefas mais sofisticadas relacionadas com a análise dos custos de ciclo de vida ou com a utilização de modelos de deterioração, não estão ainda contemplados no GOA.

Relativamente ao caso português importa referir o colapso da Ponte Hintze Ribeiro (Figura 2.7), a 4 de março de 2001, que acabaria por vitimar 59 pessoas.



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



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

Figura 2.7 - Colapso da Ponte Hintze Ribeiro em 2001.

A queda da ponte que fazia a ligação entre Castelo de Paiva e Entre-os-Rios, foi imputada à reunião de um conjunto de fatores. Adjuvada pelas condições climatéricas que antecederam à tragédia, a infraescavação acabou por ser considerada como determinante para o desabamento de um dos pilares e de algumas secções do tabuleiro.

Tal como em outros países o colapso da ponte marcou um ponto de viragem na forma como era feita a gestão das obras de arte. No rescaldo da tragédia foram realizadas inspeções de urgência a 349 pontes inseridas na rede rodoviária nacional. Em 2004 a EP adquire o seu primeiro sistema de gestão, optando também pelo GOA.

Em 2013, a EP revelava, em entrevista ao Jornal de Negócios, a 21 de junho (<http://www.jornaldenegocios.pt>), que em 2012 tinha sido concluído “o 3.º Ciclo de Inspeções de Rotina à totalidade das Obras sob gestão direta da Estradas de Portugal, tendo sido efetuadas um total 5.143 inspeções (...)”. Na mesma entrevista a EP menciona ainda que as inspeções realizadas revelavam que cerca de 83% do total de obras de arte tinham sido consideradas em bom ou muito bom estado de conservação.

Atualmente a BRISA e a IP mantêm um acompanhamento bastante próximo das estruturas que tutelam e conservam o GOA como ferramenta de apoio à gestão. Tal com já mencionado o campo de intervenção da IP e das concessionárias é limitado à gestão das redes nacionais, ficando as redes locais a cargo dos municípios. Os municípios enquanto entidades gestoras de obras de arte têm levantado algumas questões sobre as competências técnicas e capacidade financeira para a gestão destas estruturas.

Em 2011, na sequência da queda da ponte em Lamas do Vouga, em Águeda, o Jornal de Notícias citava o presidente da Associação Nacional de Municípios Portugueses (ANMP) que alertava para a falta de planos de inspeção e manutenção

das pontes sob responsabilidade das Câmaras Municipais. No mesmo artigo, publicado a 21 de novembro de 2011, fonte do Instituto de Infraestruturas Rodoviárias (InIR) garantia ao Jornal de Notícias que não existia nenhum cadastro a nível nacional das pontes inseridas nas redes rodoviárias municipais (Ropio, 2011).

Em 2013, o então bastonário da Ordem dos Engenheiros (OE) reforçava estas preocupações em declarações à rádio TSF, à margem do Colóquio Internacional sobre Pontes e Património realizado no Porto. A OE mostrava-se assim preocupada com a conservação das pontes municipais que “por falta de dinheiro e vocação para a tarefa das câmaras municipais para zelar por elas, muitas pontes podem não estar a ser conservadas como deviam” (TSF, 2013).

As obras de arte inseridas em rede viária nacional encontram-se, à luz do conhecimento atual, bem acompanhadas no que respeita ao seu estado de conservação. No entanto, existe ainda um longo caminho a percorrer relativamente às obras de arte sob tutela dos municípios portugueses.

CAPÍTULO 3

GESTÃO DE OBRAS DE ARTE SOB TUTELA MUNICIPAL

O conhecimento da situação nacional relativamente ao parque de obras de arte sob tutela dos municípios é essencial para a definição de uma estratégia que permita um acompanhamento adequado dessas estruturas. Este conhecimento é igualmente importante na programação das intervenções necessárias a garantir o funcionamento das obras de arte em condições de segurança.

Apesar de não existir muita informação disponível sobre as obras de arte sob gestão municipal, Figueiredo *et al.* (2013) aponta quatro principais desafios que os municípios enfrentam no processo de gestão de pontes:

- 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 na última década, especialmente devido aos orçamentos reduzidos causados pela crise económica; e
- 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.

De facto, em 1998, com a publicação do atual Plano Rodoviário Nacional, algumas estradas nacionais foram desclassificadas, passando a integrar as redes municipais. Esta integração é feita após a celebração de protocolos de transferência da tutela da então EP para as autarquias. Com a transferência os municípios recebem a estrada ou troço de estrada desclassificado que para além da plataforma, taludes, sinalização e equipamentos associados, incluem as obras de arte nela inseridas. Para além das obras de arte integradas na rede rodoviária municipal, composta por estradas nacionais desclassificadas, estradas e caminhos municipais, e arruamentos urbanos, as Câmaras Municipais prestam apoio na resolução de problemas associados a obras de arte inseridas em vias tuteladas pelas Juntas de Freguesia, ou seja, em caminhos vicinais. A nível local há então inúmeras pontes, ainda que de pequeno porte, que poderão não estar a ser acompanhadas de uma forma sistemática. Isto poderá dever-se não só à sua presença discreta numa rede viária municipal com um volume de tráfego reduzido, quando comparado à rede nacional, como também devido à falta de meios técnicos e financeiros ajustados à gestão de obras de arte municipais.

Neste capítulo apresenta-se a análise ao panorama nacional no que concerne à gestão das obras de arte sob tutela municipal, elaborada em função dos resultados obtidos através de um inquérito dirigido aos municípios portugueses.

3.1 Inquérito de caracterização da situação atual

Para a elaboração de uma análise à situação nacional no que concerne à gestão de obras de arte sob tutela municipal, solicitou-se a colaboração dos municípios portugueses através de um inquérito (Figura 3.1). Com o inquérito pretendeu-se a obtenção de respostas às seguintes questões:

- Existe um inventário das obras de arte?
- São efetuadas inspeções periódicas?
- São efetuadas ações de manutenção regulares?
- Existe um SGOA?
- Caso exista um SGOA, que tipo de sistema de gestão é usado?
- Qual o maior entrave a uma resposta eficaz na gestão de obras de arte municipais?

Relativamente às OA sob tutela do município, indique:
OA - obras de arte

1. Existe um inventário das OA? *

Sim, em formato analógico (papel)
 Sim, em formato digital simples (excel, word...)
 Sim, em base de dados alfanumérica
 Sim, em base de dados geográfica
 Não

2. São efetuadas inspeções periódicas às OA? *

Sim
 Não
 Outra:

3. São efetuadas ações de manutenção regulares? *

Sim
 Não
 Outra:

4. Existe um sistema de gestão de obras de arte (SGOA)? *

Sim
 Não

5. Se respondeu sim na pergunta anterior indique qual o SGOA existente.

6. Na sua opinião, o que considera ser o maior entrave a uma resposta eficaz na gestão de OA municipais? *

Recursos financeiros limitados
 Recursos técnicos limitados
 Falta de documentação técnica adaptada à realidade municipal
 Outra:

Figura 3.1 - Inquérito dirigido aos municípios portugueses.

O inquérito foi enviado, em maio de 2015, para os trezentos e oito municípios portugueses e foram obtidas oitenta e uma respostas, correspondentes a cerca de 26% do universo inquirido. A percentagem de resposta não é muito elevada, o que em parte poderá estar relacionado com o receio de expor situações sensíveis e eventualmente até, em alguns casos, de alguma negligência. Os municípios que responderam ao inquérito estão no entanto distribuídos por vários pontos do território de Portugal continental e insular, conforme se ilustra na Figura 3.2.

O parque de obras de arte nacional para além de incluir estruturas sob gestão municipal inclui outras sob gestão da IP, e de algumas concessionárias. Neste contexto importa ainda referir que oito dos municípios que participaram no inquérito declararam não tutelar obras de arte (Figura 3.2.).

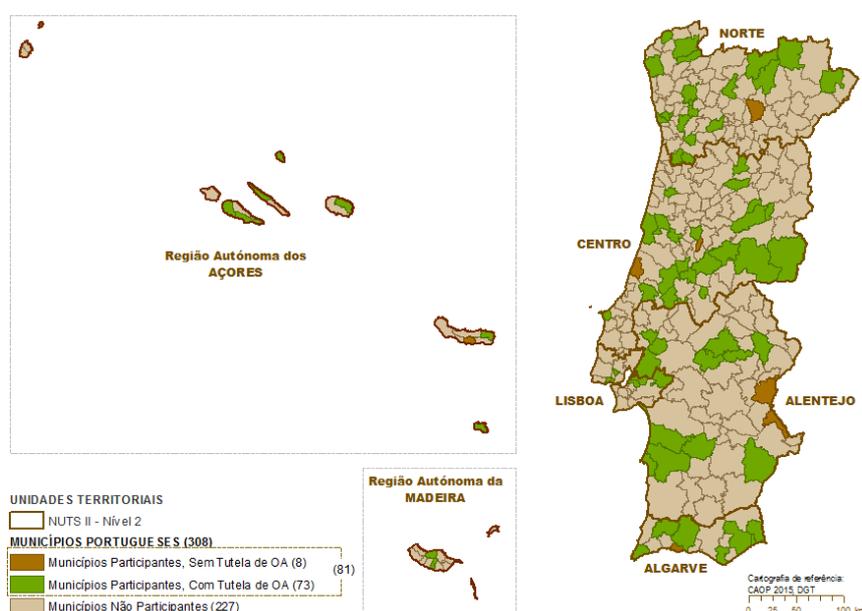


Figura 3.2 - Distribuição geográfica dos municípios participantes.

3.1.1 Inventário de obras de arte

A base de qualquer sistema de gestão é o conhecimento detalhado dos objetos que se pretende gerir. Um SGOA não é exceção pelo que se considera essencial a existência de um inventário com os elementos necessários à caracterização das obras de arte sob tutela de uma determina entidade gestora.

Inquiridos sobre a existência de um inventário, 64% dos municípios que responderam ao inquérito e tutelam obras de arte afirmaram não ter qualquer registo das estruturas sob sua tutela. Dos vinte e seis municípios com inventário de obras de arte, nove declararam ter esses dados registados em formato analógico (papel), sete em formato digital simples (como *excel* ou *word*), dois em base de dados alfanumérica e oito em base de dados geográfica (Figura 3.3).

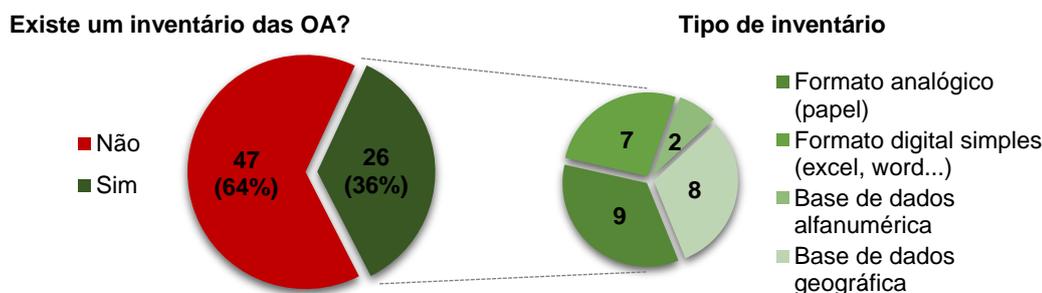


Figura 3.3 - Municípios com inventário de obras de arte.

3.1.2 Inspeções periódicas e ações de manutenção

Para além do inventário, uma das principais fontes de informação de um SGOA é proveniente das inspeções realizadas às estruturas que compõe um determinado parque de obras de arte.

A grande maioria dos municípios inquiridos (73%) reconhece que não realiza inspeções periódicas às suas pontes (Figura 3.4). Dos restantes municípios, dezasseis declaram que fazem inspeções periódicas às suas obras de arte e quatro admitem que apenas o fazem pontualmente. Essas inspeções pontuais são realizadas quando é identificada alguma necessidade específica de intervenção, quando há uma solicitação por parte das Juntas de Freguesia ou em determinadas pontes consideradas mais importantes.

A manutenção, tal como a inspeção, também não é uma prática comum para a maioria dos municípios, uma vez que, 64% afirmam não efetuar uma manutenção regular às suas obras de arte (Figura 3.5). Dos restantes municípios, 19% realizam ações de manutenção e 17% apenas o levam a efeito nas pontes mais significativas ou, pontualmente, por solicitação das Juntas de Freguesia ou quando são identificadas necessidades de ações de conservação.

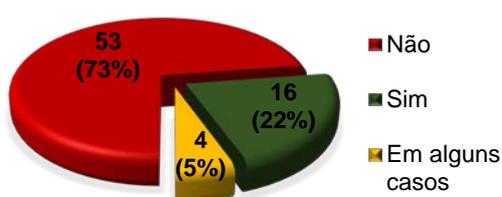


Figura 3.4 - Municípios que realizam inspeções periódicas às obras de arte.

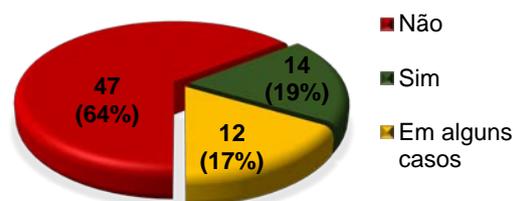


Figura 3.5 - Municípios que realizam ações de manutenção regulares às obras de arte.

3.1.3 Sistemas de gestão de obras de arte

Os SGOA's têm como principal função fornecer dados que auxiliem os gestores de obras de arte nas tomadas de decisão relativamente à priorização das ações de manutenção e conservação.

Em linha com os resultados apresentados nos parágrafos anteriores, a quase totalidade dos municípios participantes no inquérito, ou seja setenta e um, não possuem um SGOA. Apenas dois respondem de forma positiva, sem no entanto indicarem qual o sistema que utilizam (Figura 3.6).

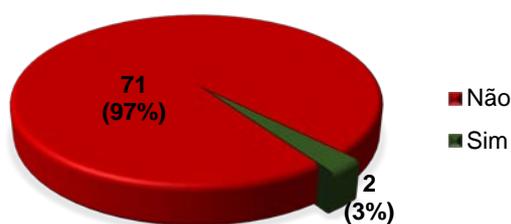


Figura 3.6 - Municípios com um Sistema de Gestão de Obras de Arte.

3.1.4 Principais entraves a uma gestão eficaz de obras de arte

Quando questionados sobre qual consideram ser o maior entrave a uma gestão eficaz das obras de arte, 75% dos municípios consideraram os limitados recursos

financeiros (44%) e técnicos (31%) como sendo o principal motivo para a não existência de inventário ou para o acompanhamento desadequado das pontes sob sua tutela. A falta de documentação técnica adaptada à realidade municipal foi também referida por 21% dos municípios participantes no inquérito como um entrave à gestão eficaz. Há ainda 4% dos municípios que consideram que o principal entrave é de outra natureza (Figura 3.7).

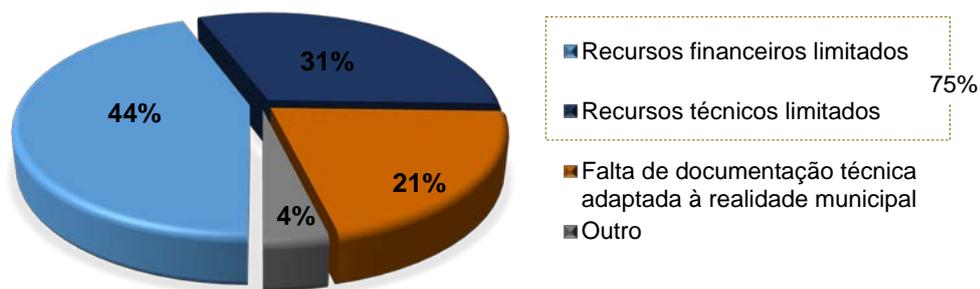


Figura 3.7 - Principais entraves a uma resposta eficaz na gestão de obras de arte municipais.

3.2 Considerações finais

Os resultados obtidos no inquérito realizado aos municípios portugueses vem reforçar as convicções da ANMP e da OE, expostas no Capítulo 2 (ponto 2.2).

As respostas dos municípios participantes permitem constatar que numa grande parte deles não há um registo organizado das obras de arte que tutelam, nem se realizam ações periódicas de inspeção e manutenção.

A ausência de um acompanhamento sistemático das obras de arte que tutelam é para a maioria dos municípios resultado da contínua limitação de recursos a que tem vindo a ser sujeitos nos últimos anos.

CAPÍTULO 4

METODOLOGIAS PROPOSTAS

Para exemplificar o tipo de estruturas que poderão ser encontradas em território municipal, será apresentado o estudo de um caso particular – o da Câmara Municipal de Arcos de Valdevez.

O presente capítulo descreve o conjunto de metodologias que serão aplicadas, nos capítulos seguintes, ao município escolhido para caso de estudo. As metodologias apresentadas são relativas ao inventário e à avaliação do estado de conservação de algumas pontes. No ponto 4.1 é feita a exposição de um conjunto de conceitos gerais relativamente à nomenclatura adotada para cada uma das tipologias de obras de arte consideradas no inventário. De seguida, no ponto 4.2, é apresentada uma proposta de um modelo de dados para um SIG para a materialização do inventário de obras de arte. Para as pontes existentes em maior número na área geográfica do concelho de Arcos de Valdevez, as pontes em arco de alvenaria de pedra, é ainda apresentada no ponto 4.3 uma metodologia para a avaliação do estado de conservação desse tipo de obras de arte.

4.1 Conceitos gerais

O significado amplo do termo obra de arte designa qualquer construção ou artefacto bem delineado e executado artisticamente. No âmbito da Engenharia Civil ganha uma utilidade prática e tradicionalmente designa construções tais como pontes, viadutos, túneis e muros de suporte, necessárias ao estabelecimento de uma via de comunicação (LNEC, 1962).

De uma forma geral, uma ponte é definida como uma estrutura, incluindo apoios, construída sobre uma depressão ou uma obstrução, tais como água, rodovia ou ferrovia, que sustenta uma faixa para passagem de veículos e outras cargas móveis. Essa estrutura pode ainda incluir tubos múltiplos, em que a distância livre entre as aberturas é menor do que metade da abertura contígua menor (AASHTO, 1994; DNIT, 2010; FHWA, 1995, 2006; Pfeil, 2004).

A classificação de uma estrutura como ponte depende ainda da definição do vão livre mínimo (Figura 4.1), ou seja, da distância entre apoios consecutivos de uma ponte, medida paralelamente ao eixo, entre os paramentos interiores dos apoios (LNEC, 1962). No Brasil o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes e nos EUA a AASHTO e a FHWA consideram que o vão livre mínimo para que uma estrutura seja classificada como ponte é de seis metros e dez centímetros. Na Europa, de acordo com o projeto de investigação BRIME - *Bridge Management in Europe*, o comprimento mínimo que tem que ser percorrido antes que a estrutura possa ser classificada como uma ponte varia entre os países, mas geralmente é de cerca de dois metros, embora em alguns países, possa ser maior, por exemplo, na Eslovénia é de cinco metros (TRL, 2001).

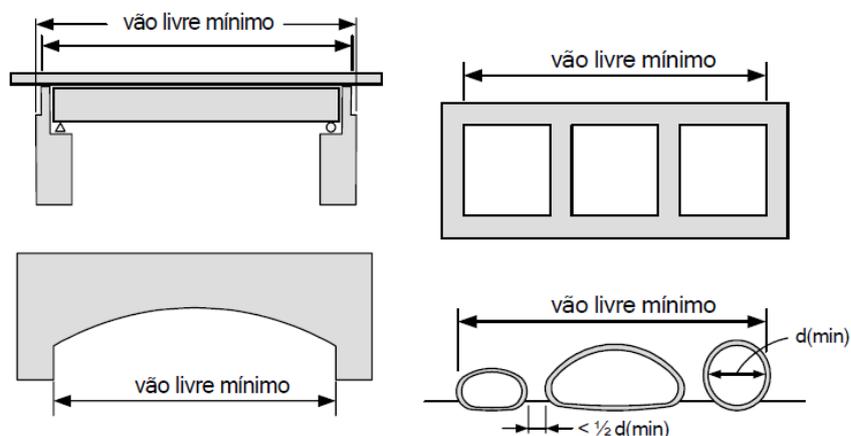


Figura 4.1 - Pontes: medição do vão livre mínimo (adaptado de FHWA, 2006).

Para o presente trabalho considera-se uma ponte como uma obra destinada a dar continuidade a uma via de comunicação ou a uma canalização, e transpondo, em geral, um curso de água (LNEC, 1962), com comprimento total igual ou superior a dez metros e vão livre mínimo igual ou superior a dois metros. Para as restantes tipologias de obras de arte adotam-se os seguintes conceitos, tendo por base o “Vocabulário de Estradas e Aeródromos” publicado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) em 1962:

- Pontão: pequena ponte, de comprimento geralmente inferior a uma dezena de metros;
- Viaduto: ponte em que o principal obstáculo transposto não é um curso de água;
- Passadiço (ponte pedonal): ponte destinada apenas a dar passagem a pessoas, animais ou veículos de pequena carga;
- Passagem superior: obra destinada a dar passagem a uma estrada sobre um caminho-de-ferro ou sobre uma estrada de maior importância;
- Passagem inferior: obra destinada a dar passagem a uma estrada sob um caminho-de-ferro ou sob uma estrada de maior importância;
- Passagem agrícola: obra destinada a dar passagem a um caminho rural sob um caminho-de-ferro ou sob uma estrada de maior importância;
- Túnel: galeria subterrânea destinada a dar passagem a uma via de comunicação ou a uma canalização.

A Figura 4.2 ilustra, de forma esquemática, as diversas tipologias de obras de arte acima descritas.

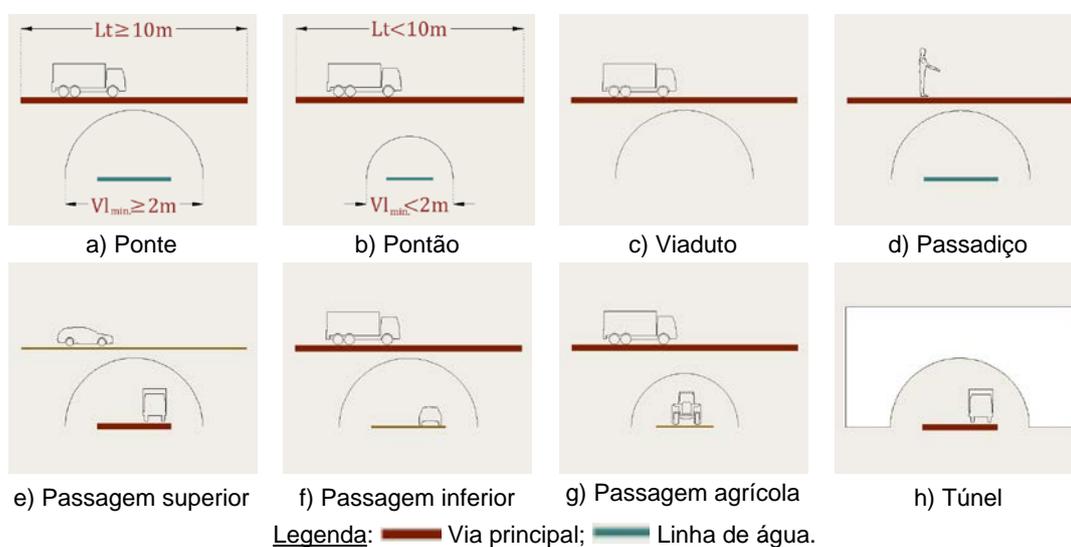


Figura 4.2 - Esquema das diversas tipologias de obras de arte.

Não sendo usualmente consideradas nas tipologias de obras de arte, incluem-se ainda no presente trabalho as passagens hidráulicas e as barragens. As barragens, apesar de terem como função principal a retenção de grandes volumes de água para abastecimento de água, produção de energia e regularização de caudais, incluem muitas vezes, no seu coroamento, vias que permitem o atravessamento do curso de água.

4.2 Sistema de informação geográfica para inventário

O inventário das obras de arte é o ponto basilar de qualquer SGOA e é o que fornece toda a informação técnica e administrativa da ponte, podendo ser considerado o seu bilhete de identidade. Esta informação pode estar organizada de diversas formas e armazenado em diversos formatos. Os formatos são mais eficazes quando possuem informação geográfica associada, permitem um acesso rápido à informação e possibilitam uma análise isolada ou conjunta com outros sistemas. Um exemplo deste tipo de organização são os SIG's.

Um SIG pode ser entendido como um conjunto coerente de *hardware* e *software*, dados e pessoal, destinados a adquirir, armazenar, atualizar, manipular e apresentar informação georreferenciada (Gaspar, 2008). Presente em muitos municípios portugueses, os SIG's encontram-se geralmente associados aos serviços de cartografia e ordenamento do território, sendo por vezes esquecidos em áreas onde podem servir de apoio ao planeamento e gestão.

Atualmente o Município de Arcos de Valdevez possui um SIG que abarca várias áreas, nomeadamente ordenamento do território (cartografia e planos municipais do ordenamento do território), gestão de obras particulares, desporto e associativismo, cultura, turismo e rede viária.

Neste contexto propõe-se o desenvolvimento de um modelo de dados para a realização do inventário das obras de arte existentes no município, que permita futura integração no SIG municipal e/ou num SGOA.

4.2.1 Modelo de dados para um sistema de informação geográfica

O modelo de dados proposto segue as orientações do guia elaborado pela FHWA, relativo ao registo e codificação para avaliação de pontes, com a transposição feita por Almeida (2003). Introduzem-se ainda algumas alterações de forma a adequar o modelo aos diversos tipos de obras de arte, às entidades responsáveis pelas estruturas e às normas e legislação nacionais. A adequação às normas e legislação nacionais abrangem a divisão administrativa do território, a hierarquização da rede rodoviária, a graduação da importância histórica do património cultural classificado, a classe de exposição ambiental, o zonamento sísmico e a quantificação da ação do vento. As alterações incluem:

- Distinção das obras de arte por tipo;
- Definição e codificação das divisões administrativas de distrito, concelho e freguesia de acordo com a Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP);
- Identificação das entidades responsáveis pela gestão e/ou manutenção da estrutura;
- Identificação da época construtiva e do estado de funcionamento da estrutura;
- Classificação da via principal com definição de tipo de rede e de via de acordo com o Decreto-Lei n.º 228/98, de 17 de julho;
- Identificação da importância histórica das estruturas com graduação do interesse cultural de acordo com a Lei n.º 107/2001, de 8 de setembro e o Decreto-Lei n.º 309/2009, de 23 de outubro;
- Caracterização da zona onde a estrutura se insere relativamente a exposição ambiental, zonamento sísmico, exposição à ação do vento e abrangência de servidões e restrições de utilidade pública;
- Definição do tipo de desenvolvimento da estrutura ao nível planimétrico e altimétrico;
- Caracterização do tipo de juntas de dilatação e aparelhos de apoio; e
- Identificação do tipo de linha de água.

Os códigos de registo e classificação considerados, incluindo as alterações adotadas, são os que se apresentam no Apêndice A. Tal como se pode verificar no Apêndice A, dentro do modelo, a informação é organizada em oito grandes grupos:

- Identificação e localização: identificação da estrutura através de um código único e respetiva designação, tipo de estrutura e localização administrativa e geográfica;
- Jurisdição: identificação da entidade responsável e/ou corresponsável pela gestão e manutenção;
- Idade e utilização: época construtiva e ano de construção, tipo de serviço sobre e sob a estrutura, número de faixas de rodagem, desvio implicado com o fecho da estrutura, funcionamento e dados relativos ao tráfego;
- Caracterização da via principal: identificação da via, tipo de rede e tipo de via, tipo de serviço, dados referentes à quilometragem e posicionamento da via relativamente à obra de arte;
- Classificação: importância estratégica e histórica da estrutura, tipo de utilização da via principal, caracterização de estruturas paralelas, direção do tráfego rodoviário, enquadramento em zona especial (incluindo classe de exposição ambiental, zona sísmica, exposição à ação do vento e abrangência de servidões e restrições de utilidade pública) e existência de portagens;
- Dados de geometria: caracterização geométrica e dimensional da estrutura e vias de acesso;
- Estrutura e materiais: descrição do tipo de materiais usados nos diversos elementos da estrutura e caracterização estrutural da obra de arte;
- Navegação: caracterização do curso de água intersetado pela estrutura.

Relativamente aos itens considerados para o modelo de dados, importa ainda referir que o inventário diz respeito à globalidade de obras de arte, pelo que a nomenclatura utilizada pelo guia desenvolvido pela FHWA pretende ser transversal à generalidade das estruturas. No entanto verifica-se que, por exemplo, no caso das pontes em arco de alvenaria, devido à particularidade do seu funcionamento estrutural, há a necessidade de adaptação de alguns itens de codificação, e.g. na caracterização da estrutura, o item de codificação “ponte em arco sob o tabuleiro” (código 43B-11) corresponde na verdade a “ponte em arco de alvenaria”.

A materialização do modelo de dados resulta na produção de um conjunto de ficheiros, que refletem a organização atrás descrita para cada um dos oito grupos de codificação, por forma a facilitar a consulta, gestão e atualização da informação numa base de dados geográfica. Assim, ao grupo de codificação “Identificação e Localização” corresponde um ficheiro que aos dados alfanuméricos (disponíveis através de uma tabela de atributos) associa informação vetorial da georreferenciação

de cada uma das obras de arte. A informação vetorial pode ser representada através de objetos do tipo: *i)* ponto para representar entidades referidas a uma certa posição geográfica; *ii)* linha para representar entidades através de simbologia linear; ou *iii)* polígono para representar entidades que ocupem uma superfície (Gaspar, 2008). No modelo proposto as obras de arte são representadas através de objetos do tipo ponto, uma vez que o que se pretende representar é a sua localização através da correspondente posição geográfica.

A cada um dos restantes grupos de codificação corresponde uma tabela de atributos com o mesmo nome do grupo. O conjunto de sete tabelas com dados alfanuméricos interliga-se com a informação geográfica através de um identificador único (chave primária na base de dados) associado a cada uma das obras de arte existentes na base de dados. A Figura 4.3 esquematiza a forma como os diferentes grupos de codificação se encontram organizados na base de dados.

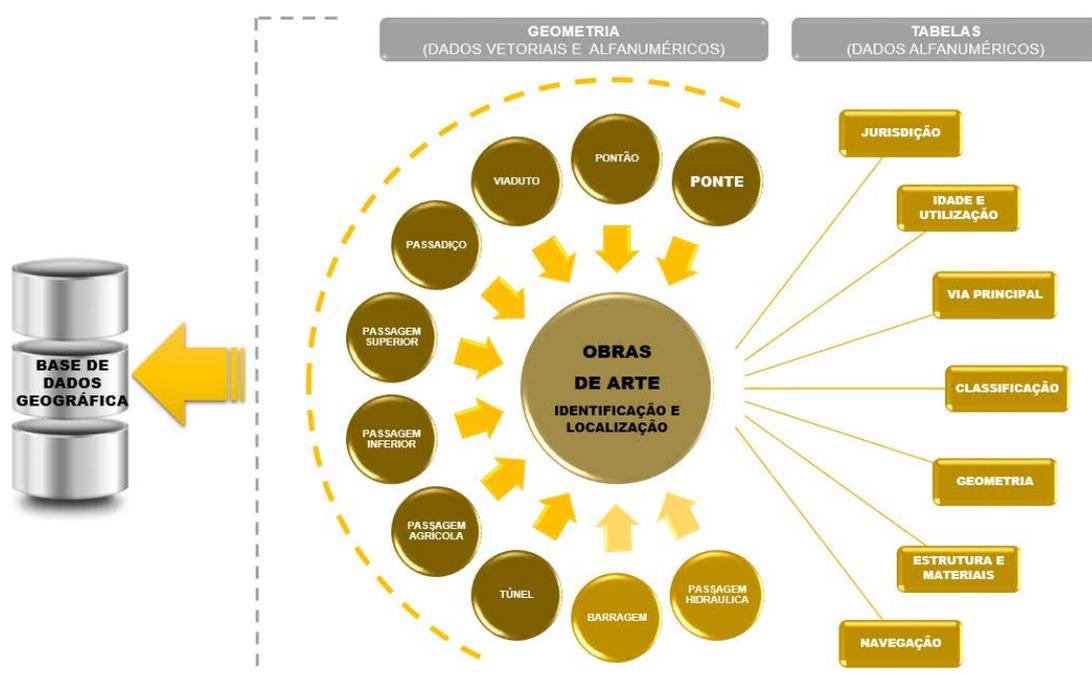


Figura 4.3 - Modelo de dados para realização de inventário de obras de arte através de um Sistema de Informação Geográfica.

No Apêndice B apresenta-se a forma como o modelo de dados é materializado, através de um conjunto de quadros que identificam as características de cada um dos campos da base de dados bem como a sua relação com o sistema de codificação adotado.

Importa referir que, no âmbito das bases de dados, entende-se como campo a parte do registo destinada a armazenar o valor de um determinado atributo. Por sua vez,

no contexto de um SIG, um atributo é entendido como a propriedade ou característica associada a um objeto geográfico, expressa através de caracteres alfanuméricos, números ou imagens, normalmente armazenados em tabelas próprias, designadas de tabelas de atributos (Gaspar, 2008).

Para cada um dos grupos de codificação é então indicado, no Apêndice B, o tipo de ficheiro correspondente e os campos que integram as tabelas de atributos. Para cada campo são definidas as seguintes propriedades:

- Nome: nome que identifica o campo;
- Tipo: tipo de dados que podem ser armazenados no campo, *i.e.* numéricos (*short integer*, *long integer* ou *double*) ou alfanuméricos (*string*);
- Dimensão: número máximo de caracteres admitidos nos campos alfanuméricos;
- Domínio: conjunto de todos os valores que um determinado atributo pode assumir, permitindo assim a sua seleção através de uma lista. O recurso a domínios, sempre que possível, para além de maximizar o espaço de armazenamento na base de dados, minimiza os erros normalmente associados à introdução de dados de forma manual;
- Observações: definição ou esclarecimento de características particulares de um determinado campo, não explicitados nos itens anteriores;
- Codificação: correspondência do campo da base de dados com a codificação adotada para o inventário.

A codificação adotada para cada domínio é apresentada em quadros autónomos no final do Apêndice B.

4.2.2 Recolha de informação

O Município de Arcos de Valdevez não possuía um inventário formal de obras de arte, existindo, contudo, informação dispersa sobre algumas pontes, designadamente as consideradas de valor patrimonial histórico. No entanto, foi feita uma pesquisa que permitiu obter alguma informação sobre as obras de arte, essencialmente no que respeita à localização e designação. Para o efeito foram recolhidos e consultados os seguintes documentos:

- Estudo sobre o Património Cultural de Arcos de Valdevez, integrado no processo de revisão do Plano Diretor Municipal (PDM) de Arcos de Valdevez;
- Cartografia numérica vetorial (de 1998 e 2007), cartas militares (de 1948, 1949, 1950 e 1999) e ortofotocartografia (de 2007, 2010 e 2012);
- Levantamentos topográficos das pontes das Choças, de Grade e de Adrão;
- Projetos de execução da Ponte “Nova” de Vilela e da Ponte do Toural;
- Projetos de execução do IC28 e variante à EN101 com localização das obras de arte incluídas no traçado;
- Protocolos de transferência de estradas nacionais desclassificadas para o município;
- Atas das reuniões da Câmara Municipal desde 1842; e
- Bibliografia histórica.

Foram ainda consultados o Sistema de Informação para o Património Arquitetónico (SIPA) e o Sistema de Informação do Património Classificado (*Ulysses*), disponibilizados pela Direção-Geral do Património Cultural (DGPC).

Conhecendo a localização das obras de arte, foi também possível realizar visitas às mesmas que permitiram recolher muita informação de inventariação e classificação.

4.3 Avaliação do estado de conservação de pontes em alvenaria

Tão importante como conhecer detalhadamente os elementos que compõe o universo de um determinado parque de obras de arte é saber o estado de conservação em que estes se encontram. As inspeções às obras de arte são por isso fundamentais na recolha de informação através da qual é possível a determinação do estado de conservação de uma estrutura, num determinado momento. A repetição sucessiva de inspeções faseadas no tempo permite a construção do histórico de uma estrutura, dando, através da sua evolução ao longo do tempo, uma perspetiva mais abrangente da gravidade das anomalias detetadas.

O Município de Arcos de Valdevez, escolhido para caso de estudo, tal como a maioria dos municípios participantes do inquérito apresentado no Capítulo 3, admite apenas realizar inspeções às obras de arte que tutela quando é identificada alguma necessidade específica de intervenção ou quando há uma solicitação por parte das Juntas de Freguesia. Em resultado do inventário de obras de arte realizado para este

município, que se apresenta no capítulo seguinte (Capítulo 5), foi possível perceber que as pontes existentes em maior número em território arcuense são as pontes em alvenaria. Estas estruturas representam cerca de 63% do total de pontes atualmente construídas em Arcos de Valdevez.

As pontes em alvenaria são estruturas que pela natureza dos seus materiais constituintes e sobredimensionamento, apresentam uma capacidade resistente elevada tanto às solicitações como às ações ambientais a que estão sujeitas. Estas características tem permitido que muitas destas pontes tenham uma durabilidade bastante longa, existindo vários exemplares com mais de cem anos. No entanto esta capacidade não é ilimitada, verificando-se a degradação de algumas pontes, principalmente as que se mantêm abertas ao trânsito automóvel, uma vez que o aumento de tráfego e a alteração da tipologia dos veículos que hoje circulam nestas pontes impõe solicitações muito superiores às previstas no seu dimensionamento. A degradação destas estruturas é ainda potenciada pela adoção de planos de manutenção desadequados com ausência de limpeza regular dos paramentos e leito dos rios (para eliminar a vegetação, poluição *etc.*), reposição da argamassa das juntas e reposição dos sistemas de drenagem e impermeabilização.

Para as pontes em alvenaria é então apresentada uma proposta para a inspeção e avaliação do estado de conservação, tendo por base o “Guia para o Diagnóstico de Obras de Arte de Alvenaria”, em desenvolvimento pela Universidade de Aveiro, para a IP (Costa *et al.*, 2015b).

4.3.1 Elementos de uma ponte em arco de alvenaria

Os elementos constituintes de uma ponte em arco de alvenaria considerados no “Guia para o Diagnóstico de Obras de Arte de Alvenaria”, tem correspondência com o “Manual de Inventariação” da IP, e encontram-se ilustrados na Figura 4.4.

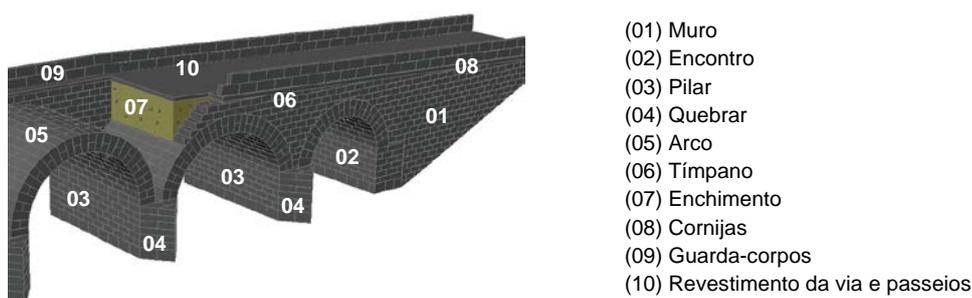


Figura 4.4 - Principais componentes das pontes em arco de alvenaria (adaptado de Costa, 2009).

A Figura 4.5 ilustra os diversos elementos que constituem os arcos de alvenaria e as principais dimensões a serem consideradas. A descrição detalhada de cada elemento que constitui uma ponte em arcos de alvenaria e em particular os arcos é apresentada no Glossário.

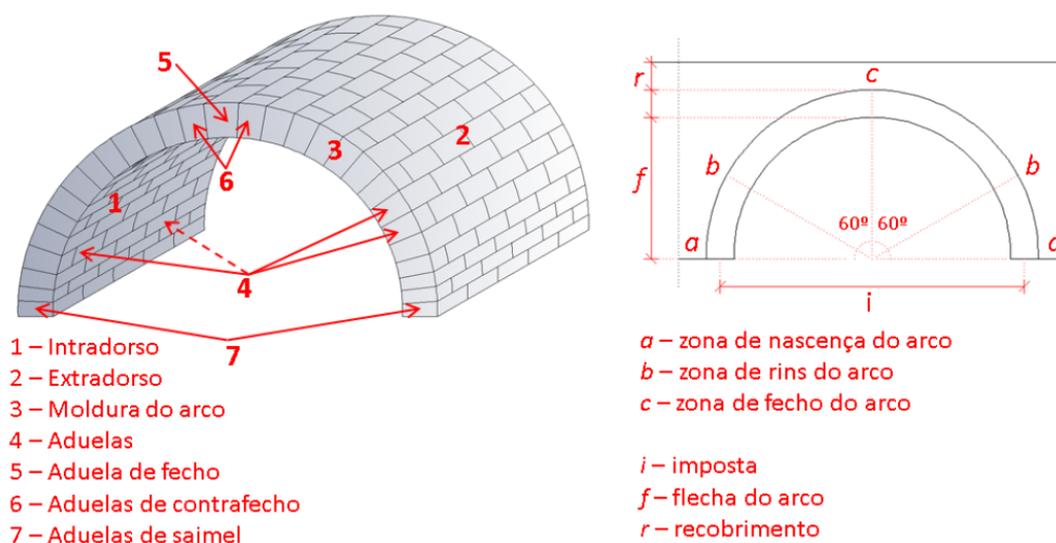


Figura 4.5 - Esquema geral dos arcos de alvenaria (Costa *et al.*, 2015b).

As pontes em arco de alvenaria são constituídas essencialmente por dois materiais estruturais – a alvenaria e o enchimento. A alvenaria é o material constituinte de todos os elementos estruturais com exceção do enchimento (Costa *et al.*, 2015b) e consiste na associação de blocos, ligados por argamassa ou simplesmente interpostos uns sobre os outros (Costa, 2009). O enchimento encontra-se no interior da ponte sobre os arcos entre os paramentos verticais de alvenaria, tem como principal função a distribuição das cargas do pavimento para os arcos e tímpanos e é geralmente constituído por vários tipos de material pétreo de diversas granulometrias, tais como cinzas ou seixos (Costa *et al.*, 2015b).

As estruturas das pontes em arco apresentam, segundo Costa (2009), comportamentos distintos nas direções longitudinal e transversal. Na direção longitudinal (Figura 4.6a) as cargas transmitidas pelo pavimento ao enchimento são encaminhadas para os arcos, sendo o comportamento da ponte nesta direção determinado pelo funcionamento deste elemento. Na direção transversal (Figura 4.6b) as cargas recebidas pelo enchimento são encaminhadas para os tímpanos que interagem com os arcos e pilares. Os pilares servem de veículo condutor para as cargas recebidas pelos arcos, encaminhando-as para as fundações.

As pontes em arco de alvenaria são estruturas robustas, dimensionadas para resistir a elevados esforços de compressão, sendo no entanto bastante sensíveis aos esforços de tração.

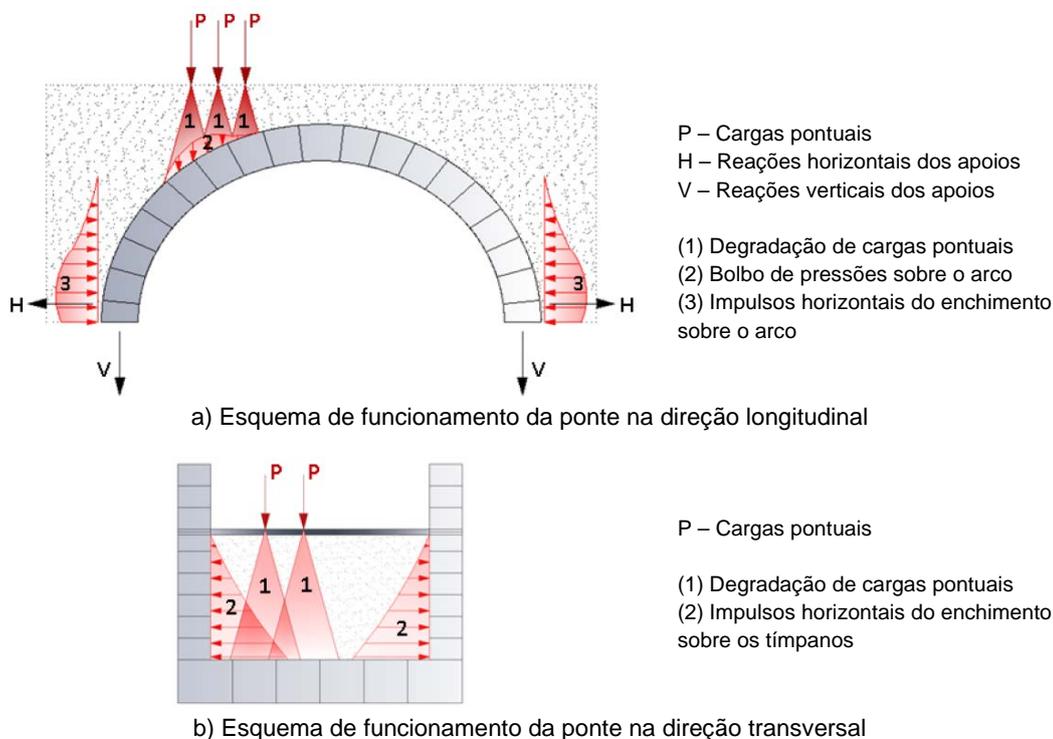


Figura 4.6 - Esquema de funcionamento das pontes em arco de alvenaria (adaptado de Costa, 2009 in Costa *et al.*, 2015b).

4.3.2 Inspeção e diagnóstico

A metodologia proposta para a inspeção das pontes em alvenaria segue o preconizado no “Guia para o Diagnóstico de Obras de Arte de Alvenaria” da IP.

O “Guia para o Diagnóstico de Obras de Arte de Alvenaria” é constituído por duas partes e integra o terceiro volume de um conjunto de seis, dedicados a vários tipos de infraestruturas, tendo por objetivo harmonizar a interpretação, por parte dos inspetores, dos diferentes tipos de anomalias estruturais e consequentes intervenções necessárias. Especialmente vocacionado para pontes em arco de alvenaria, pode ser no entanto aplicado a pontes com vãos compostos por lajes de pedra simplesmente apoiadas, desde que seja considerada a menor capacidade resistente deste sistema estrutural em relação ao arco (Costa *et al.*, 2015b).

A primeira parte do Guia é dedicada à descrição do tipo de estruturas estudadas, encontrando-se organizado em oito capítulos:

- Introdução: definição do âmbito e enquadramento do guia;
- Nomenclatura: apresentação dos tipos de elementos mais relevantes no âmbito do guia (muros, encontros, apoios intermédios, tabuleiro, cornijas, guarda-corpos, passeios, revestimento da via, drenagem e outros componentes);
- Enquadramento histórico: evolução das técnicas de conceção e construção, evolução dos regulamentos e estado da arte;
- Caracterização das estruturas: descrição dos materiais e sistemas estruturais com ênfase nos modos de funcionamento e de ruína;
- Causas das anomalias: enumeração e descrição das causas possíveis das anomalias;
- Anomalias: descrição das anomalias agrupadas em anomalias de carácter estrutural, anomalias de durabilidade e anomalias de carácter funcional;
- Medidas e técnicas de observação e acompanhamento: apresentação de técnicas de inspeção visual, ensaios, instrumentação, monitorização, modelação e recálculo estrutural;
- Métodos de reparação e reforço: descrição de medidas de prevenção, reparação e reforço.

Na segunda parte é apresentada a metodologia de diagnóstico da IP complementada por um conjunto de fichas de apoio à identificação e classificação de cada uma das anomalias enumeradas na primeira parte. A metodologia de diagnóstico da IP consiste na atribuição de uma classificação a cada uma das anomalias com base no nível de gravidade, em função dos parâmetros observados durante uma inspeção visual.

As fichas servem de apoio à inspeção e encontram-se agrupadas por tipo de elemento, sendo que para cada anomalia é observado: *i)* a identificação da anomalia, com código, nome e exemplo gráfico; *ii)* descrição; *iii)* causas possíveis; *iv)* aspetos a inspecionar; *v)* meios complementares de diagnóstico; *vi)* estado de conservação; *vii)* fatores de agravamento; *viii)* consequências; *ix)* evolução; *x)* medidas mitigadoras de risco; e *xi)* metodologia de reabilitação.

No Anexo 1 encontram-se listadas todas as anomalias previstas no Guia.

A cada anomalia encontra-se associado um conjunto de causas possíveis bem como de consequências que a anomalia poderá ter para o comportamento da estrutura. O efeito que uma determinada anomalia pode ter na estrutura pode-se refletir em perda de equilíbrio, aumento de solicitações ou perda de resistência. Desta forma as anomalias para além de agrupadas por elementos podem ser agrupadas pelo tipo de efeito que provocam na estrutura: *i)* anomalias de carácter estrutural, as que podem colocar em risco o comportamento estrutural da ponte; *ii)* anomalias de durabilidade, que normalmente não colocam em risco a segurança da ponte mas podem conduzir a danos graves a longo prazo; e *iii)* anomalias de carácter funcional, que colocam em risco a utilização da ponte.

Nas tabelas seguintes apresenta-se a síntese das possíveis causas de anomalias de carácter estrutural ou funcional (Tabela 4.1) e de durabilidade (Tabela 4.2) e respetivos efeitos na estrutura.

Tabela 4.1 - Causas das anomalias de carácter estrutural ou funcional e respetivos efeitos na estrutura (Costa *et al.*, 2015b).

Designação	Causas das anomalias	E - Efeito na estrutura
CA01	Movimentos dos apoios	E1 Perda de Equilíbrio
CA02	Deficiente aparelhamento da alvenaria	
CA03	Erros de projeto ou execução	
CA04	Embate de veículos	E2 Aumento das Solicitações
CA05	Excesso de carregamento	
CA06	Excesso de vibrações	E3 Perda de Resistência
CA07	Degradação do enchimento/solo	
CA08	Intervenções anteriores	
CA09	Degradação do material	

Nota: A causa "Excesso de vibrações" deve ser identificada para danos decorrentes de sismos e da circulação de tráfego pesado ou realização de obras nas imediações da estrutura. Deve ainda ser aplicado em elementos que, não estando sob solicitação direta de carregamento, apresentam danos decorrentes da transmissão de vibrações provenientes da circulação de veículos na ponte.

Tabela 4.2 - Causas das anomalias de durabilidade e respetivos efeitos na estrutura (adaptado de Costa *et al.*, 2015b).

Designação	Causas das anomalias	E - Efeito na estrutura
CD01	Chuva	E1 Perda de Resistência
CD02	Humidade	
CD03	Vento	
CD04	Variações térmicas	
CD05	Ação de animais	
CD06	Poluição	
CD07	Circulação de água na estrutura	
CD08	Colonização biológica	
CD09	Vegetação	
CD10	Degradação de material	
CD11	Intervenções anteriores	
CD12	Processos de construção	
CD13	Movimentos estruturais	
CD14	Escoamento do curso de água	
CD15	Falta de manutenção/limpeza da estrutura e da sua envolvente	

O estado de conservação a atribuir a cada elemento é definido numa escala de seis níveis que varia entre o nível 0 (EC0) para um estado de conservação excelente e o nível 5 (EC5) para um estado de conservação mau (Costa *et al.*, 2015b). A Tabela

4.3 relaciona o estado de conservação com as ações necessárias à reposição das condições iniciais da estrutura.

Para cada anomalia é ainda identificada a relevância da mesma no comportamento de cada elemento afetado, através de um fator de ponderação que traduz o risco de segurança que a anomalia representa para o elemento.

Em síntese, a metodologia preconizada no Guia estabelece a realização de inspeções visuais, da parte emersa da estrutura, durante as quais deverão ser registadas as anomalias detetadas e efetuadas as medições consideradas necessárias. Em função do tipo e extensão das anomalias detetadas poderão ser no entanto necessários estudos ou ensaios mais aprofundados. Posteriormente é avaliada a extensão e gravidade da anomalia com atribuição de um estado de conservação por elemento.

Tabela 4.3 - Classificação do estado de conservação (adaptado de Costa *et al.*, 2015b).

Estado de Conservação (EC)		Ações
EC0	Excelente	Não é necessário efetuar qualquer reparação.
EC1	Muito Bom	Não é necessário efetuar qualquer reparação.
EC2	Bom	Podem ser especificadas reparações não prioritárias. Verifica-se que a qualidade dos materiais ou a sua execução são defeituosas. Foram detetadas algumas anomalias com alguma importância no comportamento e durabilidade da obra de arte, mas que pela onerosidade da sua reparação não justificam a intervenção prioritária.
EC3	Razoável	Verifica-se que a qualidade dos materiais ou a sua execução são más. Funcionamento deficitário, com especial importância na durabilidade da obra de arte. A intervenção poderá ser realizada entre 3 a 5 anos ou caso o inspetor o entenda ser reavaliada na próxima inspeção principal. A opção quanto à data de intervenção ou à da data de inspeção deverá ser expressamente indicada e devidamente justificada.
EC4	Deficiente	Deve ser especificado o início de intervenção a curto prazo (2 anos). Verifica-se que a qualidade dos materiais ou sua execução são más. Funcionamento defeituoso com importância na durabilidade e comportamento da obra de arte. O Componente com esta classificação não cumpre os requisitos mínimos para desempenhar a função para a qual foi concebido. Pode ser especificada a necessidade de um projeto reforço/reabilitação. Se a intervenção não tiver início no final de 2 anos, nas vistorias de acompanhamento anuais seguintes a realizar, pode ser restringida a sua exploração através de condicionamentos ao tráfego, ou espoletadas outras intervenções de carácter preventivo tais como escoramentos ou reforços temporários.
EC5	Mau	Pode estar em causa a segurança estrutural do Componente ou mesmo da Obra de Arte. Deve ser especificado o início de intervenção com urgência ou a curto prazo (aconselhável 1 ano e no máximo 2 anos). Deve ser especificada a necessidade de um projeto reforço/reabilitação. Devem ser implementadas medidas restritivas da circulação rodoviária, em termos de carga, velocidade ou modo de circulação ou outras intervenções de carácter preventivo. No caso limite, a circulação rodoviária pode ser interdita. Se a intervenção não tiver início no final de 2 anos, nas vistorias de acompanhamento anuais seguintes poderá ser acrescida a sua exploração através de condicionamentos ao tráfego mais restritivos, ou outras intervenções de carácter preventivo tais como escoramentos ou reforços temporários.

No decorrer das inspeções realizadas a um conjunto de pontes, cujo estudo se apresenta no Capítulo 6, foram detetadas anomalias não descritas no “Guia para o Diagnóstico de Obras de Arte de Alvenaria” da IP. Para estas são sugeridas fichas de anomalia, com indicação das possíveis causas e relevância, respeitando a matriz constante do Guia. Os parâmetros considerados para estas anomalias foram determinados por semelhança com anomalias previstas no Guia. As fichas desenvolvidas são apresentadas no Apêndice C e dizem respeito às seguintes anomalias: *i)* deformação de guarda-corpos metálicos; *ii)* degradação de laje em betão armado; *iii)* danos em elementos de reforço de pilares; *iv)* degradação de sistemas de reforço metálicos.

A avaliação do estado de conservação global da estrutura não se encontra implementada no “Guia para o Diagnóstico de Obras de Arte de Alvenaria” desenvolvido para a IP. No entanto os autores do Guia propõem uma metodologia para a determinação do estado de conservação (Costa *et al.*, 2015a) para cada elemento e para a globalidade da estrutura. Neste contexto, o presente trabalho propõe a aplicação dessa metodologia a um conjunto de pontes, contribuindo para clarificar e identificar aspetos críticos da sua aplicabilidade.

A Figura 4.7 ilustra o procedimento proposto para a inspeção e diagnóstico com atribuição de estado de conservação para cada elemento e para a globalidade da estrutura. A avaliação global da estrutura resulta da ponderação da extensão e gravidade de todas as anomalias observadas.



Figura 4.7 - Metodologia adotada para a inspeção de pontes em arco de alvenaria.

Na determinação do estado de conservação global das pontes avaliadas para o Município de Arcos de Valdevez, cujo estudo se apresenta no Capítulo 6, são considerados dois métodos. Ambos os métodos são semelhantes, variando apenas

na forma como o grau de importância do elemento na estrutura é considerado na fase da avaliação global da estrutura, que corresponde à última fase da metodologia adotada conforme está indicado na Figura 4.7. Assim, no Método 1 (apresentado no ponto 4.3.3) consideram-se os valores sugeridos por Costa *et al.* (2015a). Para o Método 2 (apresentado no ponto 4.3.4), no contexto do presente trabalho, propõe-se o uso de novos graus de importância, diferenciados em função do número de vãos da ponte.

De seguida é feita a descrição das metodologias para avaliação do estado de conservação, com as considerações feitas para a aplicação ao conjunto de pontes selecionadas.

4.3.3 Avaliação do estado de conservação – Método 1

A determinação do estado de conservação por elemento ($ECel$) para todas as anomalias detetadas no elemento, incluindo as de durabilidade, é feita através da expressão (1). Este estado de conservação é função do fator de gravidade do dano (D), do fator de interação entre as causas da anomalia (Fi) e do fator de ponderação da relevância da anomalia no elemento (Fr). O valor obtido através da expressão (1) não deverá ser inferior ao valor máximo de classificação ($D_{máximo}$) encontrado para uma anomalia específica dentro de um mesmo elemento. Por outro lado, o valor máximo admissível de $ECel$ corresponde a cinco, *i.e.*, sempre que o valor obtido for superior a cinco, deve ser cinco o valor considerado.

$$ECel = \sum_{i=1}^n D_i \times Fi_i \times Fr_i \quad (1)$$

Onde:

$ECel$	Estado de conservação do elemento
D	Fator de gravidade do dano
Fi	Fator de interação entre as causas da anomalia
Fr	Fator de relevância da anomalia no elemento
i	Número de anomalia
n	Número total de anomalias

Nota: $\begin{cases} ECel \geq D_{máximo} \\ ECel \leq 5 \end{cases}$

O fator de gravidade do dano (D) resulta do estado de conservação observado decorrente dos parâmetros inspecionados (Pi) e dos fatores de agravamento (Fa), tal como apresentado na expressão (2). Os parâmetros inspecionados são avaliados numa escala de zero a cinco e o fator de agravamento representa o aumento, ou a

diminuição, de um nível de classificação quando se verificarem condições que potenciem ou desagrem a gravidade do dano.

$$D = Pi + Fa \quad (2)$$

Onde:

D	Fator de gravidade do dano
Pi	Parâmetros inspecionados
Fa	Fator de agravamento

O fator de interação entre as causas da anomalia (Fi) assume o valor 1 em anomalias de durabilidade (Tabela 4.4a) e varia entre 1 e 1,5 em anomalias de carácter estrutural ou funcional (Tabela 4.4b), dependendo das causas que estão na origem das anomalias.

Tabela 4.4 - Fator de interação entre as causas das anomalias (adaptado de Costa *et al.*, 2015).

a) Fator de interação (Fi) das anomalias de durabilidade		b) Fator de interação (Fi) das anomalias de carácter estrutural ou funcional			
E/E	E1	E/E	E1	E2	E3
E1	1	E1	1	1,2	1,1
Nota: E1 - Perda de resistência		E2	1,2	1	1,3
		E3	1,1	1,3	1

Nota (1): Interação entre E1/E2/E3 $\rightarrow Fi = 1,5$
 Nota (2): E1 - Perda de equilíbrio; E2 - Aumento das solicitações; E3 - Perda de resistência.

O fator de ponderação da relevância da anomalia no elemento (Fr), avaliado numa escala de 0 a 100%, encontra-se associado ao risco de segurança que a anomalia representa para o elemento, sendo o seu valor máximo (100%) associado às anomalias que refletem o estado de ruína, parcial ou total, do elemento. O fator de Fr associado a cada uma das anomalias pode ser consultado nas tabelas apresentadas no Anexo 1.

A avaliação global da estrutura traduz-se num estado de conservação ($ECglob$), e resulta da ponderação entre o estado de conservação de cada um dos elementos ($ECel$) e o grau de importância do elemento (Gi), função da sua relevância no comportamento estrutural da ponte – expressão (3). O estado de conservação de cada elemento ($ECel$) considerado na determinação do estado de conservação global, reflete o valor mais gravoso encontrado para cada tipologia de elemento. O valor obtido através da expressão (3) deverá refletir, pelo menos, o maior valor de classificação ($ECel_{máximo}$) encontrado para os elementos com maior grau de importância. Por outro lado, o valor máximo admissível de $ECglob$ corresponde a cinco, *i.e.*, sempre que o valor obtido for superior a cinco, deve ser cinco o valor considerado.

$$ECglob = \sum_{i=1}^n ECel_i \times Gi_i \quad (3)$$

Onde:

$ECglob$	Estado de conservação global da estrutura
$ECel$	Estado de conservação por elemento
Gi	Grau de importância do elemento relativamente à sua relevância no comportamento da estrutura no seu todo
i	Número de elemento
n	Número total de elementos

Nota: $\begin{cases} ECglob \geq ECel_{máximo} & (\text{dos elementos com maior grau de importância}) \\ ECglob \leq 5 \end{cases}$

Para efeitos de determinação do estado de conservação global, consideram-se como elementos com maior grau de importância os arcos, tímpanos, encontros, pilares quebramares e muros.

Na Tabela 4.5 apresentam-se os valores do grau de importância de cada elemento na estrutura, adotados por Costa *et al.* (2015a).

Tabela 4.5 - Graus de importância do elemento, adotados por Costa *et al.* (2015a): Método 1.

el - Elemento	Gi - Grau de importância
Arco	
Tímpano	
Encontro	75%
Pilar	
Quebramar	
Muro	40%
Pavimento	30%
Guardas	20%
Equipamentos associados a intervenções	25%
Outros equipamentos	10%

4.3.4 Avaliação do estado de conservação – Método 2

A determinação do estado de conservação por elemento e global através do Método 2 é semelhante à descrita para o Método 1 (ponto 4.3.3), apenas diferindo nos valores considerados para o grau de importância que cada elemento assume na estrutura. Assim, para determinação do estado de conservação por elemento é usado o mesmo procedimento do Método 1. Da mesma forma, o estado de conservação global é determinado segundo o procedimento descrito no Método 1, mas considerando agora novos valores para o grau de importância.

A alteração aos graus de importância proposta, no contexto deste trabalho, pretende garantir que o valor do estado de conservação global não seja agravado pela ponderação entre o estado de conservação dos diversos elementos da ponte e o respetivo grau de importância. Assim o grau de importância passa a ter o mesmo

peso relativo do método anterior entre os diversos elementos da ponte, mas a soma de todos os graus de importância passa a ser igual a 100% – expressão (4). Por outro lado este novo grau de importância deverá ser diferenciado para as pontes de vão único (que não tem pilares nem quebramares) e para as pontes de vãos múltiplos.

$$EC_{glob} = \sum_{i=1}^n EC_{el_i} \times \frac{G_{i_i}}{\sum_{i=1}^n G_{i_i}} \quad (4)$$

Onde:

EC_{glob}	Estado de conservação global da estrutura
EC_{el}	Estado de conservação por elemento
G_i	Grau de importância do elemento relativamente à sua relevância no comportamento da estrutura no seu todo
i	Número de elemento
n	Número total de elementos

Nota: $\begin{cases} EC_{glob} \geq EC_{el_{máximo}} \text{ (dos elementos com maior grau de importância)} \\ EC_{glob} \leq 5 \end{cases}$

Na Tabela 4.6 são apresentados os valores propostos neste segundo método para o grau de importância do elemento na estrutura, para as pontes de vão único e as pontes de vãos múltiplos.

Tabela 4.6 - Graus de importância do elemento propostos em função do número de vãos da ponte:

Método 2.

el - Elemento	Gi - Grau de importância	
	Pontes de vão único	Pontes de vãos múltiplos
Arco	21%	16%
Timpano	21%	16%
Encontro	21%	16%
Pilar	--	16%
Quebramar	--	9%
Muro	11%	9%
Pavimento	9%	6%
Guardas	6%	4%
Equipamentos associados a intervenções	7%	5%
Outros equipamentos	3%	2%
	$\Sigma \approx$	100%

CAPÍTULO 5

O PARQUE DE OBRAS DE ARTE DO MUNICÍPIO DE ARCOS DE VALDEVEZ

No presente capítulo é feita a caracterização do parque de obras de arte existente na área geográfica de Arcos de Valdevez. Esse município, tal como a maioria dos restantes participantes no inquérito, não possuía inventário de obras de arte nem um sistema de gestão. No inquérito realizado, esse município referiu realizar inspeções e ações de manutenção pontualmente ou por solicitação das juntas de freguesia, e referiu a limitação dos recursos técnicos como o maior entrave a uma resposta eficaz na gestão das obras de arte que tutela.

A caracterização do parque de obras de arte do Município de Arcos de Valdevez foi então feita com base no inventário realizado de acordo com a metodologia proposta no Capítulo 4. Tendo em conta os resultados desse inventário, é feita uma apresentação da localização das diversas obras de arte, por tipologia, incluindo também passagens hidráulicas e barragens. Em seguida, é elaborada uma análise mais detalhada para as pontes, com especial incidência nas de alvenaria que estão sob tutela do Município de Arcos de Valdevez. Esta análise inclui a caracterização do material da zona principal, sistema estrutural, idade e utilização, via principal e navegação.

5.1 Enquadramento territorial e histórico

O Município de Arcos de Valdevez localiza-se na região norte de Portugal Continental, no distrito de Viana do Castelo. Este município tem trinta e seis freguesias, com uma superfície de cerca de quatrocentos e cinquenta quilómetros quadrados. Arcos de Valdevez integra a Rede Mundial de Reservas da Biosfera da UNESCO – Reserva Transfronteiriça Gerês/Xurês – e tem mais de 30% do seu território inserido no Parque Nacional da Peneda-Gerês – PNPG (Figura 5.1).

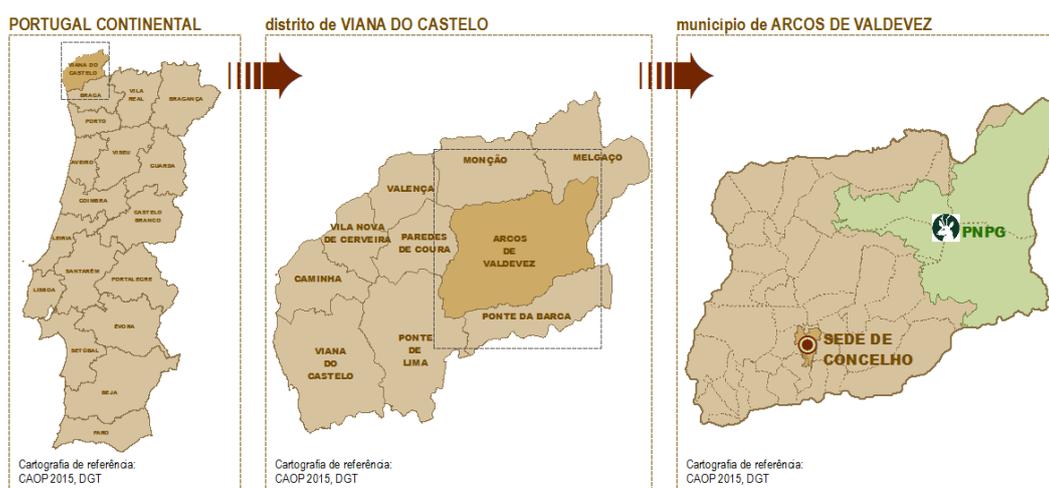


Figura 5.1 - Enquadramento territorial do Município de Arcos de Valdevez.

5.1.1 Relevo

Segundo Ferreira *et al.* (2005), o território arcuense caracteriza-se por um relevo bastante acidentado com altitudes que variam entre os dez metros nas margens do Rio Lima e os mil quatrocentos e dezasseis metros no vértice geodésico da Pedrada na Serra da Peneda (Figura 5.2a).

Tratando-se de um concelho com características essencialmente de montanha, apresenta vertentes com declives acentuados, verificando-se em cerca de 60% da sua superfície valores de inclinação superiores a dezassete graus (44,8% com inclinação entre 17 a 30° e 14,3% superior a 30°) resultando em suscetibilidade geomorfológica elevada a muito elevada (Figura 5.2b).

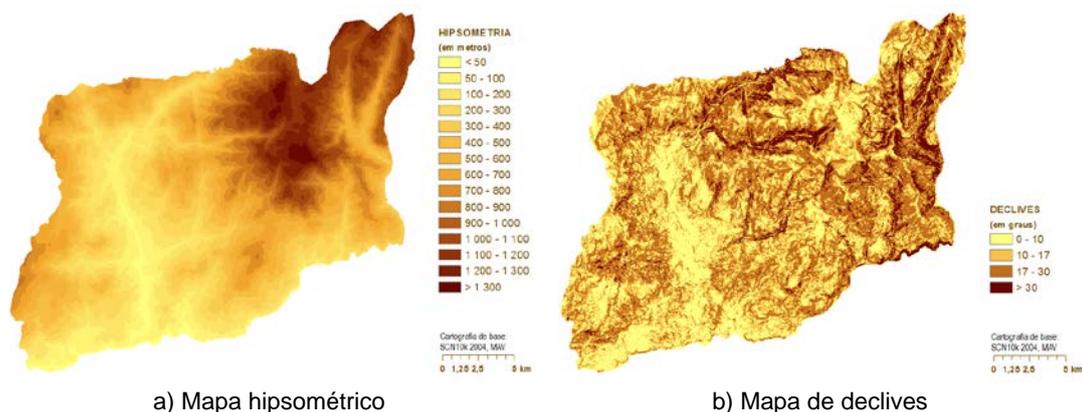


Figura 5.2 - Relevo.

5.1.2 Pluviosidade

De acordo com o Atlas do Ambiente, referido por Ferreira *et al.* (2005), Arcos de Valdevez situa-se numa das regiões de Portugal Continental com maior número de dias (≥ 100 dias/ano) em que o valor médio anual de precipitação é igual ou superior a um milímetro (Figura 5.3a). Em todo o município registam-se valores de precipitação superiores a mil e seiscentos milímetros por ano. Na zona a norte da sede de concelho, a precipitação é superior a dois mil milímetros por ano, podendo atingir mais de dois mil e oitocentos milímetros por ano, na serra da Peneda (Figura 5.3b).



Figura 5.3 - Carta pluviométrica.

5.1.3 Hidrografia

A rede hidrográfica de Arcos de Valdevez integra a bacia hidrográfica do Rio Lima e é composta por numerosos cursos de água. Trata-se de uma rede densa onde se

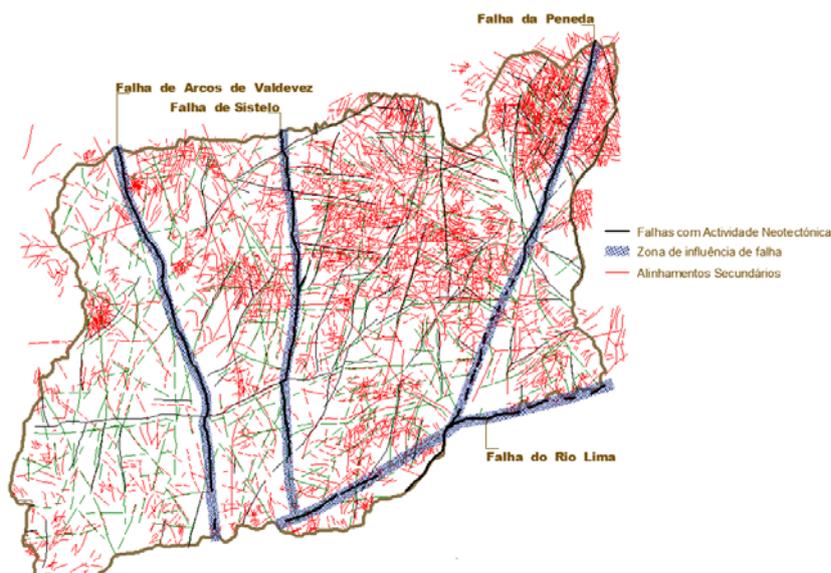


Figura 5.5 - Carta neotectónica (adaptado de Ferreira *et al.*, 2005).

A sismicidade histórica refletida na distribuição de curvas isossistas de intensidade máxima, coloca Arcos de Valdevez numa zona de intensidade sísmica de nível seis (ANPC, 2014), na escala de Mercalli Modificada de 1956 (Figura 5.6a), composta por doze níveis em que o nível um corresponde a um sismo impercetível e o nível doze a um cataclismo com destruição quase total. De referir que o último sismo sentido em Arcos de Valdevez, registado pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), ocorreu a dois de maio de 2015, teve epicentro em Braga e uma magnitude de 3,0 na escala de Richter, não se tendo registado danos materiais.

A Carta de Suscetibilidade a Sismos publicada na Avaliação Nacional de Risco em 2014, pela Associação Nacional de Proteção Civil (Figura 5.6b), divide Portugal continental em três classes de suscetibilidade – elevada, moderada e reduzida – e classifica Arcos de Valdevez com classe de suscetibilidade a sismos reduzida.



a) Isossistas de intensidades máximas

b) Carta de suscetibilidade a sismos

Figura 5.6 - Sismicidade e análise de risco de sismos (ANPC, 2014).

5.1.5 Estrutura viária

O Município de Arcos de Valdevez encontra-se servido por uma rede viária com mais de seiscentos quilómetros de vias nacionais e municipais. As vias que integram a rede nacional, sob gestão da IP, representam cerca de 15% da extensão total da rede e incluem um itinerário complementar (IC28), duas estradas nacionais (EN101 e EN303) e quatro estradas nacionais desclassificadas cuja tutela de mantém na IP (EN202, EN202-1, EN301 e EN304).

A rede rodoviária municipal, com uma extensão superior a quinhentos quilómetros, é composta pelas estradas nacionais desclassificadas cuja gestão transitou para o município (EM101, EM202, EM202-2, EM303 e EM304), por dezanove estradas municipais e duzentos e vinte e sete caminhos municipais. A estrutura viária é complementada por uma rede de arruamentos urbanos, na sede de concelho e parques empresariais, e por caminhos vicinais que servem o trânsito rural cuja gestão é da responsabilidade das Juntas de Freguesia.

Na Figura 5.7 é apresentado o mapa da estrutura viária do Município de Arcos de Valdevez, com a distribuição das diversas vias por entidade gestora.

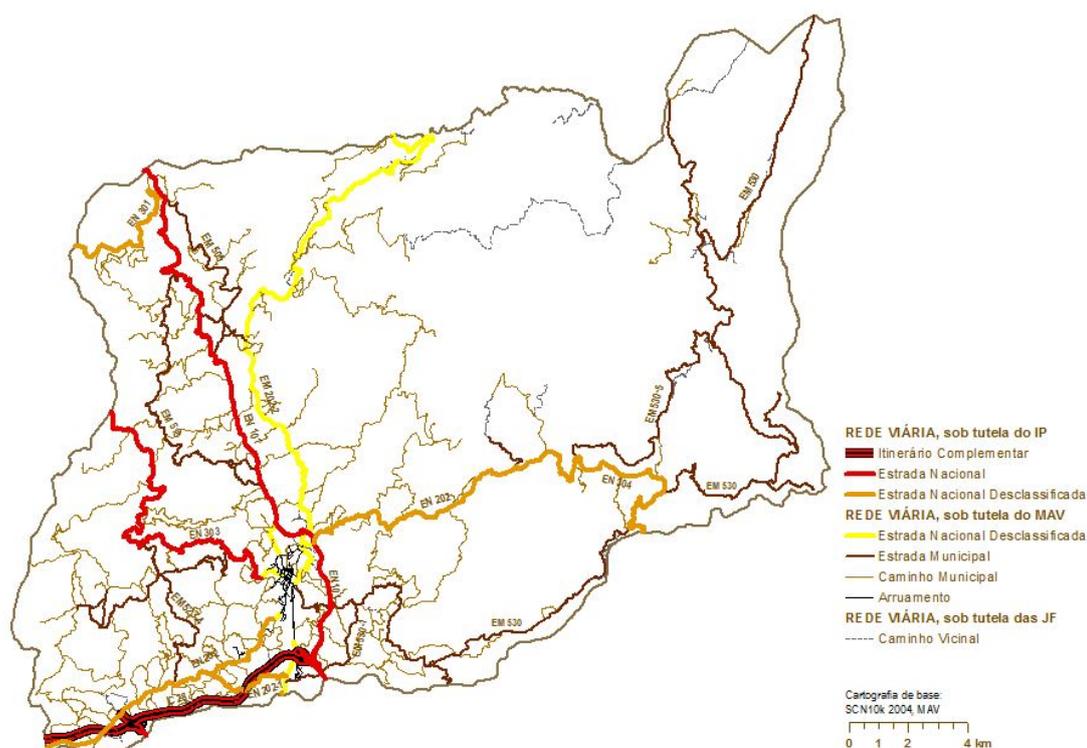


Figura 5.7 - Estrutura viária.

5.1.6 Enquadramento histórico

Com Foral de Concelho e Terra outorgado por D. Manuel I em 1515, Arcos de Valdevez regista vestígios de ocupação humana que remontam à pré-história, dos quais são testemunho o núcleo megalítico do Mezio e a arte rupestre do Gião.

A idade média foi uma época marcante no território, com a construção de vários mosteiros e pontes. É de resto na idade média que o município adquire a sua designação atual, na sequência da construção de uma ponte com arcos, que em vez das primitivas lajes sobre poldras, passou a garantir a ligação entre as margens do Rio Vez, na sede de concelho (Costa & Reis, 2015). No “Almanaque Arcoense” de 1929, Félix Alves Pereira descreve esta ponte como sendo constituída por alvenaria de granito com aparelho de grandes silhares de granito lisos, em fiadas horizontais não rigorosamente iguais, com tabuleiro horizontal e duas rampas de acesso apoiados em quatro arcos desiguais de volta redonda (Figura 5.8). A ponte acabaria por ser demolida em 1874, uma vez que ameaçava ruir por desaprumo de um dos arcos (Pereira, 1929).



a) Vista a montante



b) Vista a jusante

Figura 5.8 - Antiga ponte medieval na sede de concelho de Arcos de Valdevez (autor desconhecido).

5.2 Caracterização do parque de obras de arte

A partir do inventário realizado, seguindo a metodologia apresentada no Capítulo 4, é possível fazer a caracterização do parque de obras de arte do Município de Arcos de Valdevez, sob diversos pontos de vista.

A vasta rede viária e uma rede hidrográfica densa explica de certa forma o elevado número de obras de arte existente no Município de Arcos de Valdevez. Foram contabilizadas cento e trinta e duas obras de arte, sendo quarenta e oito pontes, quarenta e um pontões, dezasseis viadutos, cinco passadiços, catorze passagens superiores, quatro passagens inferiores, três passagens agrícolas e um túnel. Para além dessas obras de arte, verificou-se ainda a existência de duas barragens e trezentas e dezasseis passagens hidráulicas (Figura 5.9).

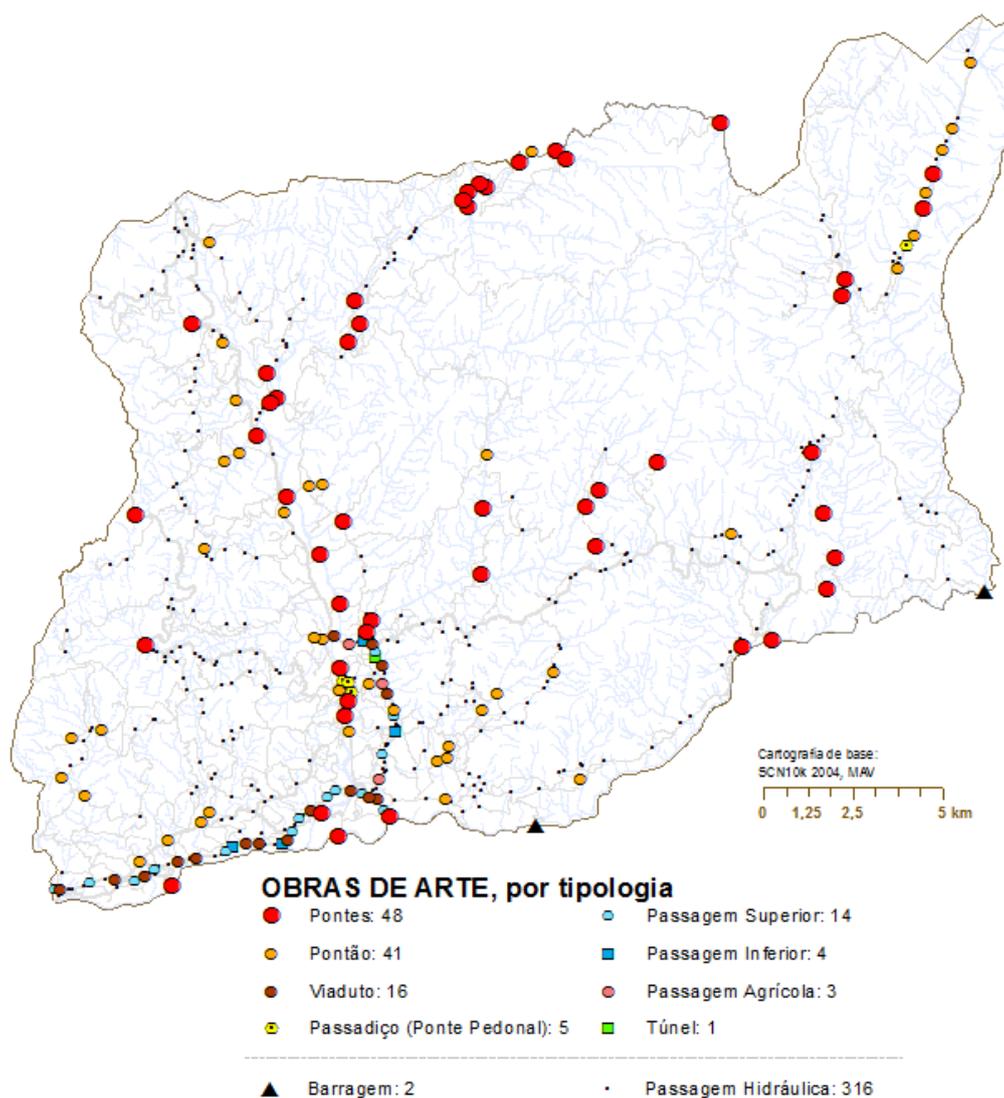


Figura 5.9 - Obras de arte: distribuição geográfica por tipologia.

A Figura 5.10 apresenta uma síntese da distribuição das obras de arte por entidade gestora, sendo possível verificar que há cinquenta e quatro obras de arte sob a tutela da IP e setenta e oito sob jurisdição do município, estando estas últimas sob tutela da Câmara Municipal (52 obras de arte) ou das Juntas de Freguesia (26 obras de arte).

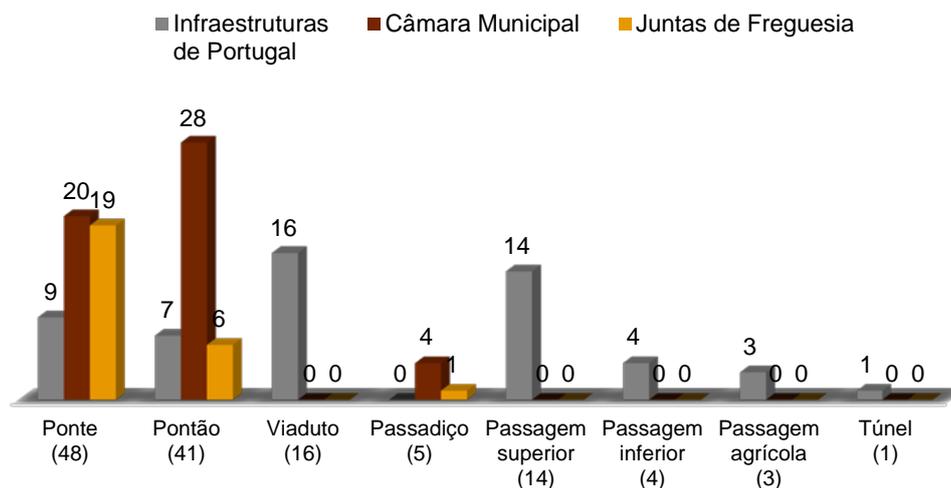


Figura 5.10 - Obras de arte: distribuição por entidade gestora.

Relativamente à responsabilidade de gestão das estruturas identificadas importa ainda referir que a totalidade dos viadutos, túneis, passagens superiores, inferiores e agrícolas, encontram-se integradas no IC28 e Variante à EN101, sendo por isso tuteladas pela IP.

Os passadiços (pontes pedonais) são de responsabilidade municipal, quatro dos quais localizados na sede de município: o Pontilhão “Novo” da Valeta (Figura 5.11a), o Pontilhão “Velho” da Valeta (Figura 5.11b), a Ponte sobre o Açude da Valeta (Figura 5.11c) e a Ponte Pedonal de Casares (Figura 5.11d). Essas estruturas servem a travessia pedonal do Rio Vez e integram a rede de arruamentos urbanos, sendo por isso da responsabilidade da Câmara Municipal.

Existe ainda um passadiço localizado num caminho vicinal, o Passadiço da Peneda (Figura 5.11e), da responsabilidade da Junta de Freguesia.



Figura 5.11 - Passadiços (pontes pedonais).

Como se ilustra na Figura 5.12, as pontes são, na sua maioria (81%), de responsabilidade municipal. Sob tutela da IP identificaram-se nove pontes, sendo a gestão das restantes trinta e nove distribuída entre a Câmara Municipal (20 pontes) e as Juntas de Freguesia (19 pontes).

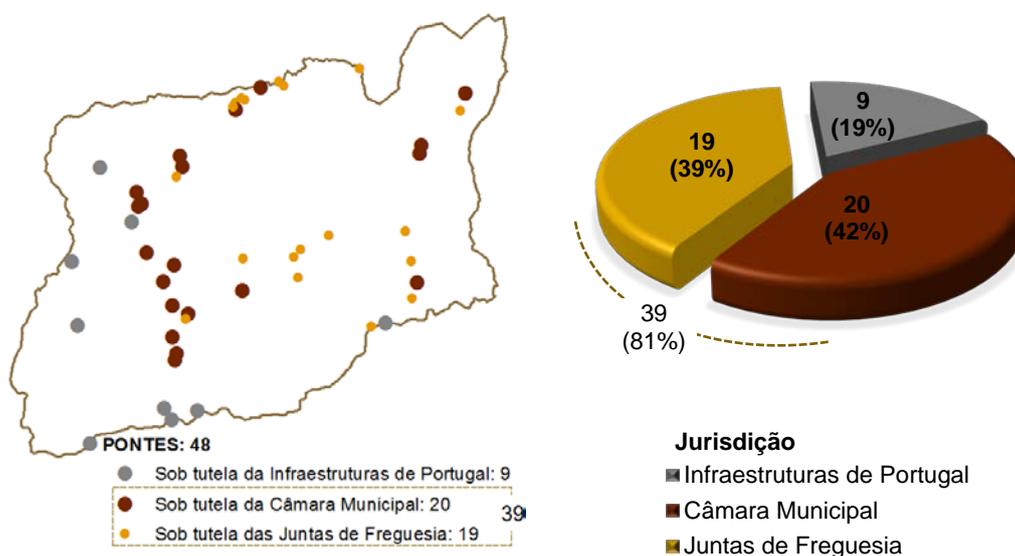


Figura 5.12 - Pontes: distribuição por entidade gestora.

Trinta e quatro pontões (83%) são da responsabilidade municipal, sendo vinte e oito da Câmara Municipal e seis de Juntas de Freguesia. Os restantes sete pontões são tutelados pela IP (Figura 5.13).

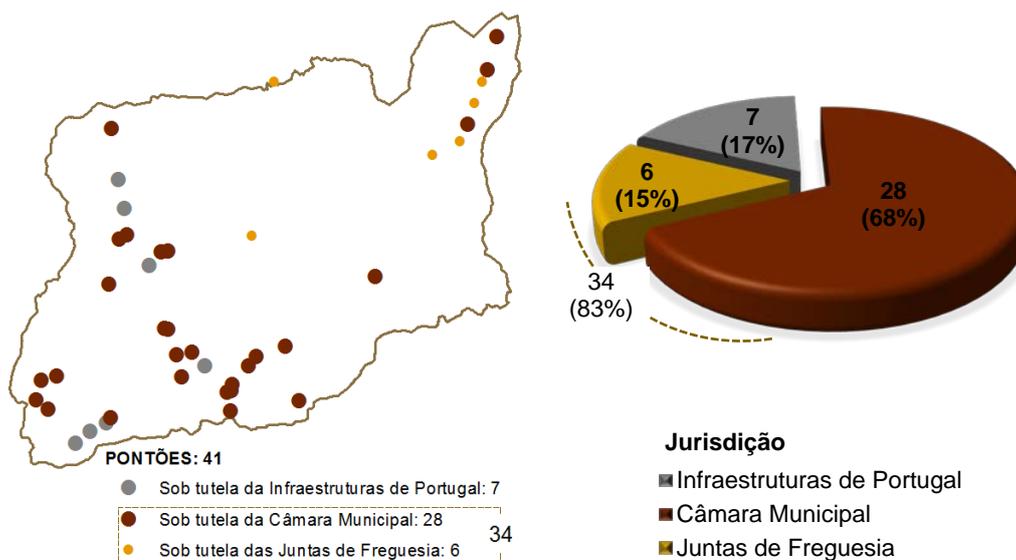


Figura 5.13 - Pontões: distribuição por entidade gestora.

Para além das obras de arte quantificadas, existem ainda duas barragens e mais de trezentas passagens hidráulicas. As duas barragens existentes no município – Barragem do Alto-Lindoso (Figura 5.14a) e Barragem do Touvedo (Figura 5.14b) – são da responsabilidade da Energias de Portugal (EDP).

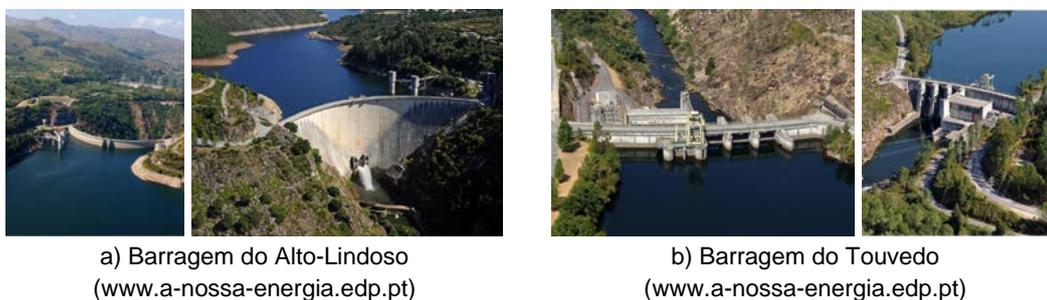


Figura 5.14 - Barragens.

O número de passagens hidráulicas resultante da interseção de linhas de água com a rede rodoviária nacional representa cerca de 36%, o que corresponde a cento e quinze passagens hidráulicas sob jurisdição da IP. Os restantes 64% encontram-se inseridos na rede rodoviária municipal e correspondem a duzentas e uma passagens hidráulicas sob a gestão da Câmara Municipal (Figura 5.15).

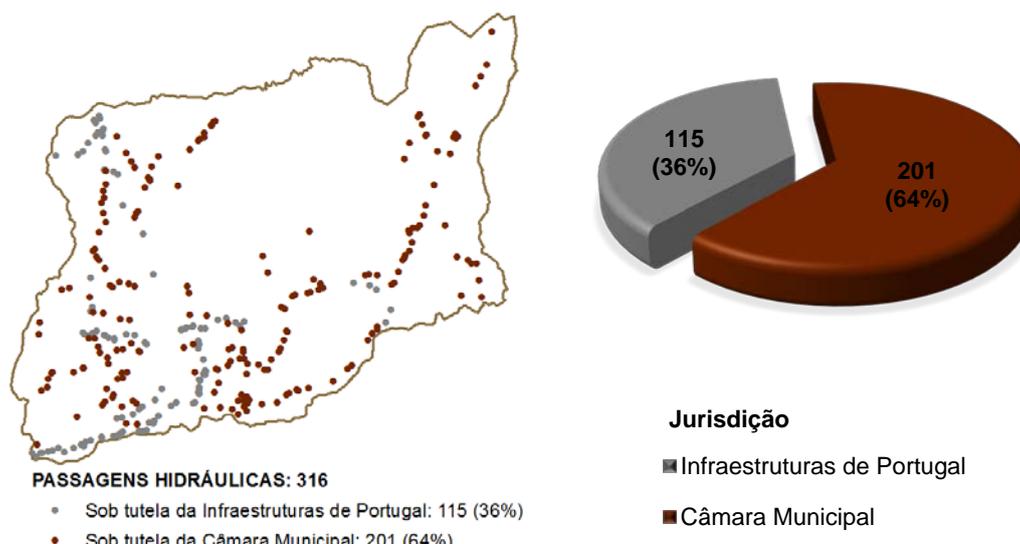


Figura 5.15 - Passagens hidráulicas: distribuição por entidade gestora.

Relativamente à existência de estruturas de fronteira, verifica-se que, para além das duas barragens construídas no Rio Lima e que ligam Arcos de Valdevez a Ponte da Barca há seis pontes que confrontam com municípios vizinhos, uma com Melgaço (Ponte da Branda do Furado), duas com Monção (Ponte de Porta Cova e Ponte sobre o Rio Vez em Sistelo) e três com Ponte da Barca (Ponte da Petada, Ponte sobre o Rio Lima e Ponte de Lavradas).

Em seguida é feita uma caracterização do conjunto das quarenta e oito pontes do município em termos de materiais e estrutura, idade e utilização, de interesse patrimonial e abrangência de zona especial, e da via principal e navegação.

5.2.1 Pontes: materiais e estrutura

Considerando apenas as pontes, agrupadas por tipo de material utilizado na estrutura principal (designada de zona principal no contexto do inventário), verifica-se que, a maioria destas (30 pontes \approx 63%), são em alvenaria. Seis das pontes em alvenaria são da responsabilidade da IP e vinte e quatro integram a rede rodoviária municipal, nove inseridas em estradas e caminhos municipais e quinze em caminhos vicinais (Figura 5.16). Em betão armado, num total de treze pontes (\approx 27%), identificaram-se duas sob tutela da IP, nove de responsabilidade da Câmara Municipal e duas sob alçada das Juntas de Freguesia (Figura 5.16).

Além dos materiais já referidos, identificaram-se três pontes mistas, a Ponte de Santar com estrutura de apoio em alvenaria e tabuleiro metálico, sob tutela da IP, e duas pontes mistas também com estrutura em alvenaria, mas com tabuleiro em betão armado – Ponte de Pogido e Ponte da Meadinha – inseridas na rede rodoviária municipal (Figura 5.16).

Para duas pontes sob jurisdição de Juntas de Freguesia, devido às dificuldades de acesso, não foi possível a determinação do material usado na zona principal (Figura 5.16).

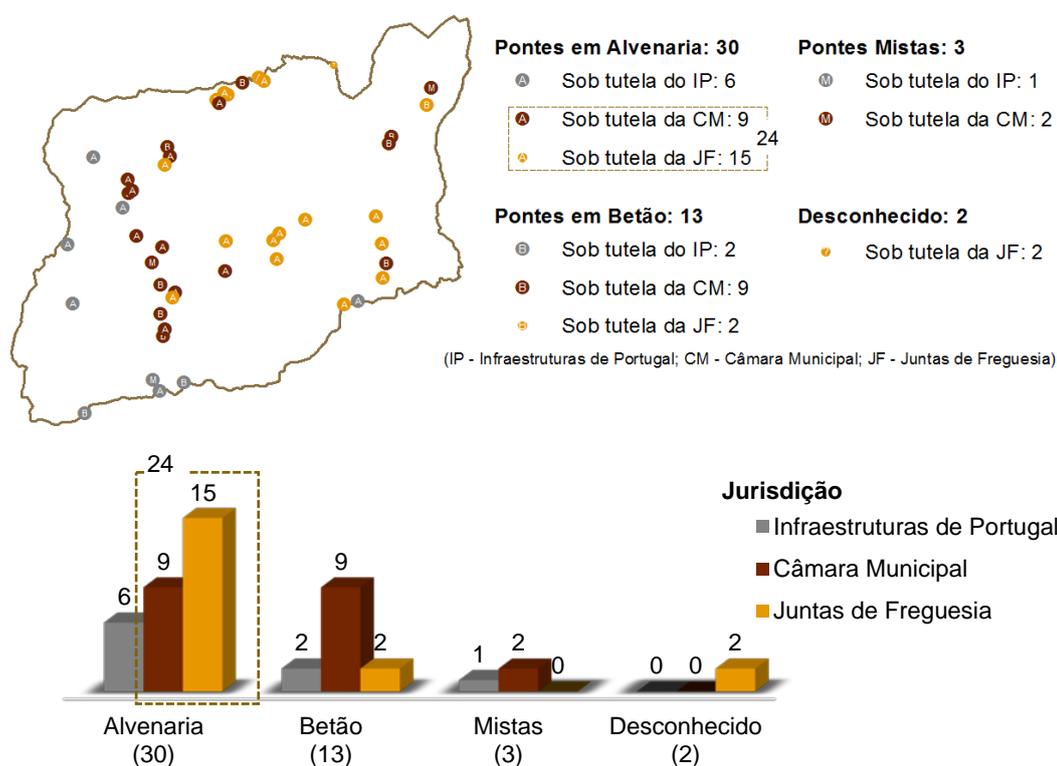


Figura 5.16 - Pontes: distribuição por material da zona principal.

As pontes em alvenaria, tal como referido, são as que existem em maior número no Município de Arcos de Valdevez. Para estas caracterizou-se o tipo de sistema estrutural, verificando-se a existência de vinte e cinco pontes com o sistema estrutural em arco (sob o tabuleiro) e cinco com funcionamento do tabuleiro em laje apoiada em pilares de alvenaria (Figura 5.17).

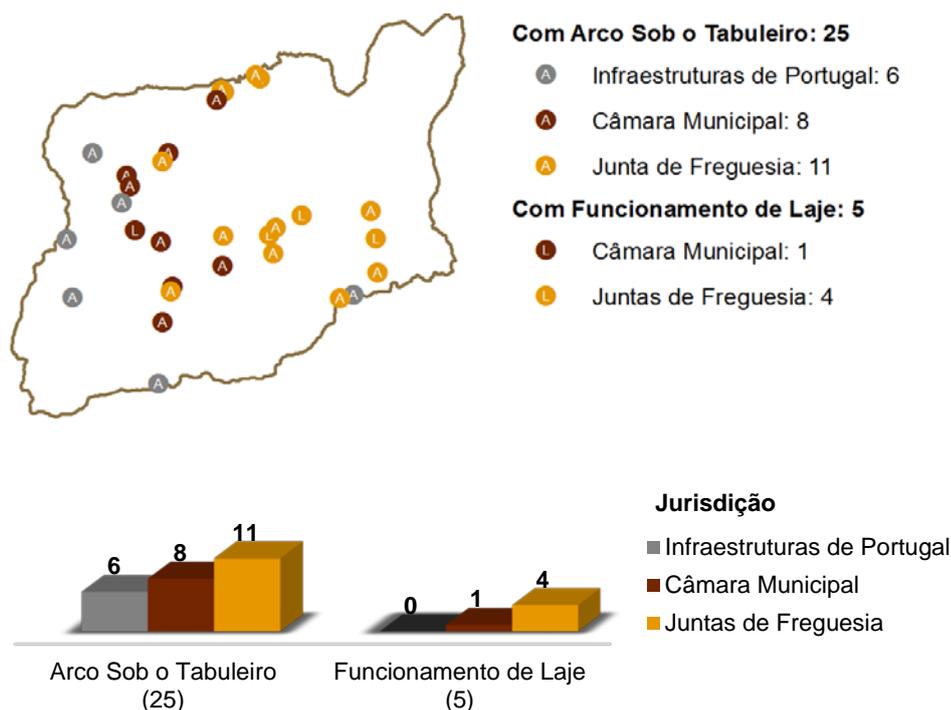


Figura 5.17 - Pontes em alvenaria: distribuição por tipo de sistema estrutural.

O número de vãos das pontes de alvenaria varia entre um e catorze, predominando as pontes em arco de vão único (14 pontes) e com dois vãos (9 pontes). Com três vãos identificaram-se três pontes com funcionamento de laje – a Ponte do Rio de Porta Cova, a Ponte da Travanca e a Ponte do Ribeiro de Vilela. Com um número de vãos igual ou superior a quatro, contabilizaram-se quatro pontes, duas em arco (sob o tabuleiro) – a Ponte da Vila com quatro vãos e a Ponte sobre o Rio Lima com dez vãos – e duas com funcionamento de laje – a Ponte da Branda de Murça com quatro vãos e a Ponte de Rio de Moinhos com catorze vãos (Figura 5.18).

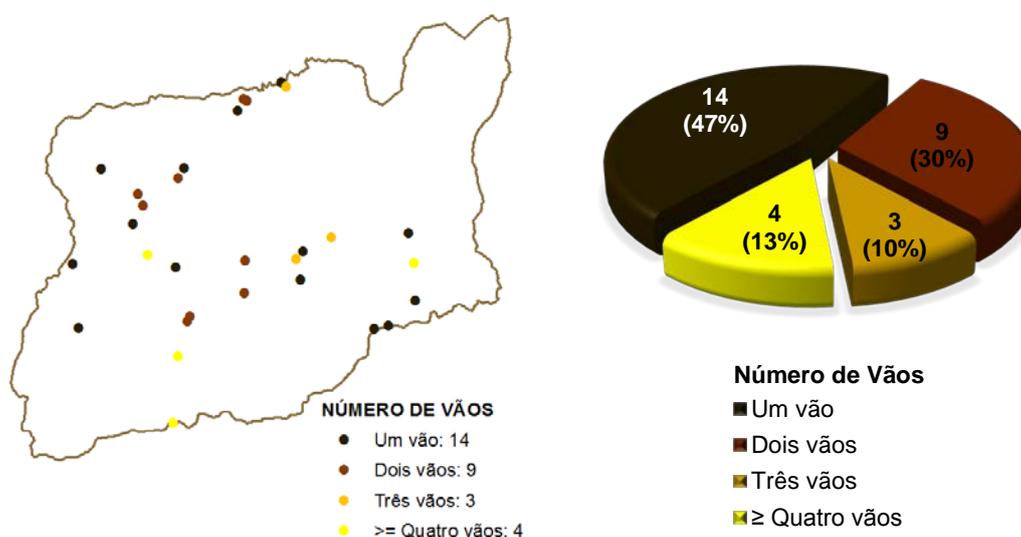


Figura 5.18 - Pontes em alvenaria: número de vãos.

5.2.2 Pontes: idade e utilização

A circulação de mercadorias por um território muito acidentado confrontava os que acorriam à feira com a dificuldade na travessia dos cursos de água, o que explica a ascendência medieval de três pontes existentes no concelho (Costa & Reis, 2015). A referir as pontes de Cabreiro (Figura 5.19a) e Vilela (Figura 5.19b), compostas por dois arcos desiguais e tabuleiro em cavalete, e a Ponte de Ázere (Figura 5.19c) de tabuleiro horizontal sobre dois arcos de volta inteira.



a) Ponte de Cabreiro (MAV, 2007) b) Ponte de Vilela (MAV, 2007) c) Ponte de Ázere (MAV, 2007)

Figura 5.19 - Pontes medievais.

Da época moderna (séculos XVI e XVII) identificaram-se três pontes em arco de alvenaria. São elas a Ponte sobre o Rio Lima (Figura 5.20a), que serve de ligação entre os municípios de Arcos de Valdevez e Ponte da Barca, a Ponte Velha de Ermelo (Figura 5.20b) e a Ponte do Mezio.



a) Ponte sobre o Rio Lima (DGPC, 2016)

b) Ponte Velha de Ermelo (MAV, 2007)

Figura 5.20 - Pontes da época moderna.

Das quarenta e oito pontes inventariadas, trinta e duas ($\approx 67\%$) foram construídas na época contemporânea. No final do século XIX e início do século XX a construção destas estruturas mantém a sua forma tradicional, prevalecendo as pontes em arco de alvenaria. Nas Figura 5.21a, Figura 5.21b e Figura 5.21c encontram-se ilustrados alguns exemplos de pontes em arco de alvenaria construídas na época contemporânea. São também deste período as pontes mistas em alvenaria e aço ou em alvenaria e betão, sendo disso exemplo a Ponte de Santar (Figura 5.21d) constituída por dois arcos de alvenaria nas extremidades e pilar central onde se apoia um tabuleiro metálico e a Ponte de Pogido (Figura 5.21e) com tabuleiro horizontal em betão armado sobre pilares em alvenaria de granito.

No século XX assiste-se à construção generalizada de pontes em betão armado, encontrando-se no município vários exemplares deste tipo de pontes. As primeiras pontes em betão armado construídas – a Ponte “Nova” de Cabreiro (Figura 5.21f) e a Ponte do Rio Gingiela (Figura 5.21g) – mantiveram o sistema estrutural dominante até então, o arco. Posteriormente foram adotados outros sistemas estruturais como as pontes em viga ou em pórtico.

Das pontes mais recentes, destacam-se a Ponte do Toural (Figura 5.21h), construída em 2007 na sede do concelho, a Ponte “Nova” de Vilela (Figura 5.21i), construída em 2008, que passou a receber o trânsito que até então circulava sobre ponte medieval, e a Ponte de Lavradas (Figura 5.21j), construída em 2012 para assegurar a ligação do Parque Empresarial de Padreiro ao município vizinho de Ponte da Barca.

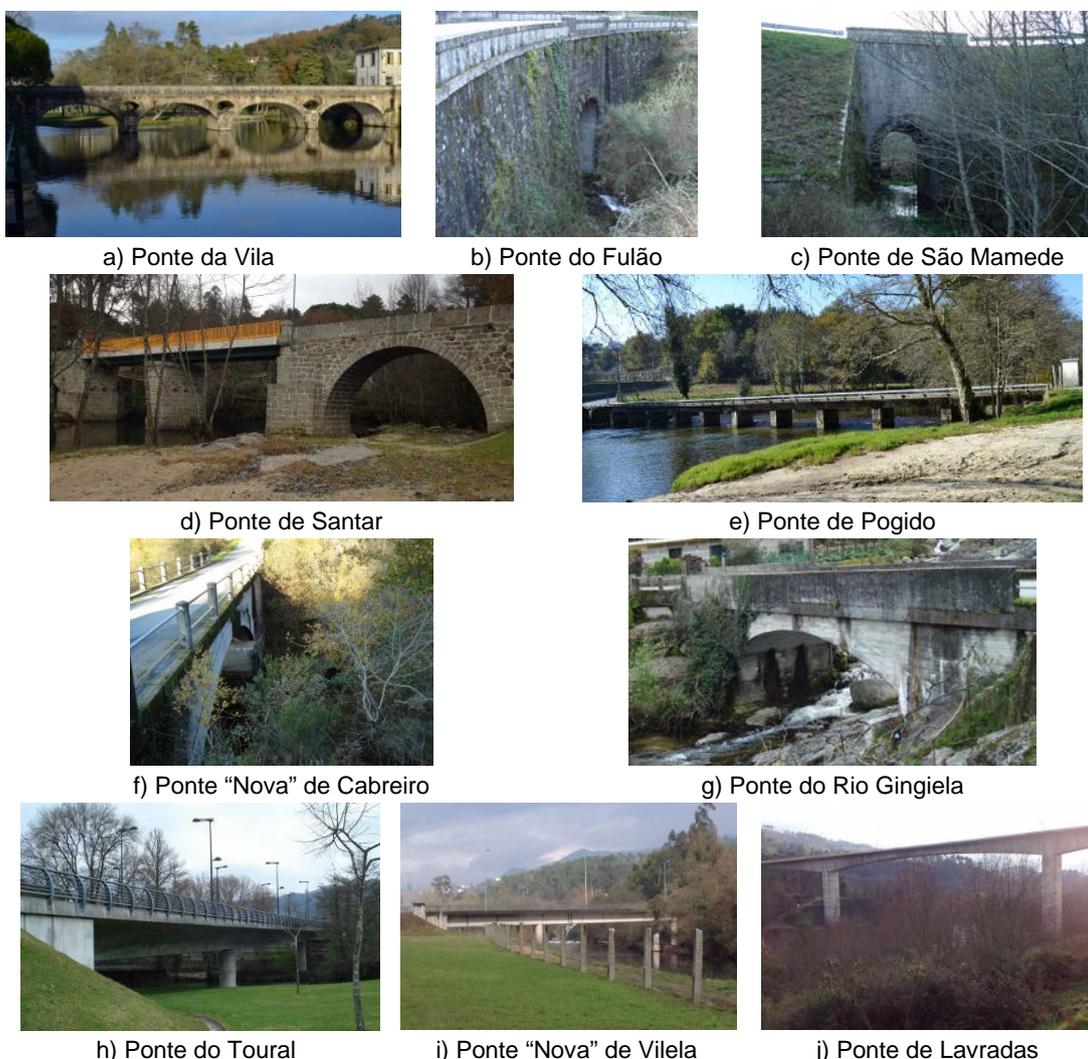
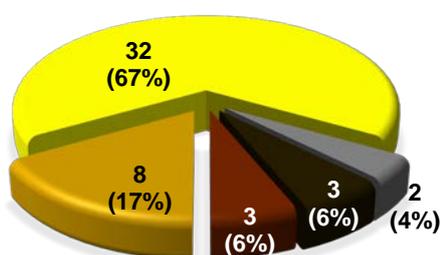


Figura 5.21 - Pontes da época contemporânea.

A distribuição das pontes por época construtiva encontra-se ilustrada na Figura 5.22. Pela sua análise pode-se ainda verificar que para oito, das quarenta e oito pontes

inventariadas, não foi possível distinguir com precisão a época construtiva, sendo que a construção destas pontes se situa entre finais da época moderna ou inícios da época contemporânea. Para duas pontes, devido às dificuldades de acesso, não foi possível determinar a época construtiva.

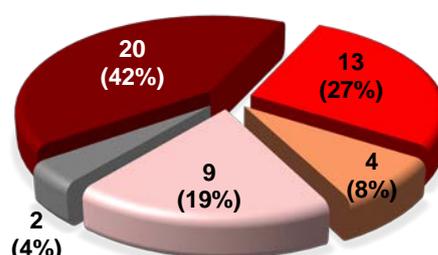
Quando agrupadas por idade (Figura 5.23), verifica-se que grande parte das pontes (20 pontes \approx 42%) existentes em Arcos de Valdevez, têm mais de cem anos. Das restantes, treze tem mais de cinquenta anos, quatro mais de trinta e nove são pontes relativamente recentes construídas há menos de 30 anos.



Época Construtiva

- Medieval (séc. V - séc. XV)
- Moderna (séc. XV - séc. XVIII)
- Moderna / Contemporânea
- Contemporânea (séc. XVIII - atualidade)
- Desconhecida

Figura 5.22 - Pontes: distribuição por época construtiva.



Idade

- ≥ 100 anos
- entre 50 e 100 anos
- entre 30 e 50 anos
- < 30 anos
- Desconhecida

Figura 5.23 - Pontes: distribuição por idade.

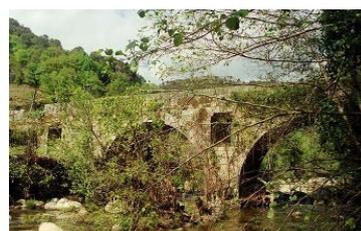
As pontes existentes no município encontram-se na sua totalidade em funcionamento. A circulação rodoviária é feita em vinte e sete pontes, estando as restantes vinte e uma sujeitas a circulação condicionada a peões ou veículos de duas rodas, sendo em algumas possível a circulação de veículos agrícolas. Algumas das pontes em que não existe circulação automóvel encontram-se inseridas na rede de caminhos vicinais e integram trilhos pedestres turísticos, sendo disso exemplo as pontes de Sistelo, inseridas na Paisagem Cultural de Sistelo que se encontra em vias de classificação (Figura 5.24).



a) Ponte de Porta Cova
(www.panoramio.com)



b) Ponte de Sistelo
(SIPA, 2016)



c) Ponte de Sistelo de Jusante
(SIAP, 2016)

Figura 5.24 - Pontes inseridas em trilhos pedestres turísticos.

Sendo Arcos de Valdevez, um município rural, em que uma parte considerável do seu território tem características de montanha, é comum a existência de povoações isoladas, tais como as Brandas. Frequentemente o único acesso a estas povoações é feito por caminhos secundários, muitas vezes em terra batida, onde se podem encontrar pontes de pequeno porte que asseguram a transposição dos cursos de água e o acesso às referidas povoações (Figura 5.25).



Figura 5.25 - Pontes de acesso a povoações isoladas.

Para todas as pontes registadas no inventário verificou-se que não existem portagens nem estruturas paralelas, *i.e.*, estruturas separadas que recebem trânsito rodoviário em direções opostas, para uma mesma via de circulação.

O tráfego rodoviário é maioritariamente feito nos dois sentidos de circulação, ou seja, em vinte e sete pontes ($\approx 56\%$). Em vinte pontes o trânsito circula nos dois sentidos de forma simultânea e em sete de forma alternada, em qualquer um dos casos numa só faixa de rodagem. Vinte e uma pontes não se encontram sujeitas a tráfego rodoviário, sendo no entanto possível, em muitos casos, o acesso com recurso a veículos motorizados de duas rodas ou veículos agrícolas (Figura 5.26).

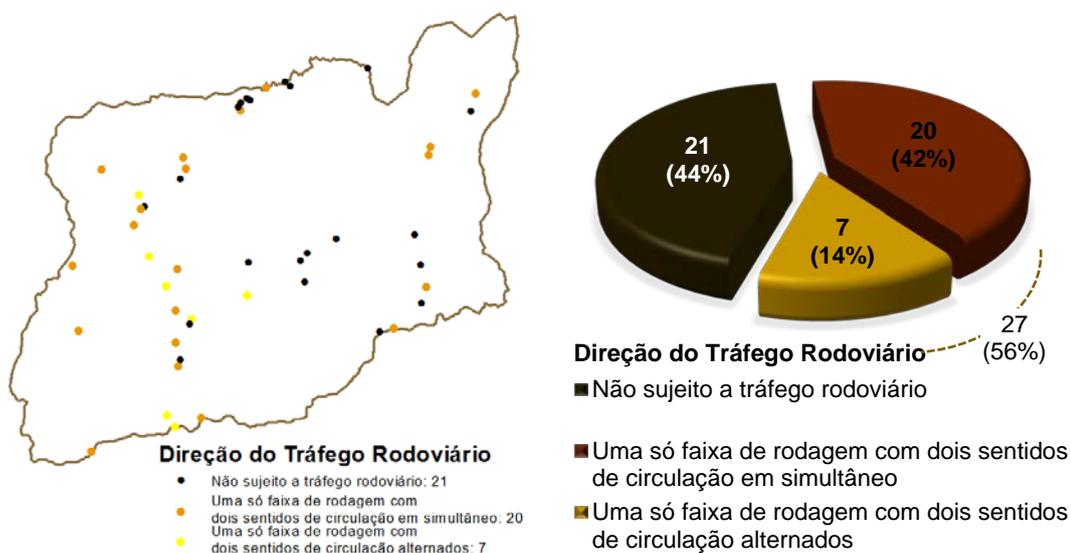


Figura 5.26 - Pontes: direção do tráfego rodoviário.

Para as pontes com circulação rodoviária sob tutela da Câmara Municipal, foram estudados trajetos alternativos em caso de necessidade de fecho. A extensão dos desvios varia entre quatro e setenta e um quilómetros, sendo os trajetos mais extensos aqueles para os quais não foram encontradas alternativas dentro da rede municipal com características idênticas ao do trajeto original. Nestes casos torna-se necessário efetuar o desvio através da rede rodoviária dos concelhos vizinhos de Monção e Melgaço. A Ponte sobre o Rio Gingiela apresenta o desvio mais longo em caso de fecho, sendo grande parte deste realizado por rede rodoviária do Município de Melgaço e do país vizinho – Espanha. A alternativa em território exclusivamente nacional implica um desvio com cerca de cento e vinte quilómetros (Tabela 5.1).

O traçado de cada um dos desvios estudados encontra-se ilustrado no Apêndice D.

Tabela 5.1 - Desvio implicado com o fecho das pontes sob tutela da Câmara Municipal.

Ponte	Desvio [km]
Ponte sobre o Rio Vez (Sistelo)	60
Ponte "Nova" de Cabreiro	11
Ponte de Cabreiros	62
Ponte do Rio do Couço	59
Ponte da "Meadinha"	30
Ponte do Rio Grande	29
Ponte do Rio Gingiela	71
Ponte das Choças	14
Ponte "Nova" de Vilela	7
Ponte de Rio de Moinhos	7
Ponte de Pogido	6
Ponte da Breia	4
Ponte do Toural	5
Ponte "Nova" da Vila	5
Ponte do Ribeiro de Cabanas	8
Ponte de Grade	20
Ponte "Nova" do Couto	4
Ponte do Rio Adrão	21

5.2.3 Pontes: interesse patrimonial e abrangência de zona especial

O SIPA, desenvolvido pela DGPC, identifica no seu inventário onze pontes do Município de Arcos de Valdevez com interesse arquitetónico relevante. Três possuem classificação – a Ponte sobre o Rio Lima como Monumento Nacional, a Ponte Medieval de Viela como Imóvel de Interesse Público e a Ponte de Ázere como Interesse Municipal.

Para além das pontes classificadas com interesse patrimonial, identificam-se nove pontes que, apesar de não terem proteção legal ao nível do património cultural, localizam-se em zonas de proteção a imóveis classificados ou em vias de

classificação. Nesta situação encontram-se a Ponte da Vila, abrangida pela zona geral de proteção da Casa da Ponte, classificada com Imóvel de Interesse Público, e as pontes de Sistelo, abrangidas pela zona geral de proteção à Paisagem Cultural de Sistelo, em vias de classificação (Figura 5.27).

O estudo sobre o Património Cultural de Arcos de Valdevez, integrado no processo de revisão do PDM, publicado em 2007, inclui uma listagem de treze pontes consideradas de interesse histórico-cultural, oito das quais inseridas no inventário do SIPA.

Relativamente ao enquadramento em zonas especiais, verifica-se que trinta e sete pontes encontram-se localizadas em RN2000, dez das quais em área reservada ao Parque Nacional da Peneda-Gerês. A zona de influência de falhas com atividade neotectónica abrange quinze pontes (Figura 5.27).

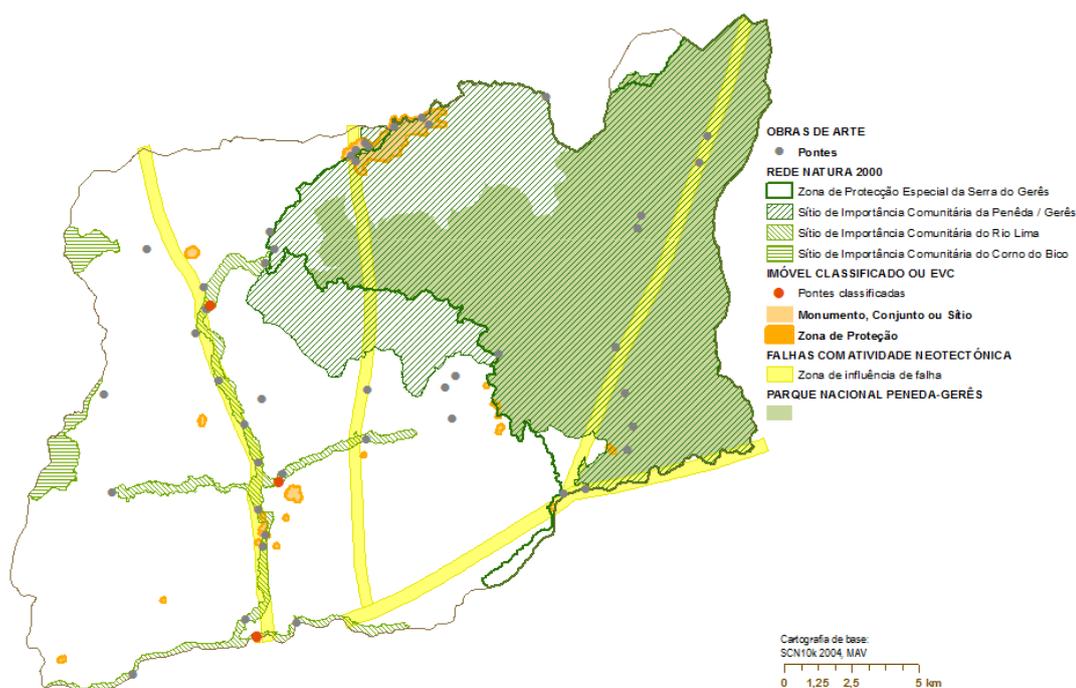


Figura 5.27 - Pontes: enquadramento em zona especial.

5.2.4 Pontes: via principal e navegação

Tal como já referido a maioria das pontes encontra-se sob jurisdição municipal, pelo que a sua localização é na sua maioria em rede rodoviária municipal (39 pontes das 48 pontes inventariadas). A rede rodoviária municipal inclui vias sob a tutela da

Câmara Municipal (estradas nacionais desclassificadas, estradas e caminhos municipais, e arruamentos urbanos) e vias sob a tutela das Juntas de Freguesia (caminhos vicinais). Assim, das trinta e nove pontes inseridas em rede rodoviária municipal, vinte estão sob tutela da Câmara Municipal e dezanove estão sob tutela das Juntas de Freguesia.

A distribuição das pontes por tipo de via encontra-se caracterizada na Figura 5.28a. Pela sua análise pode verificar-se que cinco pontes localizam-se em estradas nacionais desclassificadas cuja gestão transitou para a Câmara Municipal, seis em estradas municipais, seis em caminhos municipais, três em arruamentos urbanos e dezanove em caminhos vicinais.

Na rede nacional complementar incluem-se nove pontes, sete localizadas em estradas nacionais e duas em estradas nacionais desclassificadas cuja gestão se mantém sob tutela da IP (Figura 5.28b).



Figura 5.28 - Pontes: distribuição por tipo de via principal.

O número de pontes construídas sobre rios é de trinta e seis. Das restantes, oito estão localizadas sobre ribeiros e quatro sobre linhas de água (Figura 5.29). De referir que os rios Lima, Vez, Cabreiro e Ázere são atravessados, respetivamente, por quatro, dezasseis, duas e três pontes.

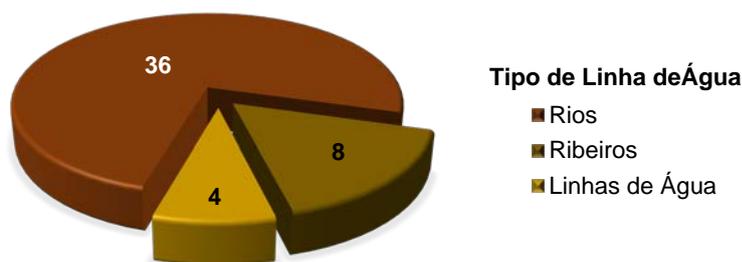


Figura 5.29 - Pontes: distribuição por tipo de linha de água.

5.3 Considerações finais

O exemplo de Arcos de Valdevez, apresentado no caso de estudo, encontra-se em linha com os resultados do inquérito. Tal como a maioria dos municípios participantes, Arcos de Valdevez, não faz inspeções e manutenções periódicas e não possuía inventário de obras de arte até à realização do presente trabalho. O inventário realizado permitiu fazer a caracterização do parque de obras de arte do município sob vários pontos de vista.

No concelho de Arcos de Valdevez há um número significativo de estruturas sob a tutela do município, designadamente trinta e nove pontes (20 sob tutela da Câmara Municipal e 19 da responsabilidade das Juntas de Freguesia), trinta e quatro pontões, mais de duzentas passagens hidráulicas e quatro pontes pedonais. De destacar que 30% das pontes que fazem parte da rede rodoviária municipal localizam-se em estradas nacionais que foram desclassificadas e cuja tutela transitou da IP para a Câmara Municipal.

A maioria das pontes do Município de Arcos de Valdevez é constituída por alvenaria de pedra, encontrando-se nove na rede rodoviária municipal e quinze em caminhos vicinais. As restantes pontes sob gestão municipal são em betão – onze pontes, ou mistas – duas pontes. O sistema estrutural dominante das pontes de alvenaria é o arco sob o tabuleiro, estando presente em dezanove pontes, existindo ainda cinco com funcionamento de laje.

Relativamente à idade das pontes verifica-se que uma grande parte foi construída há mais de cem anos (20 pontes \approx 42%), existindo também um número significativo de pontes com mais de cinquenta anos (13 pontes \approx 27%). Desta forma constata-se que

a maioria das pontes (33 pontes \approx 69%) que integram o parque de obras de arte de Arcos de Valdevez, atingiu metade do seu período de vida útil ou até o ultrapassou.

O estudo a alternativas viárias, em caso de necessidade de fecho das pontes com circulação rodoviária sob tutela da Câmara Municipal, revelam que os desvios, com as mesmas condições de acesso, são em alguns casos, extensos, podendo ultrapassar setenta quilómetros. Para seis das vinte pontes estudadas o desvio implica a utilização de rede rodoviária externa ao município.

No que respeita a inserção em zonas especiais, importa referir a existência de três pontes classificadas e a abrangência das zonas de proteção a imóveis classificados ou em vias de classificação, da RN2000, do Parque Nacional Peneda-Gerês e da zona de influência de falhas com atividade neotectónica, fatores a ter em conta em intervenções que resultem em alterações nas pontes objeto de ações de reabilitação, reparação e/ou reforço.

Importa ainda referir que, quando se analisa um parque de obras de arte associado a um determinado município, deve-se ter em consideração não só as obras de arte sob responsabilidade direta da Câmara Municipal, mas também as tuteladas pelas Juntas de Freguesia. A análise de conjunto permite obter uma visão mais próxima da realidade uma vez que as Câmaras Municipais, para além das estruturas que tutelam diretamente, prestam apoio técnico e financeiro na resolução de problemas associados às obras de arte inseridas em vias sob a responsabilidade das Juntas de Freguesia.

CAPÍTULO 6

ESTUDO DE UM CONJUNTO DE PONTES

As pontes estudadas no presente capítulo integram o parque de obras de arte do Município de Arcos de Valdevez (Figura 6.1a), caracterizado no capítulo anterior (Capítulo 5). Do universo de pontes em alvenaria (Figura 6.1b), a tipologia com maior incidência no concelho, foram escolhidas as que se encontram sob jurisdição da Câmara Municipal, ou seja as inseridas em arruamentos, estradas ou caminhos municipais, com circulação rodoviária (Figura 6.1c).

Para a Ponte das Choças foi elaborado um estudo mais detalhado (Figura 6.1c), que para além da inspeção visual e medição de anomalias incluiu a realização de ensaios não destrutivos (NDT – *Non-Destructive Tests*).

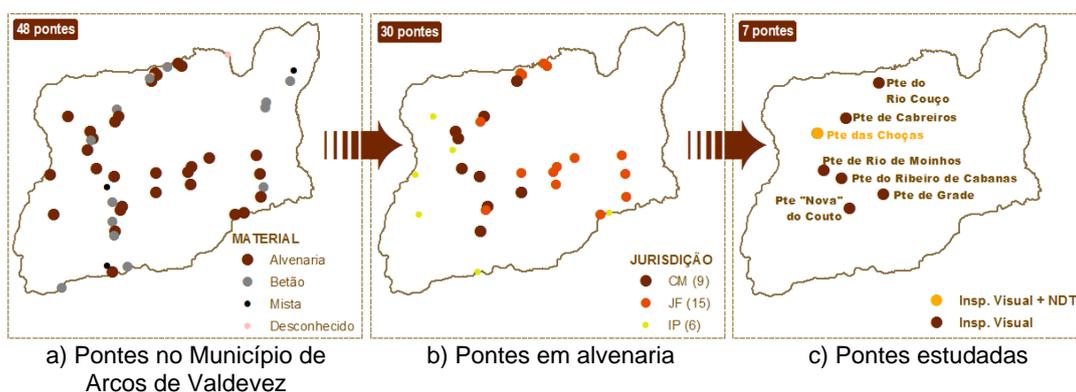


Figura 6.1 - Enquadramento do conjunto de pontes estudadas.

6.1 Apresentação das pontes estudadas

O conjunto de pontes estudadas foi construído na época contemporânea e é constituído por seis pontes com o sistema estrutural em arcos de alvenaria, também designado no contexto do inventário de arco sob o tabuleiro, e uma ponte com o tabuleiro em lajes de alvenaria apoiada em pilares também em alvenaria. O número de vãos das pontes em arco varia entre um e dois, e a ponte com funcionamento de laje tem catorze vãos. O comprimento total das pontes varia entre 16,7 e 58,1m, e a largura total entre 3,0 e 9,3m. A largura da faixa de rodagem varia entre 2,4 e 7,0m (Tabela 6.1).

Tabela 6.1 - Pontes estudadas: caracterização geral.

Identificação	Data de construção	Sistema estrutural	Dimensões gerais
 Ponte do Rio Couço	<u>Época:</u> Contemporânea <u>Data:</u> Desconhecida	Ponte em arco de alvenaria N.º de vãos: 1	Comprimento Total: 31,2m Largura Total: 9,3m Largura da faixa de rodagem: 7,0 m
 Ponte de Cabreiros	<u>Época:</u> Contemporânea <u>Data:</u> Desconhecida	Ponte em arco de alvenaria N.º de vãos: 1	Comprimento Total: 58,1 m Largura Total: 8,5 m Largura da faixa de rodagem: 6,6 m
 Ponte das Choças	<u>Época:</u> Contemporânea <u>Data:</u> 1850 (conjetural)	Ponte em arco de alvenaria N.º de vãos: 2	Comprimento Total: 36,8m Largura Total: 4,6m Largura da faixa de rodagem: 3,4m
 Ponte de Rio de Moinhos	<u>Época:</u> Contemporânea <u>Data:</u> Séc. VIII/XIX	Com funcionamento de laje N.º de vãos: 14	Comprimento Total: 31,4m Largura Total: 3,0 m Largura da faixa de rodagem: 2,4 m
 Ponte do Ribeiro de Cabanas	<u>Época:</u> Contemporânea <u>Data:</u> Desconhecida	Ponte em arco de alvenaria N.º de vãos: 1	Comprimento Total: 16,7m Largura Total: 6,0m Largura da faixa de rodagem: 5,3m
 Ponte de Grade	<u>Época:</u> Contemporânea <u>Data:</u> 1953	Ponte em arco de alvenaria N.º de vãos: 2	Comprimento Total: 29,1m Largura Total: 3,6m Largura da faixa de rodagem: 3,0m
 Ponte "Nova" do Couto	<u>Época:</u> Contemporânea <u>Data:</u> 1899	Ponte em arco de alvenaria N.º de vãos: 2	Comprimento Total: 35,7m Largura Total: 5,5m Largura da faixa de rodagem: 3,6m

De seguida é feita uma descrição detalhada das pontes estudadas, sendo cada uma caracterizada relativamente a: *i)* enquadramento territorial e localização; *ii)* idade e utilização; *iii)* classificação e inserção em zona especial; *iv)* dimensões gerais; e *v)* sistema estrutural e materiais.

6.1.1 Ponte do Rio Couço

Localizada na freguesia de Sistelo, a cerca de dezanove quilómetros da sede de concelho, a Ponte do Rio Couço insere-se na EM202-2 (estrada nacional desclassificada cuja tutela transitou para a Câmara Municipal a 16/03/1993), com orientação W-E. Em ambiente tipicamente rural, a travessia sobre o Rio Couço, garante o acesso aos lugares de Igreja, Padrão e Porta Cova (Figura 6.2).

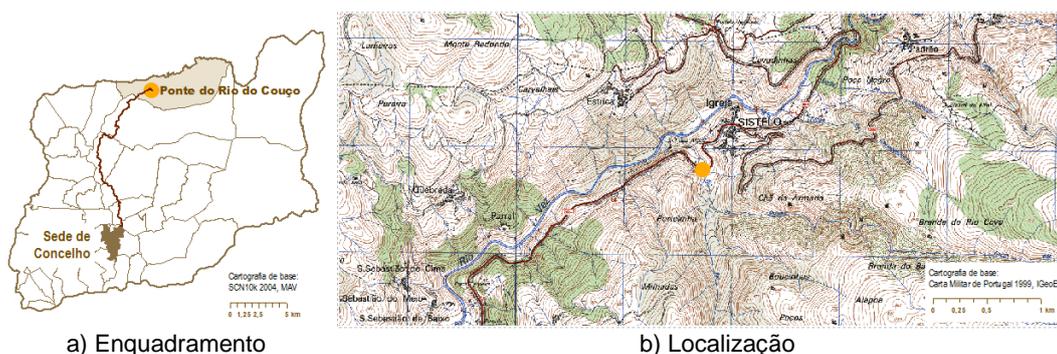


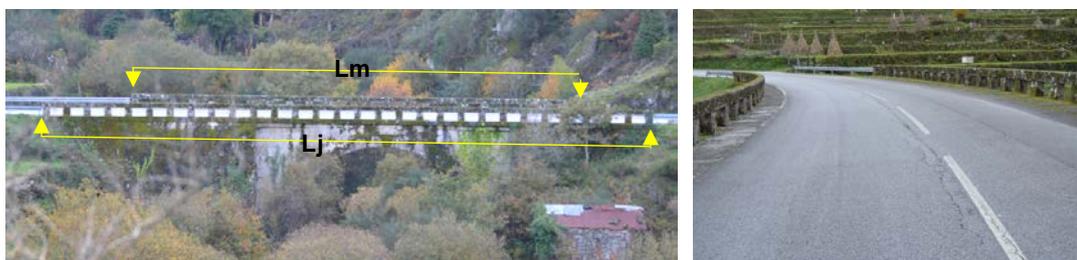
Figura 6.2 - Ponte do Rio Couço: enquadramento e localização.

A ponte, construída na época contemporânea, recebe trânsito rodoviário nos dois sentidos, numa única faixa de rodagem. O desvio em caso de fecho é de cerca de cinquenta e nove quilómetros, com acesso através do município vizinho de Monção (ver Apêndice D).

Apesar de não ser uma ponte classificada pela DGPC, nem estar referenciada no SIPA, insere-se na Paisagem Cultural de Sistelo, que se encontra em vias de classificação. Encontra-se ainda, inserida em RN2000 no Sítio de Importância Comunitária (SIC) da Peneda/Gerês e na Zona de Proteção Especial (ZPE) da Serra do Gerês, e abrangida pela zona de influência de falhas com atividade neotectónica, designadamente a falha de Arcos de Valdevez.

De tabuleiro plano e perfil planimétrico curvo, a ponte exhibe desenvolvimentos distintos a montante e a jusante. A montante, a face convexa tem uma extensão (L_m) de 26,7m, e a jusante (L_j), a face côncava tem 35,7m (Figura 6.3a). Assim, para o

comprimento total considerou-se um valor médio de 31,2m. A largura total de 9,3m engloba a faixa de rodagem com 7,0m e passeios com 0,9m (Figura 6.3b).



a) Comprimento total
b) Faixa de rodagem
Figura 6.3 - Ponte do Rio Couço: comprimento total e faixa de rodagem.

Composta por cantaria de granito com aparelho e fiadas regulares, a ponte em arco de volta inteira (Figura 6.4a, b) possui uma cornija de secção variável que se desenvolve na zona dos tímpanos e por cima do arco, entre os muros de avenida (Figura 6.4c).



a) Arco a montante
b) Arco a jusante
c) Cornija
Figura 6.4 - Ponte do Rio Couço: arco e cornija.

Os passeios são constituídos por lajes em granito de forma regular, com projeção para fora do plano (Figura 6.5a). Os guarda-corpos, com 0,25m de largura, são compostos por blocos de forma paralelepípedica e encimados por lajes retangulares de granito. A montante, o guarda-corpos apresenta, na face exterior, uma placa com identificação do rio (Figura 6.5b).



a) Passeios
b) Guarda-corpos
Figura 6.5 - Ponte do Rio Couço: passeios e guarda-corpos.

6.1.2 Ponte de Cabreiros

A Ponte de Cabreiros localiza-se na freguesia de Cabreiro, a cerca de treze quilómetros da sede de concelho, em ambiente rural. Integrada em estrada nacional desclassificada cuja tutela transitou para o município a 16/03/1993, a EM202-2, serve de travessia ao Rio Cabreiro, com orientação SE-NW (Figura 6.6).

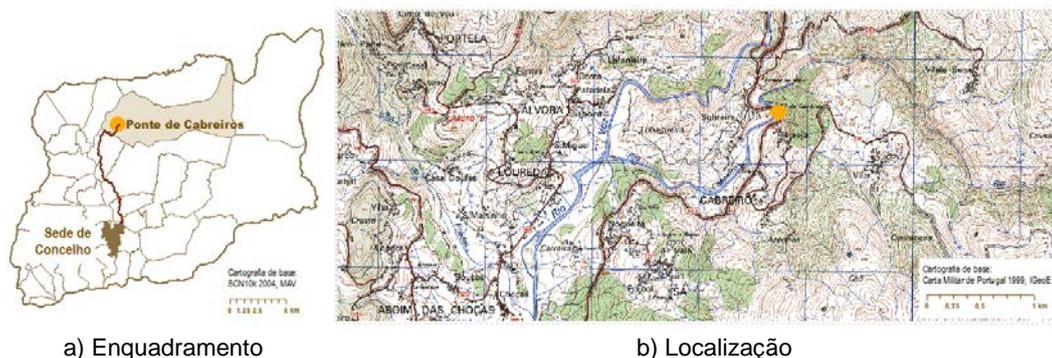


Figura 6.6 - Ponte de Cabreiros: enquadramento e localização.

Construída na época contemporânea, a ponte encontra-se em funcionamento, com trânsito rodoviário em circulação nos dois sentidos, numa única faixa de rodagem. O fecho da estrutura implica um desvio de cerca de sessenta e dois quilómetros e, tal como para a Ponte do Rio Couço, implica a utilização da rede viária do município vizinho de Monção (ver Apêndice D).

A Ponte de Cabreiros não possui classificação da DGPC, nem se encontra referenciada no SIPA. Porém, relativamente ao enquadramento em zonas especiais, refira-se que esta ponte se encontra abrangida pela RN2000, designadamente pelos SIC's da Peneda/Gerês e do Rio Lima, e pela ZPE da Serra do Gerês.

A estrutura e a via que lhe sobrepõe apresentam um desenvolvimento planimétrico inicialmente curvo, seguido de uma reta no sentido SE-NW (Figura 6.7a), com uma extensão total de 58,1m e desenvolvimento altimétrico plano. Com uma largura total de 8,5m, possui uma faixa de rodagem com 6,6m em revestimento betuminoso. A faixa de rodagem é ladeada por bermas com largura média de 0,65m a montante e 0,45m a jusante (Figura 6.7). No tabuleiro da ponte existem vários elementos de sinalização, designadamente sinalização rodoviária nos extremos e bermas (Figura 6.7b).



a) Sentido SE-NW

b) Sentido NW-SE

Figura 6.7 - Ponte de Cabreiros: faixa de rodagem.

A ponte é constituída por vão único em arco de volta inteira, ladeado tanto a montante (Figura 6.8a) como a jusante (Figura 6.8b) por contrafortes de secção retangular. Com paramentos em cantaria de granito regular, os muros, encontros, tímpanos e molduras do arco apresentam acabamento almofadado, enquanto o intradorso do arco tem acabamento de superfície plana. A fiada de aduelas de saimel é composta por elementos que se projetam para fora do plano de forma intercalada (Figura 6.8c).



a) Arco e contraforte a montante

b) Arco e contrafortes a jusante

c) Aduelas de saimel

Figura 6.8 - Ponte de Cabreiros: arco, contrafortes e encontros.

O remate do bordo do tabuleiro é constituído por cornijas em blocos de granito, de secção retangular (Figura 6.9a). Os guarda-corpos com 0,4m de largura, constituídos por blocos de granito, possuem duas saliências em cada um dos lados, em zona coincidente com os contrafortes (Figura 6.9b). O guarda-corpos a jusante recebe, através de fixação mecânica, placa em ferro com a identificação do curso de água (Figura 6.9c).



a) Cornija

b) Guarda-corpos

c) Sinalização

Figura 6.9 - Ponte de Cabreiros: cornijas e guarda-corpos

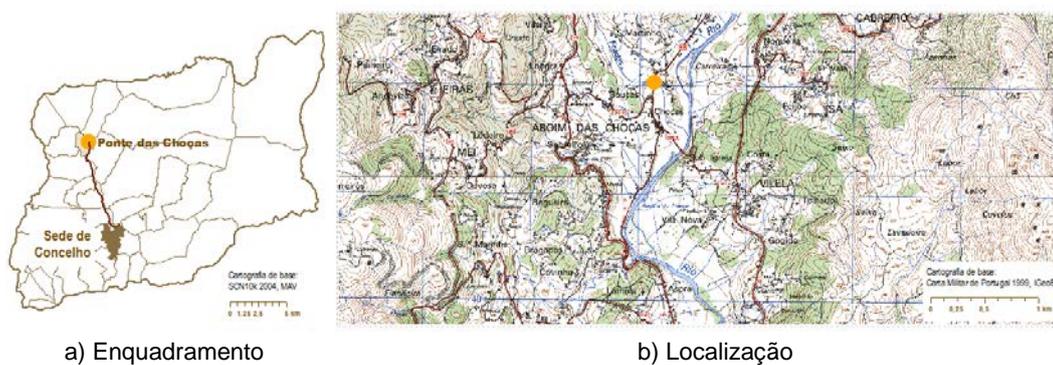
A jusante é visível o atravessamento de tubagens em polietileno, fixas por meios mecânicos aos muros e suspensas por cabos de aço no arco (Figura 6.10). Estas tubagens não integram o sistema público de distribuição de água, sendo a sua instalação de iniciativa privada.



Figura 6.10 - Ponte de Cabreiros: tubagens apoiadas na ponte.

6.1.3 Ponte das Choças

A Ponte das Choças localiza-se em ambiente rural, a cerca de dez quilómetros da sede de concelho, no lugar das Choças, na união de freguesias de Alvora e Loureda. O acesso à ponte é feito através da EM505, com orientação S-N, e serve de travessia ao Ribeiro de Frades (Figura 6.11).



a) Enquadramento

b) Localização

Figura 6.11 - Ponte das Choças: enquadramento e localização.

A ponte encontra-se em funcionamento e recebe tráfego rodoviário de veículos automóveis ligeiros e pesados, que circulam numa só faixa de rodagem, nos dois sentidos de forma alternada. O fecho da estrutura implica um desvio de cerca de catorze quilómetros (ver Apêndice D).

Construída na época contemporânea, em meados do século XIX, possivelmente em 1850, a ponte em arco de alvenaria de pedra não se encontra classificada pela

DGPC, nem referenciada no SIPA. Insere-se na RN2000 em SIC do Rio Lima e na proximidade da zona de influência da falha com atividade neotectónica de Arcos de Valdevez.

Para a Ponte das Choças foi possível identificar o histórico de intervenções a que foi sujeita nos últimos anos. O histórico de intervenções foi realizado com base em testemunhos de intervenientes na gestão da rede rodoviária municipal e documentos de arquivo da Câmara Municipal:

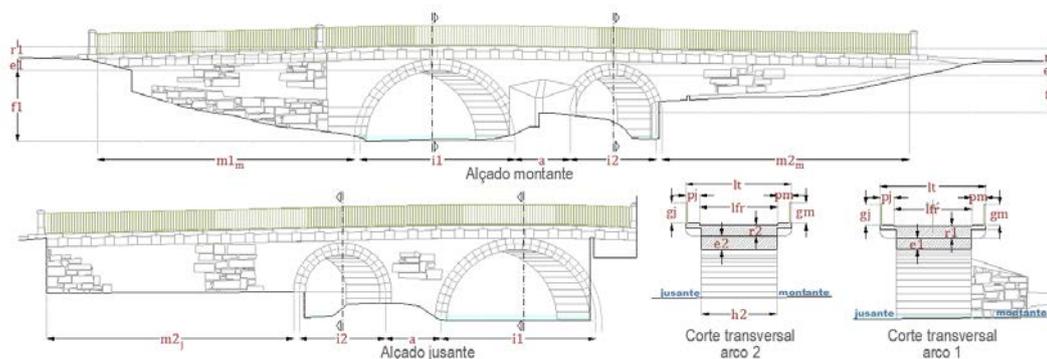
- Entre 1985 e 1986, de acordo com testemunho do responsável pela gestão da rede viária municipal (entre 1980 e 2009), foram feitas obras de reparação, na sequência de um acidente ocorrido na ponte. O acidente decorreu do embate na ponte de um camião com dimensões excessivas, que provocou a queda do guarda-corpos. As obras de reparação incluíram: *i)* reposição do guarda-corpos e de algumas lajes dos passeios; *ii)* substituição das argamassas de preenchimento das juntas; e *iii)* reparação do pavimento com betuminoso a frio;
- Em 2011, na sequência de um pedido efetuado pela junta de freguesia de Alvora, a ponte foi alvo de uma inspeção visual realizada por técnicos municipais. No relatório apresentado foram descritas as seguintes anomalias: *i)* degradação do pavimento do tabuleiro da ponte com exposição dos agregados e armaduras; *ii)* oxidação das armaduras expostas; *iii)* degradação das camadas de reparação anteriores, em pavimento betuminoso; *iv)* deformação dos passeios; e *v)* guarda-corpos metálicos, em mau estado de conservação e com empenos;
- Em 2015 os Serviços de Conservação da Rede Viária do município realizaram uma limpeza da vegetação da ponte e envolvente, para realização de levantamento topográfico.

A Ponte das Choças apresenta hoje um revestimento do tabuleiro em betão armado, pelo que, para além das intervenções acima referidas, deve ser ainda registado que, em data desconhecida, o revestimento original do tabuleiro, do qual se desconhece a constituição, terá sido substituído pelo atual revestimento.

As principais dimensões dos diversos elementos constituintes da ponte foram recolhidas através do levantamento topográfico da ponte disponibilizado pela Câmara Municipal, e encontram-se sintetizadas na Tabela 6.2.

Tabela 6.2 - Ponte das Choças: dimensões principais.

Componente	Elemento	Valor [m]
Dimensões globais	L_t – Comprimento total	36,75
	l_t – Largura total	4,56
	l_{rr} – Largura média da faixa de rodagem	3,36
Muros	$m1_m$ – Comprimento do muro de avenida (1) a montante	11,05
	$m2_m$ – Comprimento do muro de avenida (2) a montante	10,63
	$m1_j$ – Comprimento do muro de avenida (2) a jusante	10,63
Encontros	h_1 – Largura do hasteal do arco (1)	3,24
	h_2 – Largura do hasteal do arco (2)	3,24
Pilar	a – Largura do apoio intermédio	2,39
	i_1 – Imposta do arco (1)	6,66
Arcos	i_2 – Imposta do arco (2)	3,70
	f_1 – Flecha do arco (1)	3,08
	f_2 – Flecha do arco (2)	1,60
	e_1 – Largura da moldura do arco (1)	0,50
	e_2 – Largura da moldura do arco (2)	0,50
	r_1 – Recobrimento do arco (1)	0,53
	r_2 – Recobrimento do arco (2)	0,64
	Guarda-corpos	g_m – Altura do guarda-corpos a montante
g_j – Altura do guarda-corpos a jusante		0,90
Passeios	p_m – Largura média do passeio a montante	0,59
	p_j – Largura média do passeio a jusante	0,65



A ponte, construída em alvenaria de blocos irregulares de granito, tem juntas preenchidas por argamassa de base cimentícia. É constituída por dois arcos assimétricos de volta inteira, com apoio intermédio (Figura 6.12a) reforçado a montante por um quebramar de forma triangular (Figura 6.12b). O arco maior (Figura 6.12c, d) encontra-se sobre o Ribeiro de Frades, e o arco menor (Figura 6.12e, f) sobre a levada que abastece o moinho existente na margem direita, a montante da ponte. A montante, a ponte recebe uma tubagem em polietileno, com fixação mecânica aos paramentos através de gatos metálicos (Figura 6.12b, c, e). Esta tubagem não integra o sistema público de distribuição de água sendo a sua instalação de iniciativa privada.

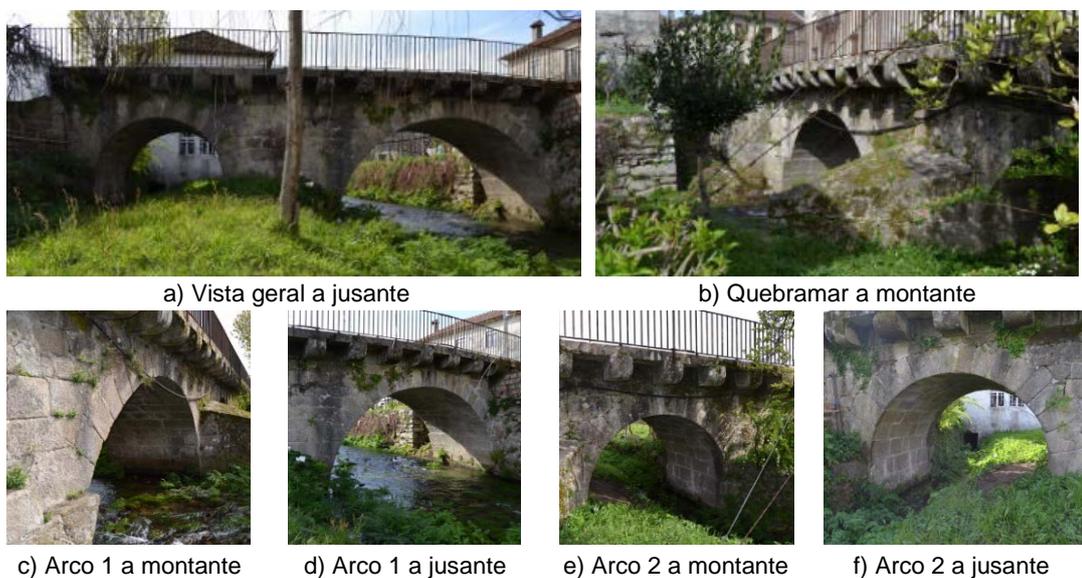


Figura 6.12 - Ponte das Choças: arcos e quebramar.

A face superior do tabuleiro apresenta um perfil longitudinal em cavalete pouco acentuado com inclinação de 3,4% no sentido norte-sul e 2,2% no sentido sul-norte. O revestimento da via é constituído por uma laje em betão armado sem revestimento adicional (Figura 6.13a), subdividida por juntas construtivas em quatro tramos. Em zona coincidente com o muro sul a jusante, o tabuleiro possui um bueiro para escoamento das águas pluviais (Figura 6.13b). Os passeios são compostos por lajes de granito em consola, apoiadas em cachorros do mesmo material (Figura 6.13a, c).

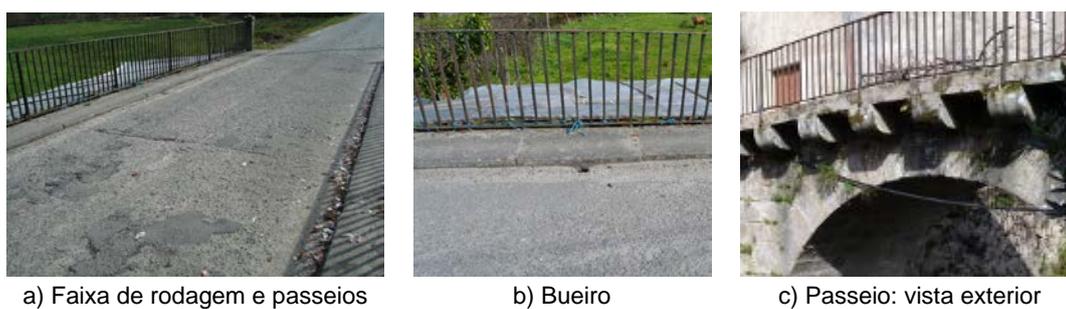


Figura 6.13 - Ponte das Choças: faixa de rodagem e passeios.

Os guarda-corpos metálicos são constituídos por elementos superiores (corrimão) e elementos de apoio de secção retangular ($5 \times 1\text{cm}^2$), barretas de secção quadrada ($2 \times 2\text{cm}^2$), com afastamento de onze centímetros e prumos de secção igual às barretas, afastados entre si dois metros (Figura 6.14a). A ligação do guarda-corpos à ponte é feita através da fixação mecânica nos extremos a pilaretes em alvenaria de granito (Figura 6.14b), complementada pela fixação mecânica dos prumos à face

exterior dos cachorros, e dos elementos de apoio às lajes do passeio, a cada cinquenta centímetros (Figura 6.14c).

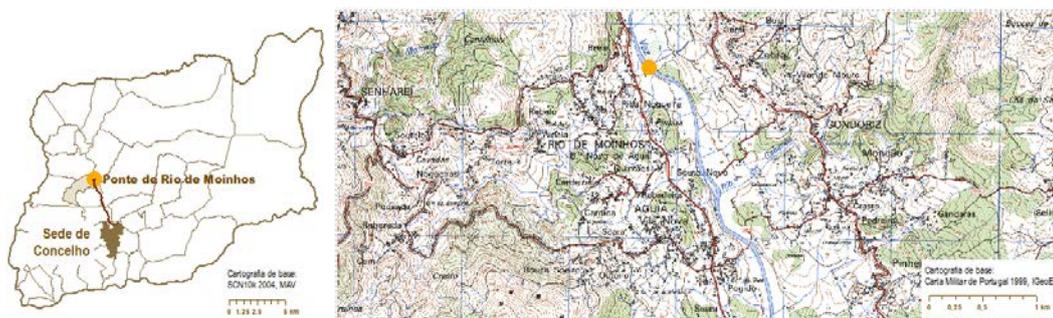


a) Elementos do guarda-corpos b) Fixação nos extremos c) Fixações intermédias

Figura 6.14 - Ponte das Choças: guarda-corpos.

6.1.4 Ponte de Rio de Moinhos

Localizada a seis quilómetros da sede de concelho em ambiente rural, a Ponte de Rio de Moinhos, com orientação SW-NE, assegura a ligação sobre o Rio Vez entre as freguesias de Rio de Moinhos, na margem direita, e união de freguesias de Vilela, São Cosme e São Damião e Sá, na margem esquerda. O acesso à ponte é feito através da EN101 na margem esquerda e EM202-2 na margem direita, com ligação entre as duas vias através do CM1298 (Figura 6.15).



a) Enquadramento

b) Localização

Figura 6.15 - Ponte de Rio de Moinhos: enquadramento e localização.

Construída na época contemporânea, entre finais do século XVIII e inícios do século XIX, sofreu obras de reabilitação e reforço durante o século XX. Atualmente recebe trânsito rodoviário em ambos os sentidos de forma alternada. O fecho da estrutura implica um desvio de cerca de sete quilómetros (ver Apêndice D).

Não se encontra classificada pela DGPC, mas o SIPA identifica-a no seu inventário. Tratando-se de uma travessia sobre o Rio Vez, encontra-se abrangida pelo SIC do Rio Lima da RN2000, e pela zona de influência de falha com atividade neotectónica de Arcos de Valdevez.

Com desenvolvimento planimétrico reto e tabuleiro horizontal, tem um comprimento total de 31,4m. A largura total de 3,0m incorpora uma faixa de rodagem de dimensões reduzidas, ou seja 2,40m, ladeada por guardas com 0,30m de largura. O tabuleiro estreito é composto por lajetas de granito de forma irregular e recebe sinalização rodoviária nas extremidades (Figura 6.16a, b). As guardas laterais com cerca de 10cm de altura (Figura 6.16c) foram reabilitadas junto à margem direita, sendo introduzidos novos elementos a montante (Figura 6.16d) e reforço com gatos de ferro a jusante (Figura 6.16e).



Figura 6.16 - Ponte de Rio de Moinhos: tabuleiro e guardas.

O tabuleiro apoia em treze pilares constituídos por silhares de granito (Figura 6.17a) que apresentam quebramar de forma triangular a montante (Figura 6.17b) e reforço a jusante dos primeiros oito pilares na direção SW-NE, com blocos de alvenaria (Figura 6.17c) que se apoiam em lajes de granito colocadas no leito do rio.



Figura 6.17 - Ponte de Rio de Moinhos: pilares.

6.1.5 Ponte do Ribeiro de Cabanas

A Ponte do Ribeiro de Cabanas localiza-se na freguesia de Gondoriz a cerca de cinco quilómetros da sede do concelho em ambiente rural. A travessia sobre o Ribeiro de Cabanas, com orientação SE-NW, serve a ligação dos lugares de Mondão e Zebra, através da EM202-2, uma estrada nacional desclassificada cuja tutela transitou para o município a 16/03/1993 (Figura 6.18).

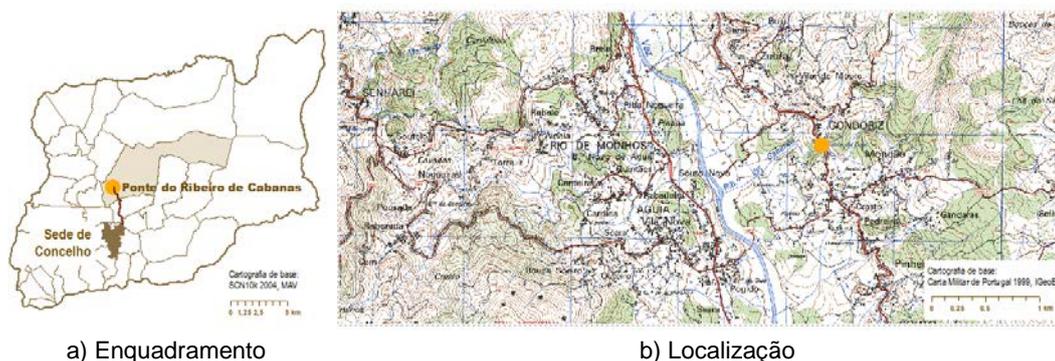


Figura 6.18 - Ponte do Ribeiro de Cabanas: enquadramento e localização.

Com dois sentidos de circulação numa só faixa de rodagem, a ponte construída na época contemporânea encontra-se em funcionamento. O fecho da estrutura implica um desvio de cerca de oito quilómetros (ver Apêndice D).

Tal como a maioria das pontes estudadas, não se encontra classificada pela DGPC nem identificada no SIPA. Relativamente a enquadramento em zona especial, é de referir que esta ponte não se encontra abrangida por RN2000, nem por zona de influência de falha com atividade neotectónica.

A estrutura apresenta um comprimento e largura totais, de 16,7m e 6,0m, respetivamente. O tabuleiro com remate de bordo em cornija de alvenaria de pedra, com acabamento ornamental (Figura 6.19a) recebe na sua face superior uma faixa de rodagem revestida a betuminoso com largura de 5,30m, não existindo zona reservada a circulação pedonal (Figura 6.19b).



Figura 6.19 - Ponte do Ribeiro de Cabanas: cornija e faixa de rodagem.

Construída em alvenaria, apresenta aparelho e fiadas regulares no intradorso do arco e encontros, e cantaria de forma irregular nos restantes paramentos. A ponte é constituída por vão único com arco de volta inteira (Figura 6.20a). As molduras do arco são constituídas por aduelas de largura regular (Figura 6.20b). Os encontros têm, na continuidade das molduras do arco, remate com elementos retangulares de largura variável (Figura 6.20c).



a) Arco a montante

b) Moldura do arco

c) Encontro

Figura 6.20 - Ponte do Ribeiro de Cabanas: arco e encontros.

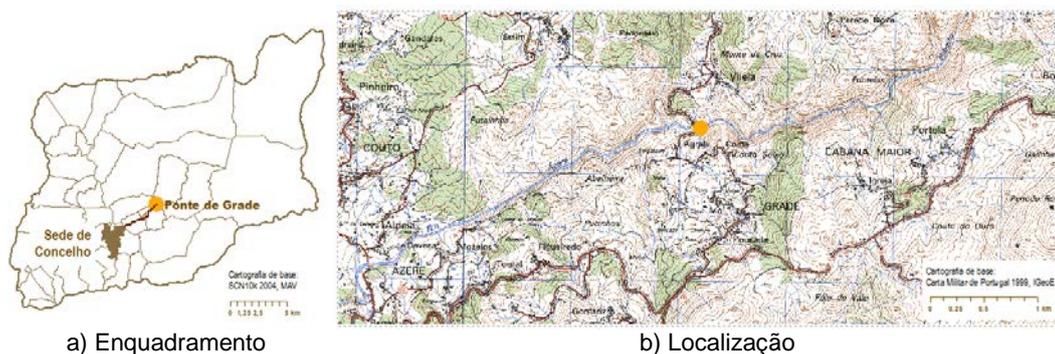
Os guarda-corpos, constituídos por lajes de granito com 0,33m de espessura, tem remate superior triangular (Figura 6.21).



Figura 6.21 - Ponte do Ribeiro de Cabanas: guarda-corpos.

6.1.6 Ponte de Grade

A Ponte de Grade, situada em ambiente rural, a cerca de seis quilómetros da sede de concelho, na união de freguesias de Grade e Carralcova, serve de travessia ao Rio Ázere, com orientação SE-SW (Figura 6.22). O acesso à ponte é feito através do CM1325, em rampa com inclinação de 12% a SE e 15% a SW.



a) Enquadramento

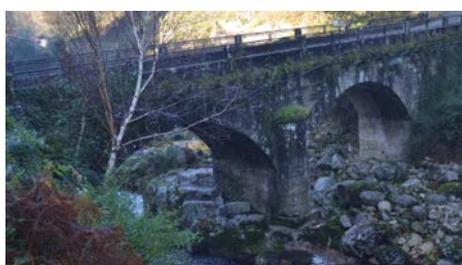
b) Localização

Figura 6.22 - Ponte de Grade: enquadramento e localização.

Construída na época contemporânea, em 1953, recebe circulação de trânsito rodoviário nos dois sentidos, de forma alternada. O desvio em caso de fecho é de cerca de vinte quilómetros (ver Apêndice D).

Não possui proteção ao nível do património cultural nem se encontra inventariada pelo SIPA. No que respeita à inserção em zona especial, refira-se a abrangência do SIC do Rio Lima, da RN2000.

Os paramentos são compostos por alvenaria de aparelho regular. Os dois arcos segmentais apoiam num pilar central reforçado com quebramares semicirculares a montante e jusante (Figura 6.23).



a) Vista a montante



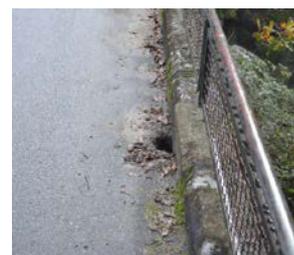
b) Vista a jusante

Figura 6.23 - Ponte de Grade: arcos, pilar, quebramares e muros.

A faixa de rodagem com revestimento betuminoso recebe sinalização rodoviária nos extremos (Figura 6.24a). A drenagem da face superior do tabuleiro é assegurada por bueiros localizados a montante e jusante junto aos guarda-corpos (Figura 6.24b).



a) Revestimento e sinalização



b) Bueiros

Figura 6.24 - Ponte de Grade: faixa de rodagem.

O remate do bordo do tabuleiro é constituído por cornijas em blocos de granito, com acabamento ornamental. A cornija a montante serve de apoio à fixação de tubagens em polietileno, que não fazem parte do sistema público de distribuição de água (Figura 6.25a), sendo a sua instalação de iniciativa privada. Os guarda-corpos são compostos por blocos de granito encimados por gradeamento metálico, travado horizontalmente por elementos verticais de granito de forma quadrangular, com os cantos e topo chanfrados. A montante o guarda-corpos recebe uma placa identificativa do curso de água atravessado pela ponte (Figura 6.25b).



a) Cornija

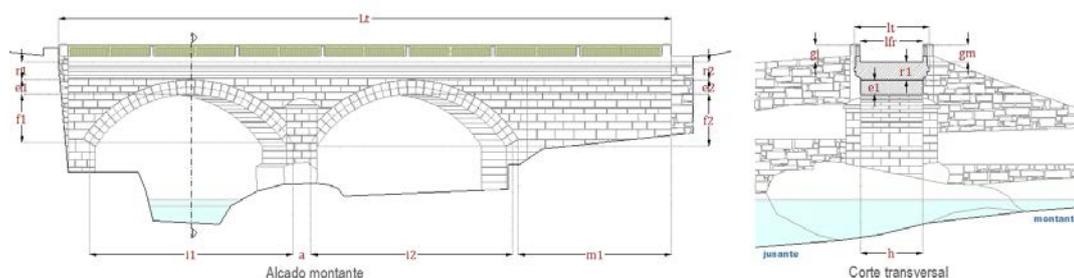
b) Guarda-corpos

Figura 6.25 - Ponte de Grade: cornija e guarda-corpos.

As dimensões principais dos diversos elementos da ponte encontram-se sintetizadas na Tabela 6.3, e foram determinados com base num levantamento topográfico.

Tabela 6.3 - Ponte de Grade: dimensões principais.

Componente	Elemento	Valor [m]
Dimensões globais	L_t – Comprimento total	29,09
	l_t – Largura total	3,56
	l_r – Largura média da faixa de rodagem	3,00
Muros	$m1_m$ – Comprimento do muro de avenida 1 a montante	7,26
	$m1_j$ – Comprimento do muro de avenida 1 a jusante	7,26
Encontros	h – Largura do hastéal	2,94
Apoios Intermédios	a – Largura do apoio intermédio	0,86
Tabuleiro: arcos	i_1 – Imposta do arco 1	9,66
	i_2 – Imposta do arco 2	9,56
	f_1 – Flecha do arco 1	2,31
	f_2 – Flecha do arco 2	2,49
	e_1 – Largura da moldura do 1	0,67
	e_2 – Largura da moldura do 2	0,67
	r_1 – Recobrimento do arco 1	0,85
	r_2 – Recobrimento do arco 2	0,85
Guarda-corpos	g_m – Altura do guarda-corpos a montante	0,81
	g_j – Altura do guarda-corpos a jusante	0,81



6.1.7 Ponte “Nova” do Couto

Inserida em ambiente rural e localizada a cerca de um quilómetro da sede de concelho, a Ponte “Nova” do Couto integra a EM202-2 (estrada nacional desclassificada cuja tutela transitou para a Câmara Municipal a 16/03/1993), com orientação S-N. A travessia sobre o Rio Ázere interliga as freguesias do Couto na margem direita e de Ázere na margem esquerda (Figura 6.26).

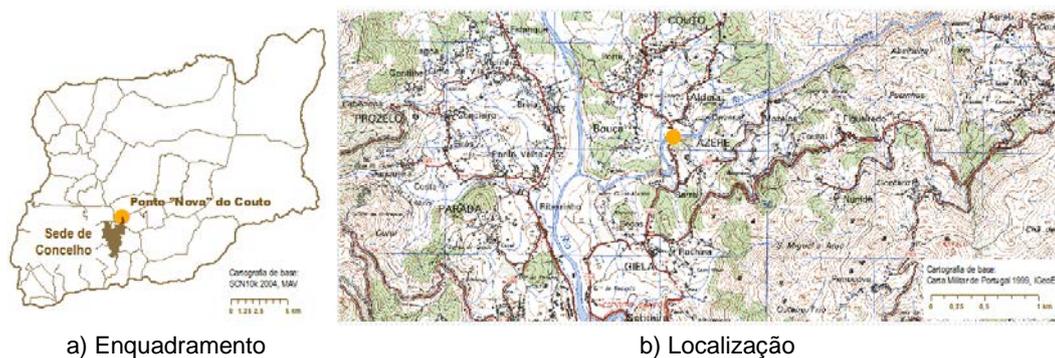


Figura 6.26 - Ponte “Nova” do Couto: enquadramento e localização.

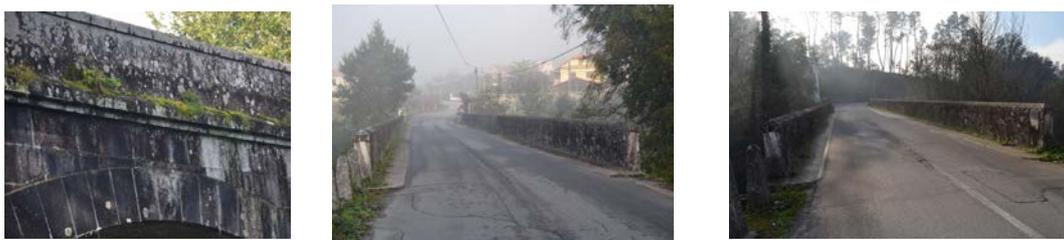
Construída na época contemporânea, em 1899 (Figura 6.27), encontra-se em funcionamento, com circulação rodoviária, numa única faixa de rodagem, nos dois sentidos, de forma alternada. O desvio em caso de fecho implica a realização de um trajeto de cerca de quatro quilómetros (ver Apêndice D).



Figura 6.27 - Ponte “Nova” do Couto: inscrição com data de construção.

Não tendo classificação da DGPC, nem estando inventariada pelo SIPA, encontra-se abrangida pela RN2000, designadamente o SIC do Rio Lima.

Com desenvolvimento em reta horizontal, a ponte tem comprimento de 35,7m. A largura máxima do tabuleiro é de 5,50m e o seu bordo recebe um remate em cornijas em alvenaria de granito, com acabamento ornamental (Figura 6.28a). A faixa de rodagem com 3,60m encontra-se revestida com pavimento betuminoso (Figura 6.28b, c).



a) Cornija b) Faixa de rodagem, sentido S-N c) Faixa de rodagem, sentido N-S

Figura 6.28 - Ponte "Nova" do Couto: cornija e faixa de rodagem

Os passeios, com 0,65m de largura, são constituídos por lajes de granito (Figura 6.29a, b). Os guarda-corpos com 0,30m de largura são em blocos de granito com remate superior de forma triangular (Figura 6.29c).



a) Passeio a jusante b) Passeio a montante c) Guarda-corpos

Figura 6.29 - Ponte "Nova" do Couto: passeios e guarda-corpos.

Os paramentos são em alvenaria de aparelho e fiadas regulares. A ponte é constituída por dois arcos segmentais que se apoiam num pilar central. O apoio intermedio é reforçado a montante e jusante por quebramares semicirculares (Figura 6.30a, b). Nos paramentos a jusante, alinhados pela face inferior da cornija, são visíveis condutas do sistema público de distribuição de água e respetiva telegestão (Figura 6.30b). Nos muros de avenida existem dois arcos de volta inteira de menor dimensão (Figura 6.30c).



a) Arcos, pilar e quebramar a montante b) Arcos, pilar e quebramar a jusante c) Muros de avenida

Figura 6.30 - Ponte "Nova" do Couto: arcos, pilares, quebramares e muros.

6.2 Inspeções realizadas e anomalias identificadas

As pontes em estudo foram todas alvo de inspeção, em dezembro de 2015. Nas inspeções realizadas foram observados os diversos elementos emersos, sempre que possível com distância ao toque. No caso particular da Ponte das Choças, a inspeção foi realizada através de diversas visitas técnicas ao local, realizadas entre março e dezembro de 2015, distinguindo-se três tipos:

- Visita de reconhecimento: foi realizada uma visita prévia, com o objetivo de identificar os meios de acesso e recolher informação para a programação de medições e ensaios;
- Visita de inspeção: realizou-se uma inspeção visual da ponte, com acesso direto ao tabuleiro, encontros, arcos, tímpanos e quebramar. As fundações não foram inspecionadas. Durante a visita foram identificadas anomalias e recolhidos os elementos considerados necessários à sua caracterização; e
- Visitas de monitorização: foram realizadas três visitas, para monitorização dos testemunhos de gesso colocados na visita de inspeção.

No decorrer das inspeções realizadas foram detetadas anomalias de carácter estrutural, funcional e de durabilidade. Na Tabela 6.4 apresenta-se a síntese das anomalias identificadas em cada uma das pontes estudadas, tendo em conta estes vários grupos. A partir da análise da tabela é possível verificar que todas as pontes manifestam anomalias de durabilidade. As anomalias de carácter estrutural e as anomalias de carácter funcional só se manifestam em algumas das pontes estudadas.

Tabela 6.4 - Anomalias identificadas.

Anomalias identificadas	Pontes estudadas						
	Ponte (1)	Ponte (2)	Ponte (3)	Ponte (4)	Ponte (5)	Ponte (6)	Ponte (7)
Carácter Estrutural	Fendilhação longitudinal junto à face do arco		•				
	Escorregamento do tímpano		•				
	Perda de material de blocos no pilar				•		
	Danos em elementos de reforço de pilares				•		
	Fendilhação longitudinal na zona central da faixa de rodagem	•				•	•
	Destacamento de blocos no pavimento			•			
	Degradação de laje em betão armado			•			
	Degradação de sistemas de reforço metálicos				•		
Carácter Funcional	Corrosão em guarda-corpos metálicos		•			•	
	Abertura de juntas em guarda-corpos		•			•	•
	Deformação de guarda-corpos metálicos			•			
	Deficiente impermeabilização			•			
Durabilidade	Presença de água	•	•	•		•	•
	Vegetação	•	•	•	•	•	•
	Colonização biológica	•	•	•	•	•	•
	Eflorescências	•	•				•
	Crostas negras e filmes negros	•					•
	Argamassas cimentícias			•	•		
	Dissonância visual			•	•		•
Perda de argamassa	•		•	•		•	

(1) Ponte do Rio Couço; (2) Ponte de Cabreiros; (3) Ponte das Choças; (4) Ponte de Rio de Moinhos; (5) Ponte do Ribeiro de Cabanas; (6) Ponte de Grade; (7) Ponte "Nova" do Couto

Em seguida é feita a apresentação dos resultados das inspeções efetuadas a cada uma das pontes selecionadas para o estudo

6.2.1 Ponte do Rio Couço

No decorrer da inspeção realizada à Ponte do Rio Couço, em dezembro de 2015, foram detetadas as seguintes anomalias: *i)* fendilhação longitudinal na zona central da faixa de rodagem; *ii)* presença de água; *iii)* vegetação; *iv)* colonização biológica; *v)* eflorescências; *vi)* crostas negras e filmes negros; e *vii)* perda de argamassa.

No revestimento de via, formado por pavimento betuminoso, observou-se o desenvolvimento de fendilhação longitudinal na zona central em toda a extensão da

ponte (Figura 6.31), com abertura de fenda inferior a 2cm. As causas da fendilhação do pavimento poderão estar relacionadas com defeitos de execução da obra ou com a degradação do material, devida à circulação de veículos. Este tipo de anomalia pode promover a infiltração de água na estrutura e a transmissão irregular de cargas ao enchimento e ao arco.



Figura 6.31 - Ponte do Rio Couço: fendilhação longitudinal na zona central do pavimento.

No intradorso do arco são visíveis, de forma generalizada, manchas de humidade, escorrências e depósitos de água de tonalidade branca na superfície da alvenaria (eflorescências), sendo acompanhados por estalactites (Figura 6.32). A presença de água na estrutura devida à infiltração de águas pluviais através do pavimento, a absorção da água por capilaridade do material ou a condensação de humidade atmosférica poderão estar na base do desenvolvimento destas anomalias.



Figura 6.32 - Ponte do Rio Couço: presença de água e eflorescências.

Na Ponte do Rio Couço, a vegetação de pequeno porte e a colonização biológica encontram-se presentes em toda a estrutura, incluindo guarda-corpos, sendo mais preponderante nos paramentos a jusante orientados a norte (Figura 6.33b). Nos paramentos orientados a norte verificou-se ainda a presença de filmes negros na superfície da alvenaria (Figura 6.33). A localização numa zona de elevada pluviosidade e a orientação S-N dos paramentos resulta em que a ponte esteja sujeita

a humidade elevada, fator que contribui para o desenvolvimento de colonização biológica e consequente formação de filmes negros.



Figura 6.33 - Ponte do Rio Couço: vegetação, colonização biológica e filmes negros.

A perda de argamassa é uma anomalia presente de forma pontual, na base dos encontros em zonas em contacto com a água (Figura 6.34).



Figura 6.34 - Ponte do Rio Couço: perda de argamassa.

As anomalias detetadas na Ponte do Rio Couço são essencialmente de durabilidade, e contribuem para a degradação do material pétreo. As ações corretivas assumem assim um carácter não urgente.

Tendo por objetivo melhorar as condições de durabilidade da obra de arte, são propostas algumas intervenções de correção das anomalias detetadas:

- Revisão e/ou reparação dos sistemas de drenagem e impermeabilização;
- Reparação do revestimento do pavimento através do preenchimento das fendas com argamassas ou resinas compatíveis com os materiais existentes;
- Refechamento das juntas na base dos encontros por aplicação de argamassas compatíveis com os materiais existentes; e
- Limpeza não abrasiva, com recurso a meios mecânicos e/ou químicos compatíveis com os materiais existentes.

6.2.2 Ponte de Cabreiros

Em dezembro de 2015, na inspeção realizada à Ponte de Cabreiros detetaram-se as seguintes anomalias: *i)* abertura de juntas em guarda-corpos; *ii)* presença de água; *iii)* vegetação; *iv)* colonização biológica; e *v)* eflorescências.

No guarda-corpos a montante, na ligação da primeira saliência (coincidente com o contraforte da mesma posição) com o restante paramento, no sentido SE-NW, verificou-se a existência pontual de abertura de juntas com perda de argamassa (Figura 6.35). A abertura de juntas no guarda-corpos poderá estar relacionada com a pressão exercida pela presença generalizada de vegetação.



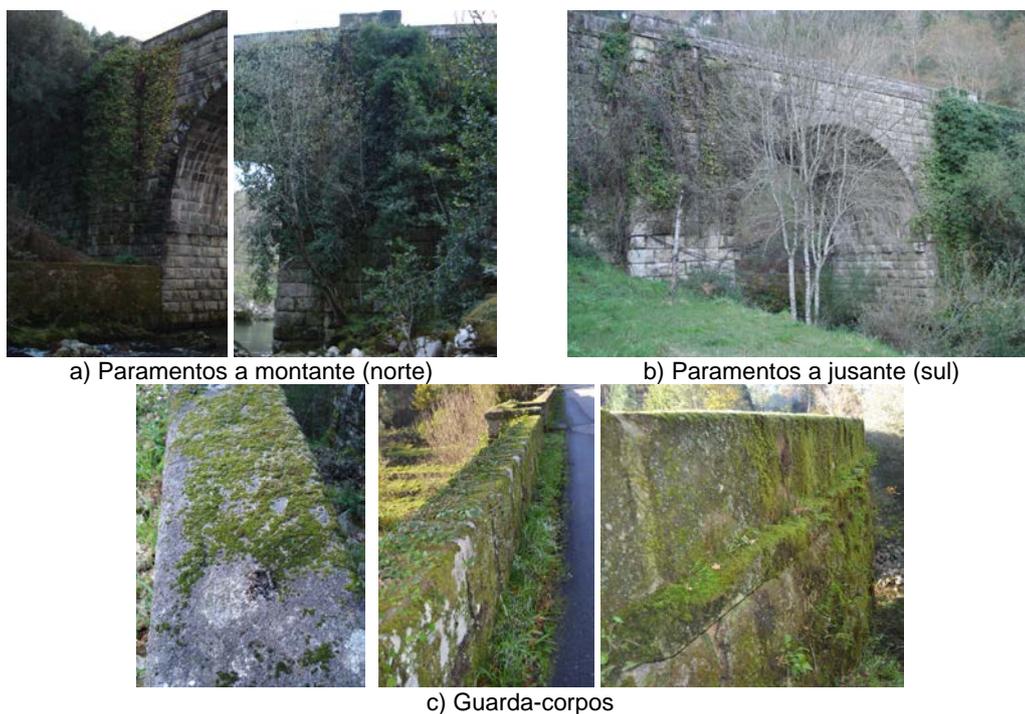
Figura 6.35 - Ponte de Cabreiros: abertura de juntas nos guarda-corpos.

O intradorso do arco manifesta sinais de presença de água na estrutura através de manchas de humidade, escorrências e depósitos de cor branca (Figura 6.36). De forma análoga à Ponte do Rio Couço, a presença de água na estrutura poderá ter origem na infiltração de águas pluviais através do pavimento ou na condensação de humidade atmosférica.



Figura 6.36 - Ponte de Cabreiros: presença de água e eflorescências.

A vegetação, musgos e líquenes encontram-se presentes de forma generalizada em todos os paramentos, com maior incidência a montante com orientação norte. Nos muros de avenida é visível o apoio de pequenas árvores na estrutura (Figura 6.37a, b). Foi ainda verificada a existência de dejetos de animais nos guarda-corpos e de depósitos de terra vegetal nas bermas (Figura 6.37c). A presença destas anomalias poderá estar relacionada com a localização de ponte em zona de elevada pluviosidade aleada à falta de manutenção.



a) Paramentos a montante (norte)

b) Paramentos a jusante (sul)

c) Guarda-corpos

Figura 6.37 - Ponte de Cabreiros: vegetação e colonização biológica.

Tal como para a Ponte do Rio Couço, dada a natureza das anomalias observadas, a necessidade de intervenção na Ponte de Cabreiros não é prioritária. A correção das anomalias deverá consistir em:

- Revisão e/ou reparação dos sistemas de drenagem e impermeabilização;

- Refechamento das juntas no guarda-corpos com argamassas compatíveis com os materiais existentes; e
- Limpeza não abrasiva, com recurso a meios mecânicos e/ou químicos compatíveis com os materiais existentes.

6.2.3 Ponte das Choças

A Ponte das Choças foi alvo de um conjunto de visitas técnicas. A visita de inspeção, realizada em março de 2015, permitiu registar as seguintes anomalias: *i)* fendilhação longitudinal junto à face do arco; *ii)* escorregamento do tímpano; *iii)* destacamento de blocos no pavimento; *iv)* degradação de laje em betão armado; *v)* corrosão em guarda-corpos metálico; *vi)* deformação de guarda-corpos metálico; *vii)* deficiente impermeabilização; *viii)* presença de água; *ix)* vegetação; *x)* colonização biológica; *xi)* argamassas cimentícias; *xii)* dissonância visual; e *xiii)* perda de argamassa.

No intradorso dos dois arcos, junto à face jusante, entre a 1.^a e 2.^a fiadas longitudinais de aduelas, foi detetada fendilhação com extensão superior a 50% da imposta dos arcos (Figura 6.38). Com a medição efetuada à fenda do arco menor verificou-se uma abertura com cerca de 2-3mm (Figura 6.38g).

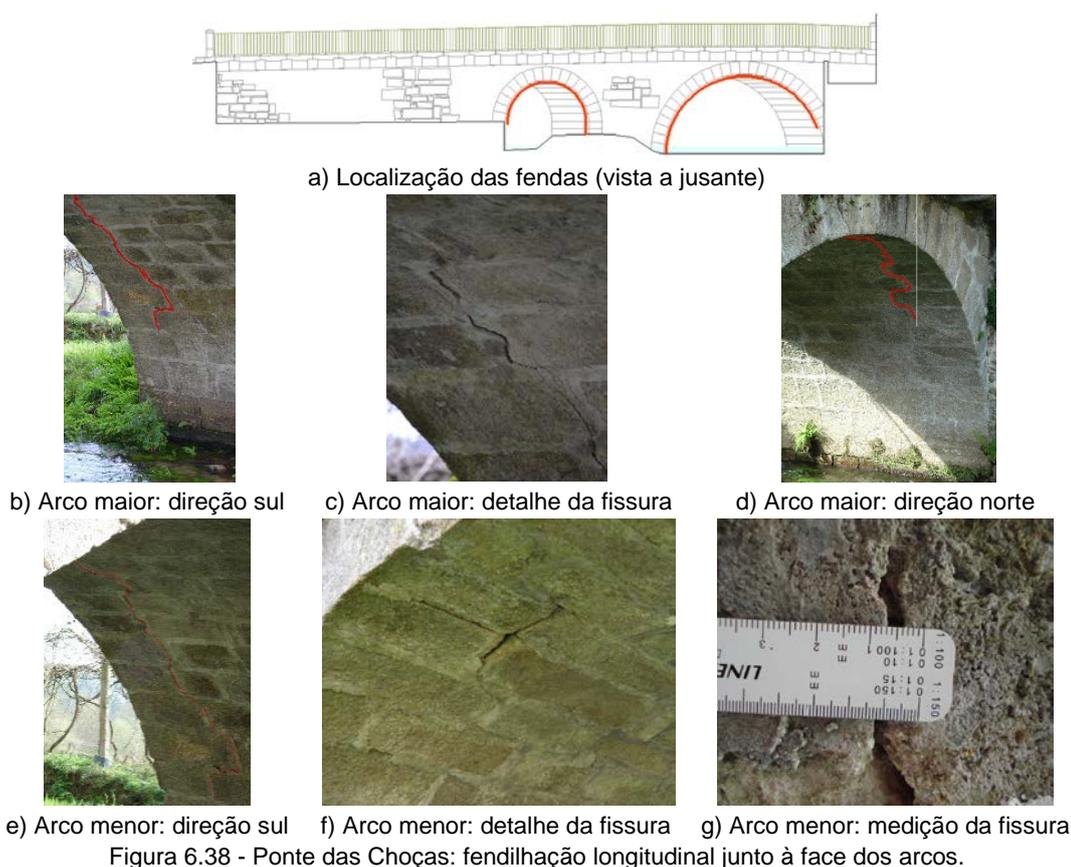


Figura 6.38 - Ponte das Choças: fendilhação longitudinal junto à face dos arcos.

Com o intuito de avaliar a estabilidade das fendas, foram colocados cinco testemunhos de gesso no intradorso do arco menor (Figura 6.39a). A avaliação à estabilidade das fendas foi feita através de três visitas ao local, sendo a última realizada, em dezembro de 2015, nove meses após a colocação dos testemunhos. Em todas as visitas verificou-se que os testemunhos de gesso aplicados não apresentam dano (Figura 6.39b).

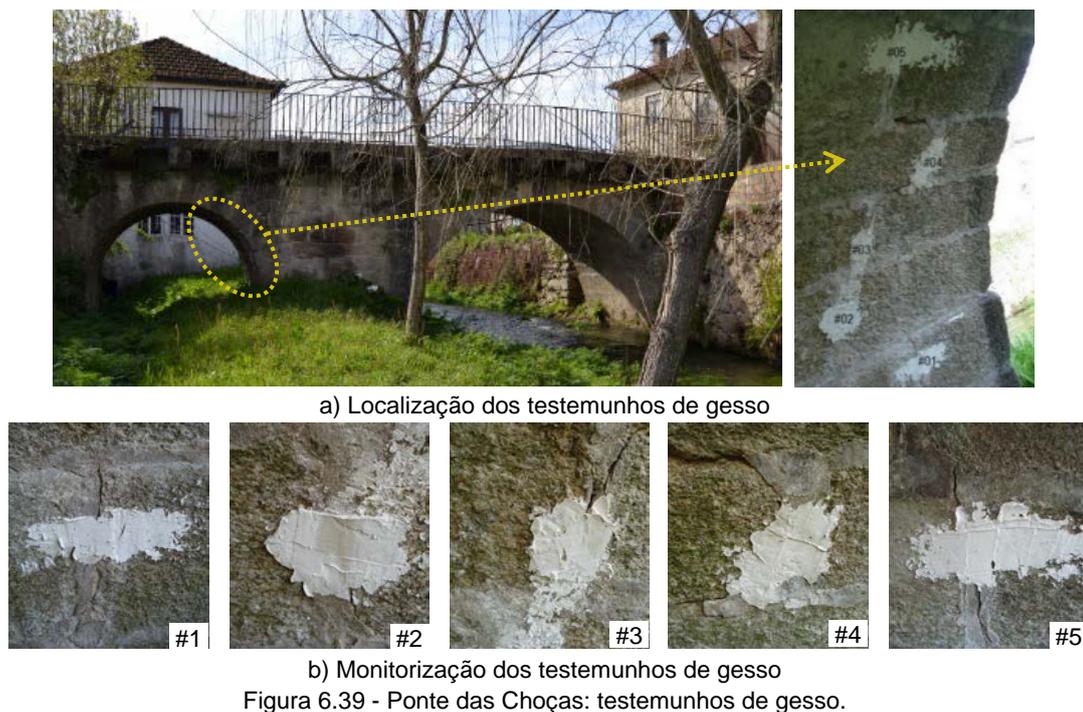


Figura 6.39 - Ponte das Choças: testemunhos de gesso.

No tímpano de jusante, é visível o escorregamento de unidades de alvenaria, com um deslocamento para fora do plano, inferior a 5cm (Figura 6.40).

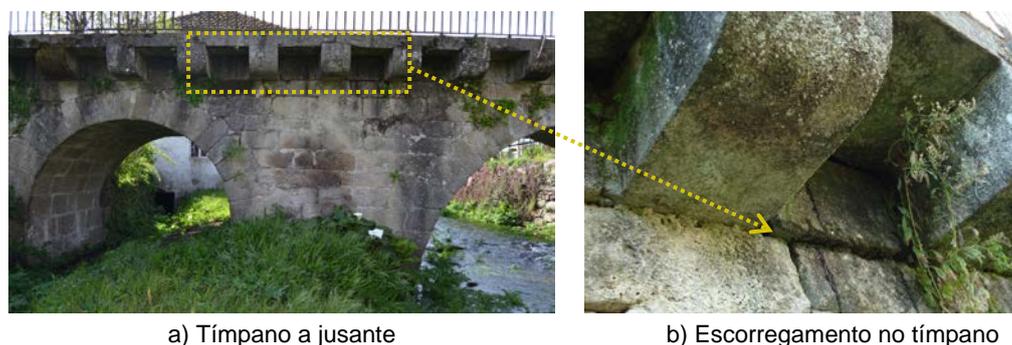


Figura 6.40 - Ponte das Choças: escorregamento do tímpano.

A Ponte das Choças foi sendo submetida ao longo do tempo a algumas obras de beneficiação e reparação (conforme se descreve no ponto 6.1.3). Deficiências na execução dos trabalhos de beneficiação e reparação, o aumento do tráfego ou deficiências nos sistemas de drenagem e impermeabilização, poderão estar a causar

a degradação do enchimento e conseqüentemente um deficiente encaminhamento das cargas para os arcos e tímpano, e a induzir um aumento de impulsos horizontais. Estas causas poderão explicar o afastamento dos paramentos da ponte a jusante, evidente na fendilhação dos arcos e no escorregamento do tímpano.

Tratando-se de anomalias de carácter estrutural, deve ser acompanhado o seu desenvolvimento, uma vez que o agravamento das mesmas poderá por em causa a estabilidade da ponte. Porém, relativamente a este aspeto, importa ter em consideração que, no período observado, não foi verificada qualquer evolução das fendas do arco menor. Ressalva-se no entanto que a fenda no arco maior, embora aparentemente de menor abertura, não foi monitorizada, por dificuldades de acesso.

O revestimento da via, constituído por uma laje de betão armado apresenta degradação generalizada da superfície. Foi observada a exposição dos agregados e armaduras com conseqüente corrosão das mesmas (Figura 6.41).



Figura 6.41 - Ponte das Choças: degradação de laje em betão armado.

Com recurso a um detetor de armadura foram efetuados oito varrimentos, para deteção de esquema de distribuição da armadura, bem como para estimar a profundidade do seu recobrimento (Figura 6.42a, b). Complementarmente, nos locais em que as armaduras se encontram expostas, também foram feitas medições do seu espaçamento e do seu recobrimento (Figura 6.43).

Os resultados das medições diretas (Figura 6.43) e do detetor de armaduras (Figura 6.42c, d) indicam um recobrimento médio entre 3 a 4cm e a existência de armadura principal com um espaçamento entre 12 a 15cm e armadura secundária com um espaçamento entre 10 e 12cm. A partir das medições efetuadas nas zonas onde a armadura está visível (Figura 6.43) suspeita-se que os varões longitudinais poderão ter 8mm de diâmetro e que os varões transversais poderão ter 6mm de diâmetro.

A degradação da laje em betão armado poderá ter origem em erros de projeto (má especificação dos materiais), deficiente execução, e/ou tipo de tráfego (circulação de veículos pesados).

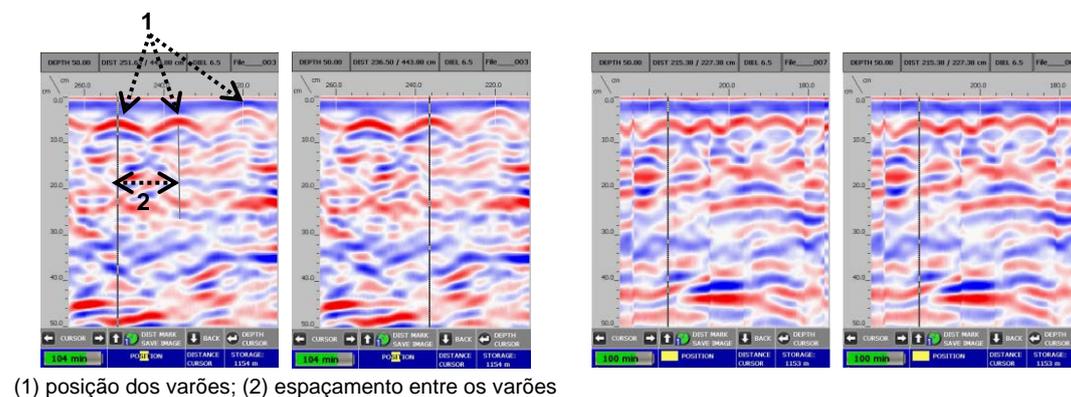


Figura 6.42 - Ponte das Choças: deteção de armaduras.



Figura 6.43 - Ponte das Choças: medição do espaçamento das armaduras e recobrimento.

Para além da degradação do revestimento da faixa de circulação automóvel, a Ponte das Choças, apresenta destacamento das lajes do passeio a jusante, no lado sul do arco menor, com uma projeção para fora do plano de cerca de 2cm (Figura 6.44).

Esta anomalia é acompanhada pela deformação do guarda-corpos, com uma projeção máxima para o exterior de cerca de 6cm ao nível da base (Figura 6.45).

O destacamento das lajes do passeio e a deformação do guarda-corpos são consistentes com o impacto acidental de um veículo.



Figura 6.44 - Ponte das Choças: destacamento de blocos no pavimento.



Figura 6.45 - Ponte das Choças: deformação nos guarda-corpos metálicos.

Para além da deformação já descrita, os guarda-corpos metálicos apresentam corrosão generalizada com destacamento de pintura (Figura 6.46a). Em alguns elementos e ligações, a corrosão encontra-se num estado mais avançado, verificando-se uma diminuição mais acentuada da secção (Figura 6.46b).



a) Corrosão generalizada



b) Perda de secção

Figura 6.46 - Pontes das Choças: corrosão em guarda-corpos metálicos.

A má especificação dos materiais metálicos e/ou do revestimento de proteção, bem como a falta de manutenção, poderão estar na origem do elevado estado de degradação verificado nos guarda-corpos metálicos.

Ao nível da impermeabilização dos pavimentos, observou-se que as anomalias no revestimento de via, detetadas nesta ponte (degradação da laje de betão armado), contribuem cumulativamente para uma deficiente impermeabilização do tabuleiro, promovendo a infiltração de água na estrutura. No intradorso dos arcos, são visíveis manchas de humidade, escorrências e depósitos de água de tonalidade verde (Figura 6.47a). A degradação do revestimento do pavimento e consequente deficiência na impermeabilização poderão estar a promover a entrada de água na estrutura.

Em janeiro de 2015, previamente à realização do levantamento dimensional, tal como referido no ponto 6.1.3, a ponte foi alvo de uma limpeza da vegetação infestante. Assim na realização da inspeção realizada em março do mesmo ano apenas foi observada a presença pontual de vegetação de pequeno porte e presença generalizada de musgos e líquenes (Figura 6.47b). O crescimento de vegetação de pequeno porte é compatível com o tempo decorrido entre a limpeza da ponte e a realização da inspeção e potenciado pelo estado de degradação do material de preenchimento das juntas. Por outro lado, a limpeza cingiu-se à remoção da vegetação de grande e médio porte, o que justifica a presença generalizada da colonização biológica (musgo e vegetação de pequeno porte).



a) Presença de água

b) Vegetação e colonização biológica

Figura 6.47 - Ponte das Choças: presença de água, vegetação e colonização biológica.

As alvenarias estão preenchidas por uma argamassa não original, de base cimentícia, resultante de trabalhos de reparação realizados na década de 80 do século XX (Figura 6.48a). Esta argamassa encontra-se em mau estado, apresentando uma fraca aderência ao suporte (Figura 6.48b). Em todos os paramentos são visíveis juntas abertas, sem material de preenchimento (Figura 6.48c).



a) Argamassa não original de base cimentícia

b) Argamassa com fraca aderência ao suporte

c) Perda de argamassa

Figura 6.48 - Ponte das Choças: perda de argamassa e argamassas cimentícias

No muro sul a jusante, existe uma estrutura composta por elementos de madeira e cobertura plástica que se apoia no muro, no passeio e guarda-corpos da ponte. Alguns elementos de madeira encontram-se cravados nas juntas do muro de avenida (Figura 6.49).



Figura 6.49 - Ponte das Choças: dissonância visual.

Face ao observado, são propostas algumas intervenções, que se consideram ser de caráter prioritário, designadamente:

- Revisão e/ou reparação dos sistemas de drenagem e impermeabilização;
- Remoção da laje em betão armado existente;
- Consolidação do enchimento com injeção de caldas à base de cal;
- Impermeabilização do tabuleiro através da aplicação de membranas impermeabilizantes sobre o enchimento;
- Reposição do pavimento original da ponte;
- Remoção de todas as argamassas cimentícias;
- Rearranjo dos blocos de alvenaria do passeio a jusante;
- Remoção de todo o material que compõe a construção não pertencente à ponte, instalada no muro sul a jusante;
- Limpeza não abrasiva, com recurso a meios mecânicos e/ou químicos compatíveis com os materiais existentes;

- Preenchimento das fendas dos arcos e refecimento das juntas, em todos os paramentos, com argamassas compatíveis com o material existente;
- Reparação dos guarda-corpos metálicos, incluindo: *i)* desempenho do guarda-corpos metálico; *ii)* limpeza dos produtos de corrosão, com recurso a meios mecânicos e/ou químicos compatíveis com as características dos materiais da ponte; *iii)* substituição dos elementos e ligações com perda de secção, com material e secção iguais aos existentes; e *iv)* aplicação de um esquema de pintura de proteção contra a corrosão.

Não obstante às ações de manutenção propostas, e tal como já mencionado, as anomalias nos arcos e tímpano, requerem um acompanhamento do seu desenvolvimento. Por outro lado é recomendável que para estes elementos seja realizada uma inspeção detalhada por técnicos especialistas e realizado um estudo minucioso para avaliar a extensão dos efeitos das anomalias na direção transversal da ponte. O resultado do estudo detalhado poderá resultar na reformulação das propostas de intervenção, podendo indicar a necessidade de uma intervenção mais profunda como, por exemplo, o atirantamento transversal dos arcos e eventualmente dos tímpanos.

6.2.4 Ponte de Rio de Moinhos

Na Ponte de Rio de Moinhos, resultado da inspeção realizada em dezembro de 2015, foram detetadas as seguintes anomalias: *i)* perda de material de blocos no pilar; *ii)* perda de elementos de reforço de pilares; *iii)* degradação de sistemas de reforço metálicos; *iv)* vegetação; *v)* colonização biológica; *vi)* argamassas cimentícias; *vii)* dissonância visual; e *viii)* perda de argamassa.

Em alguns pilares da ponte é visível a perda parcial de material dos blocos, tanto a montante como a jusante (Figura 6.50), motivada pelo desgaste do material devido à ação da água. No terceiro pilar, na direção SW-NE, verificou-se ainda a perda de elemento de reforço a jusante, encontrando-se este no leito do rio, junto ao quarto pilar (Figura 6.51). A perda do elemento de reforço do pilar poderá estar relacionada com a perda de argamassa da junta de ligação com o pilar ou com a ação do escoamento do curso de água, agravado em situações de cheia.



Figura 6.50 - Ponte de Rio de Moinhos: perda de material dos pilares.



Figura 6.51 - Ponte de Rio de Moinhos: perda de elementos de reforço de pilares.

Os reforços metálicos introduzidos nas guardas a jusante apresentam oxidação superficial, não tendo sido detetada diminuição de secção (Figura 6.52).



Figura 6.52 - Ponte de Rio de Moinhos: degradação de sistemas de reforço metálicos.

Em todos os paramentos, com maior incidência a jusante, verificou-se a presença pontual de vegetação de pequeno porte e a presença generalizada de musgos e líquenes (Figura 6.53). A presença em ambiente húmido e a falta de manutenção poderão estar na base da degradação superficial dos reforços metálicos e na presença de vegetação e colonização biológica.



Figura 6.53 - Ponte de Rio de Moinhos: vegetação e colonização biológica.

Nas juntas das lajes de pedra que compõe o tabuleiro da ponte é evidente a existência de argamassas cimentícia, provavelmente decorrente de intervenções anteriores, que se encontram em mau estado, com fraca aderência ao suporte (Figura 6.54a). Nos encontros e pilares, nas zonas em contacto com a água observou-se a perda pontual de argamassa (Figura 6.54b).



a) Argamassas cimentícias



b) Perda de argamassa

Figura 6.54 - Ponte de Rio de Moinhos: argamassas cimentícias e perda de argamassa.

Na Ponte de Rio de Moinhos foi ainda observada a introdução de novos elementos na guarda a montante, de material diferente do original (Figura 6.55), decorrente de trabalhos de reabilitação da ponte.



Figura 6.55 - Ponte de Rio de Moinhos: dissonância visual.

As anomalias detetadas na Ponte de Rio de Moinhos deverão ser alvo de reparação. No entanto, devido à natureza e extensão das anomalias, considera-se que essa reparação não se reveste de carácter urgente. A proposta de intervenção inclui:

- Reposição do elemento de reforço do pilar;
- Substituição dos elementos introduzidos na guarda a montante por elementos de secção e material idênticos aos existentes;
- Remoção de todas a argamassa cimentícias;
- Limpeza não abrasiva, com recurso a meios mecânicos e/ou químicos compatíveis com os materiais existentes;
- Reabilitação dos reforços metálicos introduzidos nas guardas a jusante, através da limpeza dos produtos de corrosão, com recurso a meios mecânicos e/ou químicos compatíveis com as características dos materiais da ponte, e posterior aplicação de um sistema de proteção contra a corrosão;
- Refechamento das juntas, em todos os paramentos, com argamassas compatíveis com o material existente.

6.2.5 Ponte do Ribeiro de Cabanas

Na Ponte do Ribeiro de Cabanas as anomalias detetadas, durante a visita de inspeção (em dezembro de 2015), foram: *i*) fendilhação longitudinal na zona central da faixa de rodagem; *ii*) presença de água; *iii*) vegetação; e *iv*) colonização biológica.

De forma análoga ao observado na Ponte do Rio Couço o pavimento betuminoso que constitui o revestimento do tabuleiro evidencia o desenvolvimento de fendilhação longitudinal na zona central em toda a extensão da ponte (Figura 6.56), com abertura de fenda inferior a 2cm. As causas das anomalias são então as mesmas que foram indicadas no ponto 6.2.1 para a Ponte do Rio Couço.

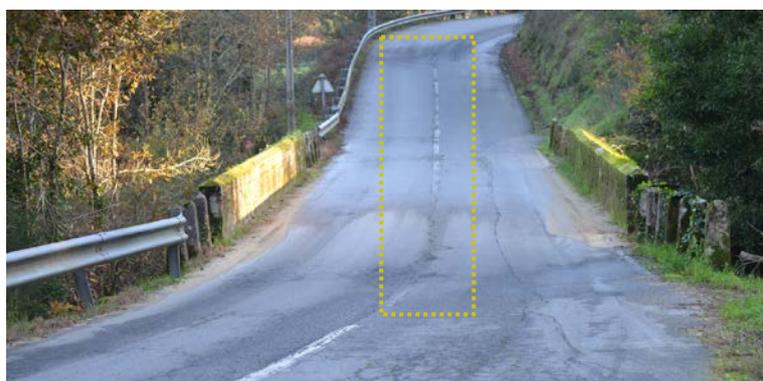


Figura 6.56 - Ponte do Ribeiro de Cabanas: fendilhação longitudinal na zona central do pavimento.

No intradorso do arco foram observadas, manchas de humidade e escorrências (Figura 6.57), possivelmente motivadas pela condensação de humidade atmosférica.



Figura 6.57 - Ponte do Ribeiro de Cabanas: presença de água.

A vegetação de pequeno porte e a colonização biológica (musgos e líquenes) encontram-se presentes em toda a estrutura (Figura 6.58a, b), incluindo guarda-corpos (Figura 6.58c). A montante existem pequenas árvores que se apoiam nos muros (Figura 6.58a) e a jusante a vegetação cobre a totalidade dos paramentos e envolvente impedindo até o acesso à ponte (Figura 6.58b).



a) Paramentos a montante



b) Paramentos a jusante



c) Guarda-corpos

Figura 6.58 - Ponte do Ribeiro de Cabanas: vegetação e colonização biológica.

As anomalias detetadas na Ponte do Ribeiro de Cabanas não são um risco direto para a segurança da ponte, considerando-se por isso de carácter não urgente. Contudo, a vegetação densa, mais evidente a jusante, impede a avaliação do estado de conservação dos muros de avenida, podendo inclusive ocultar outro tipo de anomalias. Assim, propõe-se a realização das seguintes ações de manutenção:

- Revisão e/ou reparação dos sistemas de drenagem e impermeabilização;
- Reparação do revestimento do pavimento através do preenchimento das fendas com argamassas ou resinas compatíveis com os materiais existentes;
- Limpeza não abrasiva, com recurso a meios mecânicos e/ou químicos compatíveis com os materiais existentes.
- Reinspecção dos elementos que anteriormente estavam cobertos pela vegetação.

6.2.6 Ponte de Grade

As anomalias detetadas durante a inspeção à Ponte de Grade, em dezembro de 2015, foram de cariz funcional e de durabilidade: *i)* corrosão em guarda-corpos metálicos; *ii)* abertura de juntas em guarda-corpos; *iii)* presença de água; *iv)* vegetação; *v)* colonização biológica; *vi)* crostas negras e filmes negros; e *vii)* perda de argamassa.

Em todos os guarda-copos metálicos é visível a corrosão generalizada dos elementos, com destacamento de pintura (Figura 6.59).



Figura 6.59 - Ponte de Grade: corrosão em guarda-corpos metálicos.

A montante, o guarda-corpos apresenta afastamento relativamente à base no segundo pilarete de apoio do corrimão metálico, no sentido SE. Consequentemente verifica-se o desalinhamento da ligação do corrimão que apoia nesse pilarete (Figura 6.60). Este tipo de anomalias poderá ser originada pela presença constante de humidade atmosférica e pela falta de manutenção.



Figura 6.60 - Ponte de Grade: abertura de juntas em guarda-corpos.

No intradorso dos arcos são visíveis manchas de humidade e escorrências (Figura 6.61). Todos os paramentos, principalmente os localizados a montante, apresentam presença generalizada de vegetação de pequeno porte, colonização biológica (musgos e líquenes) e filmes negros (Figura 6.62).



Figura 6.61 - Ponte de Grade: presença de água.



a) Paramentos a montante



b) Paramentos a jusante

Figura 6.62 - Ponte de Grade: vegetação, colonização biológica e filmes negros.

Na Ponte de Grade foi ainda observada a perda de argamassa (Figura 6.63). Esta anomalia surge pontualmente nos encontros e pilares.



Figura 6.63 - Ponte de Grade: perda de argamassa.

As anomalias de durabilidade detetadas (presença de água, vegetação, colonização biológica, filmes negros e perda de argamassa) poderão estar relacionadas com a inserção da ponte em ambiente de elevada humidade atmosférica e de proximidade ao curso de água.

Não se tratando de anomalias que possam por em risco a estabilidade da ponte nem a segurança dos utentes, considera-se que as intervenções corretivas não são urgentes. Não obstante deverá ser equacionada a realização das seguintes ações corretivas:

- Revisão e/ou reparação dos sistemas de drenagem e impermeabilização;
- Limpeza dos produtos de corrosão nos guarda-corpos metálicos, com recurso a meios mecânicos e/ou químicos compatíveis com as características dos materiais da ponte, e posterior aplicação de um esquema de pintura de proteção contra a corrosão;
- Limpeza não abrasiva dos elementos em alvenaria de pedra, com recurso a meios mecânicos e/ou químicos compatíveis com os materiais existentes;
- Refechamento das juntas, em todos os paramentos de alvenaria de pedra, com argamassas compatíveis com o material existente.

6.2.7 Ponte “Nova” do Couto

A Ponte “Nova” do Couto, tal como as restantes pontes estudadas, foi submetida, em dezembro de 2015, a uma inspeção visual. Nessa inspeção foram detetadas as seguintes anomalias: *i)* fendilhação longitudinal na zona central da faixa de rodagem; *ii)* abertura de juntas em guarda-corpos; *iii)* presença de água; *iv)* vegetação; *v)* colonização biológica; *vi)* eflorescências; *vii)* crostas negras e filmes negros; e *viii)* dissonância visual.

Tal como observado na Ponte do Rio Couço (ver ponto 6.2.1) e na Ponte do Ribeiro de Cabanas (ver ponto 6.2.5), a Ponte “Nova” do Couto apresenta fendilhação longitudinal na zona central em toda a extensão do revestimento do tabuleiro, constituído por pavimento betuminoso (Figura 6.64).



Figura 6.64 - Ponte “Nova” do Couto: fendilhação longitudinal na zona central da faixa de rodagem.

No guarda-corpos é visível o afastamento entre alguns blocos de alvenaria com perda de argamassa (Figura 6.65a). A montante, no lado norte, o afastamento entre o primeiro e segundo blocos de alvenaria resulta numa abertura de juntas de cerca de um centímetro (Figura 6.65b). A degradação do material de preenchimento das juntas, motivado pelo excesso de vibrações resultante do tráfego poderão ser as causas associadas a esta anomalia.



a) Abertura de juntas
b) Medição da abertura de junta
Figura 6.65 - Ponte “Nova” do Couto: abertura de juntas nos guarda-corpos.

No intradorso dos arcos foi observada a presença de manchas de humidade, escorrências e eflorescências na forma de depósitos de cor branca e estalactites (Figura 6.66). No seguimento das causas apontadas para presença destes tipos de anomalias nas outras pontes inspecionadas, considera-se que a presença de água na estrutura devida à infiltração de águas pluviais através do pavimento, à absorção da água por capilaridade do material ou à condensação de humidade atmosférica poderão estar na base do desenvolvimento destas anomalias.



Figura 6.66 - Ponte “Nova” do Couto: presença de água e eflorescências.

As causas apontadas para presença de água e de eflorescências na estrutura podem também contribuir para a proliferação de vegetação de pequeno porte, musgos e líquenes, bem como de filmes negros. Estas anomalias foram observadas em todos os paramentos da ponte, tanto a montante (Figura 6.67a) como a jusante (Figura 6.67b), incluindo guarda-corpos (Figura 6.67c)



a) Paramentos a montante b) Paramentos a jusante c) Guarda-corpos
 Figura 6.67 - Ponte "Nova" do Couto: vegetação, colonização biológica e filmes negros.

Por último, no muro sul a montante, existem pinturas com grafitis (Figura 6.68).



Figura 6.68 - Ponte "Nova" do Couto: dissonância visual.

Em linha com o já descrito para as restantes pontes estudadas, também para Ponte "Nova" do Couto, devido à natureza e extensão das anomalias existentes, as intervenções necessárias à eliminação das mesmas são de carácter não urgente. As ações de manutenção propostas são as que se seguem:

- Revisão e/ou reparação dos sistemas de drenagem e impermeabilização;
- Reparação do revestimento do pavimento através do preenchimento das fendas com argamassas ou resinas compatíveis com os materiais existentes;
- Limpeza não abrasiva, com recurso a meios mecânicos e/ou químicos compatíveis com os materiais existentes;
- Refechamento das juntas, em todos os paramentos, com argamassas compatíveis com o material existente.

6.3 Avaliação da gravidade das anomalias

Tendo por base a metodologia descrita no ponto 4.3, do Capítulo 4, a cada anomalia detetada foi atribuído: *i)* causas prováveis; *ii)* efeitos na estrutura; *iii)* parâmetros inspecionados; *iv)* fatores de agravamento; e *v)* fatores de relevância. Considerando

estes parâmetros e as anomalias existentes em cada elemento, foi determinado o estado de conservação para cada um dos elementos da ponte.

Para ilustrar o procedimento de cálculo, apresenta-se na Tabela 6.5, um extrato da folha de cálculo usada para a determinação do estado de conservação dos elementos com maior grau de importância (arcos, tímpanos, encontros, pilar, quebramar e muros) da Ponte das Choças.

Tabela 6.5 - Exemplo de determinação do estado de conservação por elemento.

el Elemento	A Anomalia	CA Causas Prováveis	E Efeito na Estrutura	Pi Parâmetros Inspeccionados	Fa Fatores de Agravamento	D Fator de Gravidade [0 - 5]	Fi Fator de Interação [1,0 - 1,5]	Fr Fator de Relevância [0% - 100%]	D * Fi * Fr [0 - 5]	ECel EC do Elemento [0 - 5]					
Arco 1	Fendilhação longitudinal, junto à face	CA05	E2	ex ≥ 50 % da imposta do arco		3	1,3	55%	2,145	3					
		CA09	E3												
	Presença de água	CD02	E1								Presença pontual	1	1	8%	0,08
	Argamassas cimentícias	CD11	E1								Presença generalizada	2	1	10%	0,2
Arco 2	Fendilhação longitudinal, junto à face	CA05	E2	ex ≥ 50 % da imposta do arco		3	1,3	55%	2,145	3					
		CA09	E3												
	Presença de água	CD02	E1								Presença pontual	1	1	8%	0,08
	Argamassas cimentícias	CD11	E1								Presença generalizada	2	1	10%	0,2
Tímpano a montante	Vegetação	CD15	E1	Presença pontual		1	1	6%	0,06	2					
	Colonização biológica	CD08	E1	Presença pontual		1	1	3%	0,03						
	Argamassas cimentícias	CD11	E1	Presença generalizada		2	1	10%	0,2						
	Perda de argamassa	CD11	E1	Presença generalizada		2	1	12%	0,24						
Tímpano a jusante	Escorregamento	CA05	E2	d < 5 cm		3	1,3	50%	1,95	3					
		CA07	E3												
	Vegetação	CD15	E1	Presença pontual		1	1	6%	0,06						
	Colonização biológica	CD08	E1	Presença pontual		1	1	3%	0,03						
	Argamassas cimentícias	CD11	E1	Presença generalizada		2	1	10%	0,2						
Perda de argamassa	CD11	E1	Presença generalizada		2	1	12%	0,24							
Encontro 1	Vegetação	CD02	E1	Presença pontual		1	1	6%	0,06	2					
	Colonização biológica	CD08	E1	Presença pontual		1	1	3%	0,03						
	Argamassas cimentícias	CD11	E1	Presença generalizada		2	1	10%	0,2						
	Perda de argamassa	CD14	E1	Presença pontual junto à LA		2	1	12%	0,24						
Encontro 2	Vegetação	CD02	E1	Presença pontual		1	1	6%	0,06	2					
	Colonização biológica	CD08	E1	Presença pontual		1	1	3%	0,03						
	Argamassas cimentícias	CD11	E1	Presença generalizada		2	1	10%	0,2						
	Perda de argamassa	CD14	E1	Presença pontual		1	1	12%	0,12						
Pilar	Presença de água	CD02	E1	Presença pontual		1	1	8%	0,08	2					
	Vegetação	CD02	E1	Presença pontual		1	1	6%	0,06						
	Colonização biológica	CD08	E1	Presença pontual		1	1	3%	0,03						
	Argamassas cimentícias	CD11	E1	Presença generalizada		2	1	10%	0,2						
	Perda de argamassa	CD14	E1	Presença pontual		1	1	12%	0,12						
Quebramar a montante	Vegetação	CD02	E1	Presença pontual		1	1	6%	0,06	2					
	Colonização biológica	CD08	E1	Presença generalizada		2	1	3%	0,06						
	Argamassas cimentícias	CD11	E1	Presença generalizada		2	1	10%	0,2						
Muro 1 a montante	Vegetação	Falta de ma	E1	Presença pontual		1	1	6%	0,06	2					
	Colonização biológica	Falta de ma	E1	Presença pontual		1	1	3%	0,03						
	Argamassas cimentícias	Intervenção	E1	Presença generalizada		2	1	10%	0,2						
	Perda de argamassa	Degradação	E1	Presença generalizada		2	1	12%	0,24						
Muro 2 a jusante	Vegetação	Falta de ma	E1	Presença pontual		1	1	6%	0,06	2					
	Colonização biológica	Falta de ma	E1	Presença pontual		1	1	3%	0,03						
	Argamassas cimentícias	Intervenção	E1	Presença generalizada		2	1	10%	0,2						
	Dissonância visual	Intervenção	E1	Presença generalizada		2	1	1%	0,02						
	Perda de argamassa	Degradação	E1	Presença generalizada		2	1	12%	0,24						

O procedimento para determinação do estado e conservação por elemento, foi repetido para todos os elementos de todas as pontes inspeccionadas. Na Tabela 6.6 apresenta-se a síntese da avaliação do estado de conservação por elemento.

Tabela 6.6 - Estado de conservação por elemento.

Anomalias identificadas	Pontes estudadas						
	Ponte (1)	Ponte (2)	Ponte (3)	Ponte (4)	Ponte (5)	Ponte (6)	Ponte (7)
Arcos	EC2	EC2	EC3	--	EC2	EC2	EC2
Tímpanos	EC1	EC1	EC3	--	EC2	EC2	EC2
Encontros	EC2	EC1	EC2	EC3	EC1	EC2	EC1
Pilares	--	--	EC2	EC2	--	EC2	EC1
Quebramares	--	--	EC2	--	--	EC2	EC2
Muros	EC2	EC3	EC2	--	EC3	EC2	EC2
Pavimento	EC2	EC1	EC2	EC2	EC2	EC0	EC2
Guardas	EC2	EC2	EC2	EC2	EC2	EC2	EC2
Equipamentos associados a intervenções	--	--	--	EC3	--	--	--
Outros equipamentos	EC0	EC0	EC3	--	EC0	EC0	EC0

(1) Ponte do Rio Couço; (2) Ponte de Cabreiros; (3) Ponte das Choças; (4) Ponte de Rio de Moinhos; (5) Ponte do Ribeiro de Cabanas; (6) Ponte de Grade; (7) Ponte "Nova" do Couto
EC0 – Excelente; EC1 – Muito Bom; EC2 – Bom; EC3 – Razoável; EC4 – Deficiente; EC5 - Mau

A Tabela 6.7 apresenta, para as várias pontes estudadas, o valor máximo do estado de conservação por elemento e os resultados do estado de conservação global para as pontes em arco, obtidos através dos Método 1 (ponto 4.3.3) e Método 2 (ponto 4.3.4).

Tabela 6.7 - Valor máximo do estado de conservação por elemento e estado de conservação global da estrutura.

Pontes estudadas	Valor máximo de Estado de Conservação por Elemento (ECel)	Estado de Conservação Global (ECglob)	
		Método 1	Método 2
(1) Ponte do Rio Couço	EC2 - Bom	EC3 - Razoável	EC2 - Bom
(2) Ponte de Cabreiros	EC3 - Razoável	EC3 - Razoável	EC3 - Razoável
(3) Ponte das Choças	EC3 - Razoável	EC4 - Deficiente	EC3 - Razoável
(4) Ponte de Rio de Moinhos	EC3 - Razoável	---	---
(5) Ponte do Ribeiro de Cabanas	EC3 - Razoável	EC3 - Razoável	EC3 - Razoável
(6) Ponte de Grade	EC2 - Bom	EC3 - Razoável	EC2 - Bom
(7) Ponte "Nova" do Couto	EC2 - Bom	EC3 - Razoável	EC2 - Bom

O estado de conservação global obtido para cada uma das pontes reflete a extensão e severidade das anomalias detetadas, bem como a necessidade e urgência de intervenção. De facto as propostas de intervenção sugeridas para a maioria das pontes revestem-se de carácter não urgente e prendem-se essencialmente com a

limpeza dos paramentos e revisão ou reparação dos sistemas de drenagem e impermeabilização.

O estado de conservação global razoável – EC3, atribuído à Ponte de Cabreiros e à Ponte do Ribeiro de Cabanas (tanto através do Método 1, como do Método 2), reflete o valor máximo do estado de conservação por elemento. O nível de classificação determinado está diretamente associado à existência de vegetação de grande porte apoiada nos muros de ambas as pontes. Por outro lado a vegetação existente nestas pontes e envolvente impede a avaliação completa dos paramentos.

O valor obtido para o estado de conservação global da Ponte das Choças varia entre razoável (EC3) e deficiente (EC4), em função do método usado para a sua determinação. A utilização dos valores de grau de importância sugeridos por Costa *et al.* (2015a) – Método 1, resulta num agravamento de um nível relativamente ao valor máximo apurado para o estado e conservação por elemento. Importa assim reforçar, que devido à especificidade das anomalias detetadas nos arcos (fendilhação longitudinal junto à face) e tímpano (escorregamento), e tal como já referido no ponto 6.2.3, deverá ser equacionada a realização de uma inspeção detalhada acompanhada de um estudo pormenorizado da extensão dos efeitos das anomalias na direção transversal da ponte.

Para a Ponte do Rio Couço, Ponte de Grade e Ponte “Nova” do Couto, verificou-se também um agravamento do estado de conservação global, por aplicação do Método 1 (estado de conservação razoável – EC3), relativamente ao obtido com o Método 2 (estado de conservação bom – EC2).

Os diversos elementos que compõe a Ponte de Rio de Moinhos apresentam um estado de conservação entre bom – EC2 (pilares, pavimento e guardas) e razoável – EC3 (encontros e equipamentos associados a intervenções). As intervenções propostas no ponto 6.2.4 são, tal como para a maioria das pontes, de carácter não urgente. Contudo, deve ser dada especial atenção à reposição do elemento de reforço do pilar, equacionando-se esta intervenção como prioritária. A Tabela 6.7 não apresenta valores para o estado de conservação global desta ponte pelo facto de a mesma não ter um funcionamento estrutural em arco. No entanto, considerando o maior valor de classificação obtido para cada um dos elementos, poder-se-á considerar que a Ponte de Rio de Moinhos apresenta um estado de conservação global razoável (EC3).

De uma forma geral, na determinação do estado de conservação global (ECglob), os níveis de classificação obtidos através do Método 1 são agravados relativamente aos obtidos pelo Método 2. Este agravamento encontra-se diretamente relacionado com a forma como o grau de importância de cada elemento (Gi) é considerado em cada um dos métodos. De facto nos valores considerados pelo Método 1 para o grau de importância, não é considerada a proporcionalidade entre cada grau, sendo que a soma de todos é superior a 100%. Desta forma o estado de conservação global obtido através do Método 1 poderá em alguns casos estar a ser agravado de forma excessiva.

6.4 Considerações finais

Com o conjunto de pontes estudadas pretendeu-se caracterizar o tipo de anomalias que podem estar associadas a pontes em alvenaria de pedra, integradas em redes rodoviárias municipais.

A maioria das anomalias observadas são de durabilidade e encontram-se relacionadas com a exposição ambiental, desgaste do material e falta de manutenção e/ou limpeza da estrutura e envolvente.

A falta de manutenção e/ou limpeza, patentes na presença generalizada de vegetação e colonização biológica, é de facto um fator condicionante na avaliação detalhada dos muros de avenida da Ponte de Cabreiros. Estas anomalias impedem também a avaliação em detalhe dos muros de avenida e tímpanos da Ponte do Ribeiro de Cabanas.

Outro fator condicionante é a existência de vedações dos terrenos contíguos às pontes. Essas vedações impedem o acesso a todos os paramentos, com a consequente limitação da inspeção à distância do “toque”. Nestes casos a inspeção fica dificultada e às vezes só se torna possível com o auxílio de equipamentos de ampliação visual como binóculos ou lentes de câmaras fotográficas.

As anomalias de carácter estrutural resultam essencialmente do aumento de solicitações devido ao acréscimo de cargas e vibrações induzidas pelo aumento do tráfego rodoviário, bem como do desgaste dos materiais. As principais causas das anomalias de carácter funcional estão relacionadas com o desgaste do material e com as ações acidentais.

De uma forma geral, a avaliação do estado de conservação por elemento, das pontes estudadas, resultou em estados de conservação que variam entre EC0 – Excelente e EC3 – Razoável. A avaliação ao estado de conservação global da estrutura, realizada com base no Método 2, reflete o valor máximo de classificação obtido por elemento e varia entre EC2 – Bom e EC3 – Razoável. Na avaliação efetuada com base no Método 1, observou-se um agravamento de um nível de classificação para a generalidade das pontes. Assim, através do Método 1, o estado de conservação geral das pontes estudadas varia entre EC3 – Razoável e EC4 – Deficiente.

CAPÍTULO 7

CONCLUSÕES

A gestão de obras de arte é uma temática amplamente discutida, sendo consensual a pertinência de dotar as entidades gestoras de ferramentas que auxiliem nas tarefas de diagnóstico e acompanhamento destas estruturas. Contudo os diversos estudos realizados sobre esta temática centram-se quase exclusivamente nas grandes gestoras de obras de arte, geralmente associadas às redes viárias de cariz nacional.

Apesar da vasta rede viária local, dotada de um número elevado de pequenas pontes e outras obras de arte, é escassa a informação existente sobre estas estruturas. É assim, difícil a caracterização da situação nacional relativamente aos municípios portugueses enquanto entidades gestoras de obras de arte.

A experiência de trabalho na Câmara Municipal de Arcos de Valdevez, conjugada com o reconhecimento da necessidade de evolução ao nível da gestão de obras de arte municipais, são a principal motivação para a realização do presente trabalho.

7.1 Conclusões finais

A preocupação com o acompanhamento das obras de arte após a sua construção e entrada em serviço pode ser associada a épocas bastante remotas como a época romana. Foi aliás durante o império romano que se assistiu à construção em larga escala de estradas e conseqüentemente de estruturas que permitissem transpor os obstáculos naturais – as pontes. No entanto foi necessário esperar vários séculos para que a gestão de obras de arte fosse encarada de uma forma mais sistemática

e que, graças aos avanços tecnológicos, se desenvolvessem ferramentas que permitissem o processamento de elevados volumes de informação – os SGOA's.

Os primeiros SGOA's surgiram nos EUA e inicialmente limitavam-se ao armazenamento de dados e à avaliação simples de anomalias. Ao longo do tempo foram sofrendo alterações e atualmente os sistemas mais sofisticados permitem a realização de análises complexas como a análise do ciclo de vida ou a simulação de cenários de ação e eventuais consequências. Os sistemas usados pelas principais gestoras de obras de arte em Portugal, a IP e algumas concessionárias, são sistemas bastantes simples que baseiam a sua ação no inventário, na programação de inspeções e ações de manutenção, na avaliação do estado de conservação e segurança. Não obstante, estas entidades mantêm hoje um acompanhamento próximo das obras de arte que tutelam.

Ao nível municipal são escassas as informações sobre os parques de obras de arte, bem como sobre o acompanhamento que lhes é dado. As preocupações manifestadas pela ANMP e pela OE sobre como a falta de meios técnicos e financeiros poderá estar a afetar a forma como os municípios gerem as pontes e outras obras de arte, são reforçadas pelos resultados obtidos no inquérito realizado aos 308 municípios portugueses. As respostas obtidas pela maioria dos municípios participantes revelam que estes não tem um registo organizado das obras de arte que tutelam, nem realizam ações periódicas de inspeções e manutenção. Estes municípios apontam a contínua limitação de recursos a que tem vindo a ser sujeitos nos últimos anos como o maior entrave para uma gestão eficaz das obras de arte que tutelam.

Neste cenário importa refletir sobre a melhor estratégia a adotar no apoio aos municípios portugueses enquanto entidades gestores de obras de arte. A aplicação de políticas ativas na gestão das obras de arte por parte dos municípios portugueses carece de um apoio estatal no sentido de afetar fundos financeiros especialmente vocacionados para este fim. Por outro lado, a publicação de normas e regulamentos que imponham a realização sistemática de ações de inspeção e manutenção às estruturas integrantes dos parques de obras de arte, nomeadamente as municipais, poderá funcionar como elemento catalisador de uma gestão eficaz e sustentada das obras de arte.

Para além do financiamento adequado, a gestão de obras de arte necessita da intervenção de técnicos especializados. Os técnicos municipais são muitas vezes

chamados a intervir em várias áreas, não só as diretamente ligadas com a engenharia como também noutras relacionadas com o ordenamento do território ou a gestão autárquica. Esta diversidade de ação, mais visível em autarquias com estruturas orgânicas pequenas, permite aos técnicos adquirir um conhecimento alargado mas dificulta a sua especialização.

Nesse sentido, pode ser positiva a criação de grupos de trabalho a nível intermunicipal que permitam partilhar experiências e rentabilizar os recursos técnicos e financeiros, minimizando os custos associados à formação. Estes grupos de trabalho poderão ser estabelecidos através das associações de municípios, podendo-se equacionar a elaboração de protocolos de colaboração com a principal gestora de obras de arte a nível nacional, a IP, com o *know-how* especializado que tem vindo a ser adquirido com os vários anos de experiência na gestão de obras de arte. A disponibilização de documentação técnica utilizada pela IP aos municípios (ex. manuais de inventário, inspeção, diagnóstico e manutenção), poderá não só complementar a formação já referida, como contribuir para a uniformização dos critérios de gestão dos parques de obras de arte nacionais.

A recolha e carregamento da informação de um parque de obras de arte é, numa fase inicial, bastante morosa, fator que em muitos casos impede a sua realização. A superação desta dificuldade poderá passar pela adjudicação de determinadas tarefas de apoio à gestão, numa fase inicial, a entidades externas ao município.

O ponto de partida para qualquer sistema de gestão é a informação base que caracteriza o universo de objetos que se pretende gerir. Grande parte desta informação é obtida através de inventários. A realização de inventário das obras de arte existentes depara-se muitas vezes com algumas dificuldades relacionadas com a obtenção de informação devido, em grande parte, a registos inexistentes ou deficitários. Dados relacionados com a construção da obra de arte e histórico de intervenções são escassos, encontrando-se quase sempre dispersos, principalmente nas estruturas mais antigas. É neste cenário que o desenvolvimento de um modelo de dados para um SIG vocacionado para esta temática, pode ajudar a colmatar a falta de informação necessária à gestão de obras de arte sob tutela municipal. Os SIG's são por natureza sistemas flexíveis e dinâmicos, que permitem a sua integração com outros sistemas. Desta forma é possível dotar os municípios de informação base para a gestão de obras de arte, recorrendo a tecnologia já existente em muitas Câmaras Municipais, sem o peso financeiro associado à aquisição de

novos sistemas. O modelo de dados proposto para a materialização de um inventário de obras de arte através de um SIG, segue, com as devidas adaptações às necessidades nacionais, o guia para o registo e codificação para avaliação de pontes desenvolvido pela FHWA. Por outro lado, no desenvolvimento do modelo teve-se em consideração a possibilidade de adaptação a qualquer *software* SIG, incluindo *softwares open source*, minimizando assim os custos de implementação para os municípios que não tenham ainda SIG's em funcionamento.

O inventário realizado para o Município de Arcos de Valdevez permite exemplificar o tipo de obras de arte que poderá estar sob tutela de um município. Na área geográfica deste concelho verificou-se a existência de um número significativo de obras de arte, na sua maioria sob tutela municipal, ou seja geridas pela Câmara Municipal ou pelas Juntas de Freguesia. As obras de arte tuteladas pelo município são maioritariamente pontes, sendo de destacar que 30% destas pontes localizam-se em estradas nacionais que foram desclassificadas e cuja tutela transitou da IP para a Câmara Municipal. As pontes municipais existentes em maior número são as pontes em arco de alvenaria de pedra. Grande parte destas pontes já atingiu metade do seu período de vida útil ($\approx 27\%$ de pontes construídas há mais de 50 anos) ou até o ultrapassou ($\approx 42\%$ de pontes construídas há mais de 100 anos).

Para as pontes existentes em maior número no município caso de estudo, o presente trabalho apresenta uma metodologia para a inspeção e diagnóstico que pretende servir de apoio à realização de inspeções de rotina. As principais dificuldades no diagnóstico deste tipo de estruturas prendem-se com a subjetividade dos critérios de identificação das causas das anomalias e da extensão das mesmas, muito dependentes da experiência do inspetor. É neste contexto que surge o “Guia para o Diagnóstico de Obras de Arte de Alvenaria” (Costa *et al.*, 2015b) , em desenvolvimento pela Universidade de Aveiro para a IP. Este Guia faz parte de um conjunto de seis volumes, também em desenvolvimento, para os vários tipos de infraestruturas viárias. Os Guias tem como principal objetivo, através de apresentação de exemplos e fichas com a tipificação das principais anomalias usualmente presentes em pontes, fornecer ferramentas que permitam minimizar o grau de incerteza associado à identificação de anomalias.

Contudo, apesar dos contributos do Guia para minimizar a subjetividade inerente à inspeção visual, constatou-se que alguns parâmetros de classificação necessitam de clarificação adicional. Por exemplo, para uma grande parte das anomalias em que a

classificação do estado de conservação depende diretamente da sua presença pontual ou generalizada no elemento, considerou-se necessária a associação de valores que definissem de forma objetiva este tipo de classificação, como associar a extensão da anomalia a uma percentagem de superfície afetada. Relativamente às fichas propostas para as anomalias não incluídas no Guia, importa referir que na ausência de elementos estatísticos, os parâmetros considerados para cada uma, foram definidos por semelhança com outras anomalias.

O método de avaliação, proposto pelos autores do Guia (Costa *et al.*, 2015a), através da atribuição de um estado de conservação a cada elemento e à globalidade da estrutura, permite obter uma panorâmica geral do estado de conservação das obras de arte existentes numa determina área geográfica.

A aplicação do método de avaliação ao conjunto de pontes estudadas, com as variações propostas para a determinação do grau de importância de cada elemento na estrutura e para avaliação do estado de conservação global, mostrou-se insuficiente para a obtenção de uma validação definitiva da metodologia. Apesar dos resultados obtidos serem consistentes com a extensão e severidade das anomalias observadas, considera-se que será necessário o estudo de um conjunto mais alargado de pontes, com um maior número de vãos e também uma maior diversidade de anomalias. Todavia a metodologia revela-se bastante útil para a validação do estado de conservação por elemento.

A determinação do estado de conservação global é sobretudo importante quanto maior for o número de estruturas do parque de obras de arte. Este indicador deverá apoiar, numa primeira fase, a definição de grupos de prioridades na calendarização de obras de reparação e ações de manutenção. Contudo deverá ser, sempre que possível, complementado por uma análise mais detalhada do estado de conservação de cada elemento. A identificação de prioridades pode no entanto ser feita através do estado de conservação por elemento, sinalizando-se a ponte em função do valor mais alto obtido para cada um dos elementos avaliados.

O diagnóstico das obras de arte deverá ser um processo contínuo, para que a avaliação se suporte não só nos resultados das visitas de inspeção, mas também no histórico da evolução das anomalias ao longo do tempo ou na realização de ensaios específicos sempre que se justifique. A decisão de intervenção deverá ter em conta um conjunto de fatores: *i)* a gravidade e evolução da anomalia; *ii)* o risco que anomalia representa para o comportamento estrutural da ponte; *iii)* o risco da

anomalia para os utentes; e *iv*) o peso dos custos associados à reparação da anomalia. Esta análise requer os conhecimentos de técnicos especializados, sendo por isso essencial a aposta na formação de inspetores.

As pontes em alvenaria são estruturas que na sua maioria ainda se encontram em serviço, apesar de em muitos casos já terem ultrapassado o seu tempo de vida útil. O estudo realizado às pontes em alvenaria com trânsito rodoviário, sob tutela do Município e Arcos de Valdevez, permitiu verificar que o pior estado de conservação dos seus elementos varia entre bom (EC2) e razoável (EC3). A constituição robusta deste tipo de pontes leva a que muitas vezes sejam negligenciadas, não sendo efetuadas ações de manutenção regulares. O adiamento sucessivo de ações de manutenção ao longo do tempo, leva invariavelmente à degradação contínua dos materiais e conseqüentemente ao funcionamento deficitário do sistema estrutural.

A adoção de medidas de prevenção e de algumas medidas de reparação como a limpeza de vegetação da ponte e envolvente, limpeza do leito do rio, manutenção dos sistemas impermeabilização ou drenagem, bem como o refeitamento das juntas das alvenarias, permitem desacelerar a degradação natural dos materiais e prolongar a vida útil destas estruturas. Importa aliás reforçar que estas medidas são de aplicação prática simples, podendo na sua maioria ser realizadas diretamente pelos municípios sem a necessidade de um acompanhamento técnico especializado

Em termos globais o trabalho desenvolvido permitiu reunir um conjunto de conhecimentos e contributos que poderão ser úteis para os restantes municípios:

- Aprofundar o conhecimento sobre a forma como os municípios têm, de uma forma geral, gerido as obras de arte que tutelam;
- Contribuir para o desenvolvimento de ferramentas de inventário com recurso a tecnologia e conhecimento técnico existente em muitos municípios – os SIG's;
- Exemplificar e testar metodologias para a avaliação de obras de arte em alvenaria de pedra, e a forma como estas tarefas poderão ser realizadas, numa primeira fase, por técnicos municipais.

Especificamente, relativamente ao Município de Arcos de Valdevez, permitiu ainda:

- Inventariar as pontes e outras obras de arte existentes no concelho;
- Avaliar o estado de conservação das pontes em alvenaria com trânsito rodoviário, sob tutela da Câmara Municipal.

7.2 Desenvolvimentos futuros

No contexto da gestão de obras de arte, especialmente as que se encontram sob tutela dos municípios portugueses existe ainda muito a fazer. Nesse sentido é de seguida sugerido um conjunto de trabalhos que poderão ser desenvolvidos nesta área.

Relativamente à caracterização da situação nacional dos municípios portugueses enquanto entidades gestoras, importa agora perceber, para os municípios que possuem inventário e já tem hábitos de inspeção e manutenção, as características e o estado de conservação do parque de obras de arte que tutelam. Este estudo contribuirá para o aprofundamento do conhecimento das obras de arte municipais de uma forma global. Será também importante analisar os resultados da implementação de sistemas de gestão de obras de arte em todos os municípios que declararem fazê-lo, no sentido de aproveitar essa experiência no desenvolvimento e na implementação desse tipo de sistemas a nível municipal.

O modelo proposto para o inventário através de um SIG poderá ser expandido passando a incluir módulos que permitam o registo de inspeções, avaliações do estado de conservação e ações de manutenção realizadas, contribuindo para a criação do histórico de cada uma das estruturas.

A metodologia adotada para a avaliação do estado de conservação de pontes de alvenaria poderá ainda ser desenvolvida sob várias perspetivas:

- Clarificação de alguns parâmetros de classificação dos estados de conservação, por definição de critérios objetivos de quantificação;
- Para as anomalias não previstas no Guia, validação dos parâmetros considerados;
- Aplicação da metodologia a um conjunto mais alargado de pontes, de forma a permitir afinar os métodos de cálculo usados designadamente na determinação do grau de importância do elemento na estrutura e do estado de conservação global. Explorar a influência que os diferentes métodos têm no agravamento do estado de conservação de pontes como um número de vãos superior a dois e/ou com tipologias de anomalias mais diversificadas;

- Comparação da metodologia usada com outras propostas por outros autores e verificar as diferenças existentes na aplicação de cada uma delas.

Com recurso a metodologias análogas à adotada para o estudo das pontes de alvenaria de pedra, poderão ainda vir a ser avaliadas as restantes tipologias de obras de arte.

Por último, considera-se importante promover a discussão desta temática entre os vários municípios e as principais entidades gestoras a nível nacional. Por outro lado considera-se igualmente importante o desenvolvimento de estudos sobre a normalização mais conveniente para que as pontes municipais venham a ser geridas de forma eficiente.

REFERÊNCIAS

A

AASHTO. (1994). *Manual for Condition Evaluation of Bridges*. Washington D.C., E.U.A: AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials.

Almeida, J. (2003). *Gestão de Pontes Rodoviárias - Um modelo aplicável a Portugal*. Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia Universidade do Porto.

Almeida, J. (2013). *Sistema de Gestão de Pontes com Base em Custos de Ciclo de Vida*. Tese de Doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

ANPC. (2014). Avaliação Nacional de Risco. Disponível em <http://www.prociv.pt/>

Austroroads. (2002). *Bridge Management Systems — the State of the Art*. AP–R198/02. Austroroads.

Austroroads. (2004). *Guidelines for Bridge Management – Structure Information*. AP–R252/04. Austroroads.

Austroroads. (2015). *Austroroads Glossary of Terms (2015 Edition)* (Sixth edit). Austroroads.

C

CEB-FIB. (2002). *Management, maintenance and strengthening of concrete structures (bulletin 17)*.

Costa, A., Pernetá, H., Costa, C., Arêde, A., & Varum, H. (2015a). *Classificação do Estado de Conservação (em desenvolvimento)*. Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia Civil.

Costa, A., Pernet, H., Costa, C., Arêde, A., & Varum, H. (2015b). *Guia Técnico - Volume 3: Guia para o Diagnóstico de Obras de Arte de Alvenaria (em desenvolvimento)*. Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia Civil.

Costa, C. (2009). *Análise numérica e experimental do comportamento estrutural de pontes em arco de alvenaria de pedra*. Tese de Doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Costa, P., & Reis, A. (2015). *Arcos de Valdevez. A terra e o foral manuelino (texto e contextos)*. Arcos de Valdevez: Câmara Municipal de Arcos de Valdevez.

Cruz, P. (2006). Linhas Orientadoras de Uma Política de Manutenção, Conservação e Inspeção de Pontes. *In JPEE 2006 - 4as Jornadas Portuguesas de Engenharia de Estruturas*. Lisboa: LNEC.

D

DGOTDU. (2000). *Vocabulário do Ordenamento do Território*. Lisboa: Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano (DGOTDU).

DGPC. (2016). SIPA – Sistema de Informação para o Património Arquitetónico. Disponível em <http://www.monumentos.pt/>

DNIT. (2010). *Manual de Recuperação de Pontes e Viadutos Rodoviários*. Rio de Janeiro, Brasil: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - Diretoria Executiva - Instituto de Pesquisas Rodoviárias.

DPLP. (2013). Dicionário Priberam da Língua Portuguesa. Disponível em <http://www.priberam.pt/>

F

Ferreira, N., Castro, P., Marques, E., & Dias, R. (2005). *Carta de Susceptibilidade de Riscos Geológicos do Concelho de Arcos de Valdevez – Relatório Final*. S. Mamede Infesta: INETI - Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação.

FHWA. (1995). *Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and Appraisal of the Nation's Bridges. Report N.º FHWA-PD-96-001*. U.S. Department of Transportation - Federal Highway Administration.

FHWA. (2006). *Bridge Inspector's Reference Manual (BIRM). Publication N.º FHWA-NHI-03-001*. U.S. Department of Transportation - Federal Highway Administration.

FHWA. (2010). *Underwater Bridge Inspection. Publication N.º FHWA-NHI-10-027*. U.S. Department of Transportation - Federal Highway Administration.

Figueiredo, E., Moldovan, I., & Marques, M. (2013). *Condition Assessment of Bridges: Past, Present and Future A Complementary Approach*. (U. C. Editora, Ed.). Lisboa: Universidade Católica Editora.

G

Gaspar, J. (2008). *Dicionário de Ciências cartográficas*. LIDEL.

I

IPQ. (2009). *Eurocódigo - Bases para o projeto de estruturas (Norma Portuguesa NP EN 1990)*. Instituto Português da Qualidade (IPQ).

L

LNEC. (1962). *Vocabulário de Estradas e Aeródromos: Especificação, E1-1962*. Lisboa: L.N.E.C.

M

MAV. (2007). *Plano Director Municipal de Arcos de Valdevez: Património Cultural de Arcos de Valdevez*.

Mendonça, T., Brito, V., & Milhazes, F. (2013). Aplicação de gestão de obras de arte - GOA - Nova geração. *In Segurança, Conservação e Reabilitação de Pontes - P. J. S. Cruz, R. Calçada & T. Mendonça (editores)*. APSCP.

P

Pereira, F. (1929). Pontes Medievais nos Arcos-de-Valdevez. *Almanaque Arcoense*.

Pfeil, W. (2004). *Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias (2.ª ed.)*. Rio de Janeiro, Brasil: Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes.

R

Ropio, N. (2011). Pontes municipais sem cadastro nacional. Disponível em <http://www.jn.pt/>

Ryall, M. (2001). *Bridge Management*. Oxford, E.U.A.: Butterworth-Heinemann.

T

TDT. (2013). *Bridge Inspection Manual*. Texas: Texas Department of Transportation.

TRL. (2001). *BRIME - Bridge Management in Europe: Deliverable D14, Final Report*. Berkshire, Reino Unido: TRL - Transport Research Laboratory.

TSF. (2013). Câmaras: Pontes podem não estar a ser conservadas como deviam. Disponível em <http://www.tsf.pt/>

U

UIC. (1989). *Defects in railway bridges and procedures for maintenance and strengthening. UIC Code 778-4 R*.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

A

Adey, B., Klatter, L., & Kong, J. (2010). *The IABMAS Bridge Management Committee Overview Of Existing Bridge Management Systems*. IABMAS. IABMAS.

APA. (2016). Atlas do Ambiente. Disponível em <http://sniamb.apambiente.pt/>

Appleton, J. (2005). Inspeção e Reabilitação de Pontes.

Arêde, A., & Costa, A. (2003). Inspeção e Diagnóstico Estrutural de Construções Históricas. *In Seminário Segurança e Reabilitação das Pontes em Portugal*.

B

Bennett, D. (2008). The history and aesthetic development of bridges. *In ICE Manual of Bridge Engineering* (2nd ed.). Londres, Reino Unido: Thomas Telford Ltd.

Brady, K., O'Reilly, M., Bevc, L., Znidaric, A., O'Brien, E., & Jordan, R. (2007). *COST 345 - Procedures Required for the Assessment of Highway Structures - Final Report*. COST 345.

Branco, M., & Coito, A. (2011). *Servidões e restrições de utilidade pública*. (DGOTDU, Ed.). Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano (DGOTDU).

BRIME. (2001). *Deliverable D14 Final Report*. BRIME. BRIME.

C

- Caldas, E. (1994). *Terra de Valdevez e Montaria do Soajo*. (VERBO, Ed.).
- CMAV. (2005). *As Freguesias do Concelho dos Arcos de Valdevez nas Memórias Paroquiais de 1758 - Alto Minho: Memória, História e Património*. Arcos de Valdevez: Câmara Municipal de Arcos de Valdevez.
- Cóias, V. (2009). *Inspeções e Ensaio na Reabilitação de Edifícios* (2.^a ed.). Lisboa: IST PRESS.
- Costa, A., & Arêde, A. (2009). Inspeção e Avaliação Estrutural de Pontes - Algumas Contribuições da FEUP. *In Seminário Segurança e Reabilitação das Pontes em Portugal*.
- Costa, A., Arêde, A., & Costa, C. (2011). Comportamento Estrutural de Pontes de Alvenaria de Pedra. *In Seminário - A Conservação do Património de Obras de Arte da EP*.
- Costa, V. (2009). *Desempenho e Reabilitação de Pontes Rodoviárias: Aplicação a Casos de Estudo*. Tese de Mestrado, Universidade do Minho.
- Costa, V., Oliveira, D., & Varum, H. (2009). Inspeção, manutenção, conservação e reabilitação, de Obras de Arte. *In ASCP'09 – 1º Congresso de Segurança e Conservação de Pontes ASCP*. Lisboa.

D

- DATAF. (1994). *Bridge Inspection, Maintenance, and Repair*. WASHINGTON, DC: Joint Departments of the Army and Air Force.
- DGOTDU. (2000). *Vocabulário do Ordenamento do Território*. Lisboa: Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano (DGOTDU).
- DGPC. (2016). Ulysses, Sistema de Informação do Património Classificado. Disponível em <http://www.patrimoniocultural.pt/>

E

- Elbehairy, H. (2007). *Bridge Management System with Integrated Life Cycle Cost Optimization*. University of Waterloo - Canada.

EP. (2007). Breve cronologia da evolução orgânica da Administração Rodoviária Nacional (1927-2007). Disponível em <http://www.estradasdeportugal.pt/>

EP. (2011). A Gestão da Conservação de Obras de Arte - Balanço da Década 2001-2011. *In Seminário A Conservação do Património de Obras de Arte na EP - "O conhecimento como suporte da decisão."*

F

Fernandes, M. (2011). *Manutenção e Monitorização de Obras de Arte – Análise do Caso do Metro do Porto*. Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

FFMS. (2016). PORDATA. Disponível em <http://www.pordata.pt/>

FHWA. (2001). *Reliability of Visual Inspection for Highway Bridges, Volume I: Final Report. Report N.º FHWA-RD-01-020*. Georgetown Pike, E.U.A.: Federal Highway Administration.

FHWA. (2005). *Bridge Preservation and Maintenance in Europe and South Africa*. U.S. Department of Transportation - Federal Highway Administration.

FHWA. (2010a). *Bridge Management Questionnaire Report*. U.S. Department of Transportation - Federal Highway Administration.

FHWA. (2010b). *Underwater Bridge Inspection. Report N.º FHWA-NHI-10-027*. U.S. Department of Transportation - Federal Highway Administration.

FHWA. (2011). *Bridge Preservation Guide*. U.S. Department of Transportation - Federal Highway Administration.

G

García-Catalán, R., & Álamo, J. (2006). *Catalogue of Damages for Masonry Arch Bridges - Final Draft*. Paris, França: UIC - International Union of Railways.

Guadalpi, C., Silva, Á., Pinto, C., Ambrósio, F., Moniz, G., & Martins, J. (2013). *Guia de apoio sobre a titularidade dos recursos hídricos*. (A.-A. P. do Ambiente, Ed.) (APA). Lisboa.

H

Horta, C., & Freire, L. (2013). SGOA - Sistema de gestão de conservação de obras de arte da EP - Balanço de uma implementação consolidada. *In Segurança, Conservação e Reabilitação de Pontes - P. J. S. Cruz, R. Calçada & T. Mendonça (editores)*. APSCP.

I

IPMA. (2016). Escala de Mercalli Modificada de 1956. Disponível em <http://www.ipma.pt/>

IRICEN. (2009). *Inspection, Assesement, Repairs and Retrofitting of Masonry Arch Brifges*. Pune, India: Indian Railways Institute of Civil Engineering.

L

Lima, J., & Brito, J. (2009). Classificação das juntas de dilatação em obras de arte rodoviárias Portuguesas. *Teoria e Prática Na Engenharia Civil, n.º 14*, 31–41.

M

MAV. (n.d.). Gravuras Antigas (Século XVI-XIX) Geografia, História e Arte. Disponível em <http://www.cmav.pt/noticia.php?id=2218>

McKibbins, L., Melbourne, C., Sawar, N., & Gaillard, C. (2006). *Masonry arch bridges: condition appraisal and remedial treatment*. Londres, Reino Unido: CIRIA.

McKibbins, L., Melbourne, C., Sawar, N., & Gaillard, C. (2006). *Masonry arch bridges: condition appraisal and remedial treatment*. Londres: CIRIA.

Mirzaei, Z., Adey, B., Klatter, L., & Kong, J. (2012). *The IABMAS Bridge Management Committee Overview Of Existing Bridge Management Systems*. IABMAS. IABMAS.

Mirzaei, Z., Adey, B., Klatter, L., & Thompson, P. (2014). *The IABMAS Bridge Management Committee Overview Of Existing Bridge Management Systems*. IABMAS. IABMAS.

Morais, M., Rouxinol, G., & Pimenta, P. (2013). Diagnóstico e proposta de intervenção da ponte românica de Mondim da Beira. *In Segurança, Conservação e Reabilitação de Pontes – P.J.S. Cruz, R. Calçada & T. Mendonça (editores)*.

N

Neves, L. (2006). Optimização das Estratégias de Conservação. *In Segurança, Manutenção e Conservação de Pontes*.

O

Oliveira, D., & Lourenço, P. (2006). Repair of a historical stone masonry arch bridge. *In Bridge Maintenance, Safety, Management, Life-Cycle Performance and Cost - Cruz, Frongopol & Neves (eds)*. London: Taylor & Francis Group.

Orbán, Z. (2007). UIC Project on assesement, inpection and maintenance of masonry arch railway bridges. In *ARCH'07 - 5th International Conference on Arch Bridges*.

P

Parke, G., & Hewson, N. (Eds.). (n.d.). *ICE manual of bridge engineering*. Thomas Telford Ltd.

Pero, M. (2015). COST Action TU1406 - Quality specifications for roadway bridges, standardization at a European level (BridgeSpec). In *1st Management Committee Meeting*.

Q

Quelhas, J., Barboza, F., & Teixeira, N. (2013). Obras de arte da Metro do Porto - Gestão da manutenção. *In Segurança, Conservação e Reabilitação de Pontes - P. J. S. Cruz, R. Calçada & T. Mendonça (editores)*. APSCP.

R

Rodrigues, N. (2011). *Reabilitação de Pontes Históricas de Alvenaria - Estudo tendente ao estabelecimento de metodologias de actuação*. EP - Estradas de Portugal, S.A.

Rodrigues, N., & Freire, L. (2013). Pontes Classificadas de Alvenaria de Pedra sob jurisdição da EP - Estradas de Portugal, S.A. - Metodologias de Manutenção e Reabilitação. *In Segurança, Conservação e Reabilitação de Pontes - P. J. S. Cruz, R. Calçada & T. Mendonça (editores)*. APSCP.

Rodrigues, N., & Ramos, A. (2015). As Obras de Arte Classificadas sob Jurisdição da EP - Estradas de Portugal, S.A. - Metodologias de Manutenção e Reabilitação. *In Conferência Internacional sobre Reabilitação de Estruturas Antigas de Alvenaria*.

S

SNRA. (1996). *Bridge Inspection Manual*. Solna, Suécia: Swedish National Road Administration.

Sousa, C. (2008). *Aplicação de um Sistema de Gestão de Pontes a um Conjunto de Pontes Portuguesas*. Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Sousa, C., Almeida, J., & Delgado, R. (2009). Bridge Management System As An Instrument Of Risk Mitigation. *In 3rd International Conference on Integrity, Reliability and Failure*. Porto.

T

Thompson, P., & Shepard, R. (2000). *AASHTO Commonly-Recognized Bridge Elements - Successful Applications and Lessons Learned*. AASHTO.

TRB. (2008). International Bridge and Structure Management. *In Tenth International Conference on Bridge and Structure Management*. Buffalo, New York: Transportation Research Board.

TRB. (2009). *Bridge Management Systems for Transportation Agency Decision Making - A Synthesis of Highway Practice*. NCHRP Synthesis 397. Washington, DC: Transportation Research Board.

Trigo, J., Mata, C., Sousa, G., & Ramos, F. (2013). Pontes em arco de alvenaria de pedra. Um contributo para a sua conservação. *In Segurança, Conservação e Reabilitação de Pontes – P.J.S. Cruz, R. Calçada & T. Mendonça (editores).*

U

UIC. (1995). *Recommendations for the assessment of the load carrying capacity of existing masonry and mass-concrete arch bridges. UIC Code 778-3 R.*

V

Vitório, A. (2002). *Pontes Rodoviárias - Fundamentos, Conservação e Gestão.* Pernambuco, Brasil: CREA-PE - Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia de Pernambuco.

W

Wierzbicki, T. (2010). *Report, ARCHES - Assessment and Rehabilitation of Central European Highways Structures: Executive Summary. FEHRL.*

Wisniewski, D. (2006). Avaliação de Segurança de Pontes Existentes. *In Segurança, Manutenção e Conservação de Pontes.*

GLOSSÁRIO

Acrotério: Elemento vertical de uma guarda, de grande volume em relação aos restantes elementos verticais da guarda (LNEC, 1962). Normalmente servem de elemento de remate do guarda-corpos, e localiza-se nos extremos da obra de arte (Costa *et al.*, 2015b).

Aduela: Elemento constitutivo de um arco ou abóbada, limitado por duas secções transversais próximas (LNEC, 1962).

Aduelas de contrafecho: Aduelas que se localizam na fiada adjacente à das aduelas de fecho (Costa *et al.*, 2015b).

Aduelas de fecho: Aduelas que se localizam no topo do arco, sendo as últimas a serem colocadas (Costa *et al.*, 2015b).

Aduelas de saímel: Aduelas que se localizam na base do arco (Costa *et al.*, 2015b).

Arco de alvenaria: O arco das pontes de alvenaria consiste num conjunto de pedras aparelhadas, designadas por aduelas, que apoiam-se em si próprias através de uma disposição em forma de abóbada (Costa *et al.*, 2015b).

Berma de estrada: Superfície que ladeia a faixa de rodagem de uma estrada (LNEC, 1962).

Bueiro: Orifício que permite o escoamento de águas superficiais de qualquer elemento de uma construção (LNEC, 1962).

Caminho Vicinal: Caminho que se destina, normalmente ao trânsito rural e está a cargo das Juntas de Freguesia (Decreto-Lei n.º 34593/45, de 11 de maio *in* DGOTDU, 2000).

Cornijas: Elementos de remate do bordo dos tabuleiros, que concretizam a ligação entre os guarda-corpos e o restante paramento da ponte (Costa *et al.*, 2015b).

Encontro de uma ponte: Obra extrema de uma ponte, em geral dando-lhe apoio, e podendo servir para sustentar as terras do aterro de acesso (LNEC, 1962). Nas pontes de alvenaria, para os encontros consideram-se apenas os hasteais, que se desenvolvem em continuidade com a face interior do arco. Deve-se no entanto referir que de acordo com o Manual de Inventário da IP, quando os arcos apoiam diretamente na fundação, poderá considerar-se que o hasteal corresponde ao 1/3 inferior da altura total do arco (Costa *et al.*, 2015b).

Estrada de faixas separadas: Estrada em que os dois sentidos de tráfego estão divididos por um separador (LNEC, 1962).

Extradorso do arco: Superfície que limita exteriormente um arco ou uma abóbada (LNEC, 1962)

Faixa de rodagem: Parte da estrada especialmente preparada para trânsito de veículos (LNEC, 1962).

Flecha do arco: A distância entre a imposta e a face do intradorso da aduela de fecho (Costa *et al.*, 2015b).

Imposta do arco: A distância entre apoios do arco, onde descarregam as aduelas de saimel (Costa *et al.*, 2015b).

Intradorso do arco: Superfície que limita interiormente um arco ou uma abóbada (LNEC, 1962).

Moldura do arco: Conjunto de aduelas que se encontram no mesmo plano do paramento da ponte (Costa *et al.*, 2015b).

Muro de ala: Elemento de contenção de terras (ou enchimento), paralelo à via inferior, ou formando com esta um ângulo inferior a 20 graus (Costa *et al.*, 2015b).

Muro de avenida: Elemento de contenção de terras (ou enchimento), paralelo à via superior (Costa *et al.*, 2015b).

- Muro de contenção:** Elemento de contenção de taludes adjacentes à obra de arte, com algum desfasamento da ponte, que não está incluído nas classificações anteriores (Costa *et al.*, 2015b).
- Obra de arte:** Designação tradicional das construções, tais como pontes, viadutos, túneis e muros de suporte, necessárias ao estabelecimento de uma via de comunicação (LNEC, 1962).
- Passadiço (ou ponte pedonal):** Ponte destinada apenas a dar passagem a pessoas, animais ou veículos de pequena carga (LNEC, 1962).
- Passagem agrícola:** Obra destinada a dar passagem a um caminho rural sob um caminho-de-ferro ou sob uma estrada de maior importância (LNEC, 1962).
- Passagem inferior:** Obra destinada a dar passagem a uma estrada sob um caminho-de-ferro ou sob uma estrada de maior importância (LNEC, 1962).
- Passagem superior:** Obra destinada a dar passagem a uma estrada sobre um caminho-de-ferro ou sobre uma estrada de maior importância (LNEC, 1962).
- Passeio:** Faixa, em geral sobrelevada, pavimentada ou não, ladeando estradas ou ruas e destinada exclusivamente ao trânsito de peões (LNEC, 1962).
- Pilar de uma ponte (ou pegão):** Obra de apoio intermédio numa ponte de vários vãos (LNEC, 1962).
- Poldras:** Pedras dispostas numa corrente de água para se passar a pé enxuto (DPLP, 2013).
- Pontão:** Pequena ponte, de comprimento geralmente inferior a uma dezena de metros (LNEC, 1962).
- Ponte:** Obra destinada a dar continuidade a uma via de comunicação ou a uma canalização, e transpondo, em geral, um curso de água (LNEC, 1962), com comprimento total igual ou superior a dez metros e vão livre mínimo igual ou superior a dois metros.
- Quebramar:** Parte de um pilar com forma apropriada para facilitar o escoamento da água (LNEC, 1962).
- Recobrimento do arco:** A distância entre a face de extradorso da mesma aduela e o pavimento (Costa *et al.*, 2015b).

Separador: Zona ou dispositivo (e não simples marca) destinado a separar tráfegos do mesmo sentido ou de sentidos opostos, e concebido de maneira a impedir a passagem dos veículos de um lado para o outro (LNEC, 1962).

Silhar: Pedra aparelhada ou lavravada, geralmente de forma quadrangular (DPLP, 2013)

Tímpano: Paramento vertical das pontes em arco de alvenaria, que concretiza a contenção lateral do enchimento (Costa *et al.*, 2015b).

Tráfego (ou circulação): Conjunto de veículos, dos passageiros e das mercadorias que circulam num via de comunicação, considerados em globo ou separadamente (LNEC, 1962).

Trânsito: Movimento das pessoas, animais e veículos que utilizam uma via de comunicação (LNEC, 1962).

Túnel: Galeria subterrânea destinada a dar passagem a uma via de comunicação ou a uma canalização (LNEC, 1962).

Viaduto: Ponte em que o principal obstáculo transposto não é um curso de água (LNEC, 1962).

APÊNDICES

Apêndice A. Codificação da base de dados

IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO

Código	Descrição	Observações
8	IDENTIFICAÇÃO DA ESTRUTURA	
8A	CÓDIGO	Considerar como uma só obra, duas estruturas de eixos muito próximos, com separação intransponível ou não.
(*) 0 PH		Passagem Hidráulica
(*) 1 PTE		Ponte
(*) 2 PTO		Pontão
(*) 3 VT		Viaduto
(*) 4 PP		Passadiço (Ponte Pedonal)
(*) 5 PS		Passagem Superior
(*) 6 PI		Passagem Inferior
(*) 7 PA		Passagem Agrícola
(*) 8 TU		Túnel
(*) 9 BR		Barragem
8B	NÚMERO	Identificador único
8C	NOME	
(*) 8D	TIPO DE OBRA DE ARTE	
(*) PH	Passagem Hidráulica	
(*) PTE	Ponte	
(*) PTO	Pontão	
(*) VT	Viaduto	
(*) PP	Passadiço (Ponte Pedonal)	
(*) PS	Passagem Superior	
(*) PI	Passagem Inferior	
(*) PA	Passagem Agrícola	
(*) TU	Túnel	
(*) BR	Barragem	
9	LOCALIZAÇÃO	Planta de localização s/ cartografia militar 1:25000
3	DISTRITO	
1	CONCELHO	
2	DIVISÃO ADMISTRATIVA	CAOP 2015 - Carta Administrativa Oficial de Portugal, versão 2015
(*) 2A	DICOFRE à esquerda	DICOFRE - Código de freguesia Considerar sentido de escoamento da água
(*) 2B	DICOFRE à direita	DICOFRE - Código de freguesia Considerar sentido de escoamento da água
4	(*) FREGUESIA/LUGAR	
(*) 4A	Freguesia à esquerda	Considerar sentido de escoamento da água
(*) 4B	Freguesia à direita	Considerar sentido de escoamento da água
(*) 4C	Lugar	
16	LATITUDE	
17	LONGITUDE	

(*) Alterações introduzidas no presente trabalho

JURISDIÇÃO

Código	Descrição	Observações
22	(*) ENTIDADE RESPONSÁVEL PELA ESTUTURA	
(*) IP	Infraestruturas de Portugal	
(*) CM	Câmara Municipal	
(*) JF	Junta de Freguesia	
(*) OT	Outro	
(*) DC	Desconhecido	
98	ESTRUTURA DE FRONTEIRA?	
(*) 0	Não	
(*) 1	Sim	
98A	CÓDIGO DO CONCELHO VIZINHO CO-RESPONSÁVEL	Código de concelho: DTCC (CAOP 2015 - Carta Administrativa Oficial de Portugal, versão 2015)
98B	PERCENTAGEM DE CO-RESPONSABILIDADE [%]	
99	N.º DA ESTRUTURA NO CONCELHO CO-RESPONSÁVEL	
21	RESPONSÁVEL PELA MANUTENÇÃO	
(*) IP	Infraestruturas de Portugal	
(*) CM	Câmara Municipal	
(*) JF	Junta de Freguesia	
(*) OT	Outro	
(*) DC	Desconhecido	

(*) Alterações introduzidas no presente trabalho

IDADE E UTILIZAÇÃO (1 de 2)

Código	Descrição	Observações
(*) 27A	ÉPOCA CONSTRUTIVA	
1	Pré-história	
2	Romana	
3	Medieval	
4	Moderna	
5	Contemporânea	
V	Várias	
D	Desconhecida	
27	ANO DE CONSTRUÇÃO	Considerar ano em que a construção é terminada
(*) 27B	Fonte da informação	
106	ANO DE RECONSTRUÇÃO	Considerar a reconstrução mais recente (excluir pequenas obras como pinturas em elementos metálicos ou substituição de guardas)
42	TIPO DE SERVIÇO	
42A	Tipo de Serviço sobre a estrutura	
0	Outro	
1	Rodovia	
2	Ferrovía	
3	Ciclovía/Pedovía	
4	Rodovía - Ferrovía	
5	Rodovía - Pedovía	
6	Passagem superior	
7	Terceiro nível	
8	Quarto nível	
9	Edifício ou Praça	

(*) Alterações introduzidas no presente trabalho

IDADE E UTILIZAÇÃO (2 de 2)

Código	Descrição	Observações
42B	Tipo de Serviço sob a estrutura	
	0 Outro	
	1 Rodovia (com ou sem circulação pedonal)	
	2 Ferrovia	
	3 Ciclovía/Pedovía	
	4 Rodovia - Ferrovia	
	5 Linha de Água	
	6 Rodovia - Linha de água	
	7 Ferrovia - Linha de água	
	8 Rodovia - Ferrovia - Linha de água	
	9 Estuário	
28	FAIXAS DE RODAGEM	
28A	N.º de faixas de rodagem sobre a estrutura	Considerar apenas as faixas rodoviárias
28B	N.º de faixas de rodagem sob a estrutura	Considerar apenas as faixas rodoviárias
19	DESVIO IMPLICADO COM O FECHO [km]	Indicar a extensão do desvio necessário em caso de fecho (que pode ser usado por qualquer um dos tipos de veículo que possam passar sobre a obra), medido pelo diferencial dos trajeto anterior e posterior à interdição de circulação
(*) 29A	OBRA DE ARTE EM FUNCIONAMENTO?	
(*) 0	Não	
(*) 1	Sim	
29	TRÁFEGO MÉDIO DIÁRIO [TMD]	Considerar o valor conhecido mais recente (mesmo que a obra se encontre encerrada), incluindo o tráfego a pesados
30	ANO DE QUANTIFICAÇÃO DO TMD	
109	TRÁFEGO MÉDIO DIÁRIO DE PESADOS [%]	

(*) Alterações introduzidas no presente trabalho

CARACTERIZAÇÃO DA VIA PRINCIPAL (1 de 2)

Código	Descrição	Observações
5	CARACTERIZAÇÃO DA VIA PRINCIPAL	
5D	N.º/CÓDIGO DA VIA PRINCIPAL (Nome)	Considerar a via sobre a estrutura para as pontes rodoviárias e a via sob a estrutura para túneis, passagens de peões e pontes ferroviárias
5A	POSICIONAMENTO DA VIA PRINCIPAL NA PONTE	
	1 Via principal sobre a estrutura	
	2 Via única sob a estrutura	
	AZ Várias vias sob a estrutura	
(*) 5F	TIPO DE REDE DA VIA PRINCIPAL	
(*) RNF	Rede Nacional Fundamental	DL 228/98, de 17 de julho
(*) RNC	Rede Nacional Complementar	DL 228/98, de 17 de julho
(*) RNA	Rede Nacional de Autoestradas	DL 228/98, de 17 de julho
(*) RER	Rede de Estradas Regionais	DL 228/98, de 17 de julho
(*) RRM	Rede Rodoviária Municipal	DL 228/98, de 17 de julho
(*) RFN	Rede Ferroviária Nacional	DL 228/98, de 17 de julho
(*) NA	Não Aplicável	DL 228/98, de 17 de julho

(*) Alterações introduzidas no presente trabalho

CARACTERIZAÇÃO DA VIA PRINCIPAL (2 de 2)

Código	Descrição	Observações
5B	TIPO DE VIA PRINCIPAL	Considerar a de classe mais elevada (ou, em caso de igualdade, a de menor código de referência) quando houver mais do que uma via concorrente.
(*) IP	Itinerário Principal	DL 222/98, de 17 de julho
(*) IC	Itinerário Complementar	DL 222/98, de 17 de julho
(*) EN	Estrada Nacional	DL 222/98, de 17 de julho
(*) ED	Estrada Nacional Desclassificada	DL 222/98, de 17 de julho
(*) AE	Autoestrada	DL 222/98, de 17 de julho
(*) ER	Estrada Regional	DL 222/98, de 17 de julho
(*) EM	Estrada Municipal	DL 222/98, de 17 de julho
(*) CM	Caminho Municipal	DL 222/98, de 17 de julho
(*) CV	Caminho Vicinal	DL 222/98, de 17 de julho
(*) AR	Arruamento	DL 222/98, de 17 de julho
(*) LF	Linha Férrea	DL 222/98, de 17 de julho
5C	TIPO DE SERVIÇO DA VIA PRINCIPAL	
0	Nenhuma das restantes	
1	Via principal	
2	Via alternativa	
3	Desvio	
4	Curto ramal ferroviário	
5	De negócio	
6	De negócio	
7	Rampa, conector	
8	Rua não classificada e/ou de serviço	
5E	SENTIDO DE QUILOMETRAGEM DA VIA PRINCIPAL	
0	Não Aplicável	
1	Norte	
2	Este	
3	Sul	
4	Oeste	
11	PONTO QUILOMETRO [Km]	

(*) Alterações introduzidas no presente trabalho

CLASSIFICAÇÃO (1 de 2)

Código	Descrição	Observações
100	IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA	
0	Não é estratégica	
1	Integra via estratégica principal	
2	Integra via estratégica secundária	
3	Ligação a via estratégica	
37	IMPORTÂNCIA HISTÓRICA	
(*) 37A	Classificado pela DGPC?	DGPC - Direção-Geral do Património Cultural
(*) 0	Não	
(*) 1	Sim	
(*) 37B	Classificação	
(*) 1	Monumento Nacional	
(*) 2	Imóvel de Interesse Público	
(*) 3	Interesse Municipal	
(*) 4	Em Vias de Classificação	
(*) 37C	Vigência	
(*) 37D	Identificado pelo SIPA?	SIPA - Sistema de Informação para o Património Arquitetónico

(*) Alterações introduzidas no presente trabalho

CLASSIFICAÇÃO (2 de 2)

Código	Descrição	Observações
(*) 0	Não	
(*) 1	Sim	
(*) 37E	Número SIPA	
26	TIPO DE UTILIZAÇÃO DA VIA PRINCIPAL	A designação de rural ou urbana deverá ser determinada pela localização da estrutura e não pela característica da via
1	(*) <u>Rural</u> : via da rede nacional fundamental (IP)	
2	(*) <u>Rural</u> : via da rede nacional complementar (IC e EN)	
3	(*) <u>Rural</u> : via da rede nacional de autoestradas (AE)	
6	(*) <u>Rural</u> : via da rede de estradas regionais (ER)	
7	(*) <u>Rural</u> : estrada/caminho municipal	
8	(*) <u>Rural</u> : caminho Vicinal	
9	(*) <u>Rural</u> : arruamento	
11	(*) <u>Urbana</u> : via da rede nacional fundamental (IP)	
12	(*) <u>Urbana</u> : via da rede nacional complementar (IC e EN)	
13	(*) <u>Urbana</u> : via da rede nacional de autoestradas (AE)	
14	(*) <u>Urbana</u> : via da rede de estradas regionais (ER)	
16	(*) <u>Urbana</u> : estrada/caminho municipal	
17	(*) <u>Urbana</u> : caminho Vicinal	
19	(*) <u>Urbana</u> : arruamento	
101	EXISTÊNCIA DE ESTRUTURA PARALELA	
R	Com trânsito no sentido crescente de quilometragem da via principal	Para vias municipais considerar sentido W-E ou S-N
L	Com trânsito no sentido decrescente de quilometragem da via principal	Para vias municipais considerar sentido E-W ou N-S
N	Não há estrutura paralela	
102	DIREÇÃO DO TRÁFEGO RODOVIÁRIO	
0	Não sujeito a tráfego rodoviário	
1	Um sentido de circulação	
2	Dois sentidos de circulação	
3	Uma só faixa de rodagem com dois sentidos	
103	CARÁCTER PROVISÓRIO	Indicar a(s) parte(s) da estrutura com carácter provisório
105	ENQUADRAMENTO EM ZONA ESPECIAL	
(*) 105A	Classe de exposição ambiental - norma	Indicar a norma de referência em função do material da zona principal (e.g. para estruturas em betão armado: NP EN 206-1)
(*) 105B	Classe de exposição ambiental - classe(s) de exposição	
(*) 105C	Zona Sísmica - norma	Indicar a norma de referência (e.g. NP EN 1998-1: 2010)
(*) 105D	Zona Sísmica - AST1	AST1 - Ação Sísmica Tipo 1
(*) 105E	Zona Sísmica - AST2	AST2 - Ação Sísmica Tipo 2
(*) 105F	Ação do Vento - norma	Indicar a norma de referência (e.g. DL 235/83 de 31 de maio)
(*) 105G	Ação do Vento - zona	
(*) 105H	Ação do Vento - Rugosidade do terreno	
(*) 105I	Servidões e Restrições de Utilidade Pública	Consultar planta de condicionantes dos Planos Municipais do Ordenamento do Território (PMOT's) vigentes
20	PORTAGEM	
1	Estrutura com Portagem	
2	Inserida numa via com portagem	
3	Sem portagem	
(*) Alterações introduzidas no presente trabalho		

DADOS DE GEOMETRIA

Código	Descrição	Observações
48	COMPRIMENTO DO VÃO MÁXIMO [m]	
49	COMPRIMENTO DA ESTRUTURA [m]	Medir pelo eixo da via principal (mesmo quando a via principal se encontra sob a estrutura)
(*) 49A	Desenvolvimento planimétrico	
(*) 1	Retas ortogonais	
(*) 2	Retas oblíquas	
(*) 3	Curvas	
50	LARGURA DOS PASSEIOS	
50A	Largura do passeio da esquerda [m]	Para vias municipais considerar sentido W-E ou S-N
50B	Largura do passeio da direita [m]	Para vias municipais considerar sentido E-W ou N-S
51	LARGURA TOTAL DA(S) FAIXA(S) DE RODAGEM [m]	Somar as larguras livres entre passeios e separadores
52	LARGURA DO TABULEIRO (FORA A FORA) [m]	
32	LARGURA DA FAIXA DE RODAGEM DE ACESSO [m]	Incluir bermas e zonas centrais quando as condições do piso forem idênticas à da faixa de rodagem (para diferentes larguras, em cada uma das extremidades da obra, considerar a menor entre ambas)
35	A LARGURA DA ESTRUTURA É VARIÁVEL?	Ignorar variações ligeiras nas extremidades
0	Não	
1	Sim	
33	SEPARADOR ENTRE DIFERENTES SENTIDOS	
0	Sem separador central	
1	Separação física entre as vias	
2	Ligeira elevação central mas linearidade entre as vias	
3	Separação central não transponível	
34	INCLINAÇÃO [°]	Considerar o ângulo entre o eixo de um pilar e uma linha normal ao eixo da via
(*) 34A	Desenvolvimento altimétrico	
(*) 1	Reta horizontal	
(*) 2	Retas em rampa	
(*) 3	Curva: tabuleiro convexo	
(*) 4	Curva: Tabuleiro côncavo	
47	GABARIT HORIZONTAL DA VIA PRINCIPAL [m]	Não considerar como restrições os separadores (nivelados ou transponíveis) e, caso haja obstáculos entre vias, considerar a menor largura entre cada um dos lados.
55	GABARIT HORIZONTAL EXTERIOR SOB A ESTRUTURA	
55A	Tipo de via sob a estrutura à direita	
H	Rodovia inferior	
R	Ferrovia inferior	
N	Nem rodovia, nem ferrovia	
55B	Gabarit horizontal exterior sob a estrutura [m]	Caso haja via (caso contrário não é aplicável) considerar a menor largura livre entre a extremidade exterior da via (ou eixo entre carris no caso de ferrovia) e uma barreira rígida ou um talude.
56	GABARIT HORIZONTAL INTERIOR SOB A ESTRUTURA [m]	Caso haja separador central (caso contrário não é aplicável) considerar a menor largura livre entre a extremidade interior da via (ou eixo entre carris no caso de ferrovia) e uma barreira rígida.
54	GABARIT VERTICAL	
54A	Tipo de via sob a estrutura	
H	Rodovia inferior	
R	Ferrovia inferior	
N	Nem rodovia, nem ferrovia	
54B	Gabarit vertical sob a estrutura [m]	Menor altura vertical livre sob a estrutura até à face inferior da superestrutura
10	GABARIT MÍNIMO VERTICAL DA VIA PRINCIPAL [m]	Altura máxima dos veículos que podem passar sob a OA .
53	GABARIT MÍNIMO VERTICAL SOBRE A ESTRUTURA [m]	Altura máxima dos veículos que podem passar sobre a OA .

(*) Alterações introduzidas no presente trabalho

ESTRUTURA E MATERIAIS (1 de 3)

Código	Descrição	Observações
45	NÚMERO DE VÃOS NA ZONA PRINCIPAL	
46	NÚMERO DE VÃOS NA ZONA DE ACESSO	
43	TIPO DE ESTRUTURA NA ZONA PRINCIPAL	
43A	Tipo de material na zona principal	
0	Outro	
1	Betão	
2	Betão contínuo	
3	Aço	
4	Aço contínuo	
5	Betão pré-esforçado ou pós-tensionado	
6	Betão contínuo pré-esforçado ou pós-tensionado	
7	Madeira	
8	Alvenaria	
9	Alumínio, ferro forjado, ferro fundido	
43B	Tipo de conceção/construção na zona principal	
0	Outro	
1	Com funcionamento de laje	
2	Sistema de vigas paralelas	
3	Conjunto de vigas principais e secundárias sob o pavimento	
4	Viga em "T"	
5	Múltiplas vigas em caixão	
6	Viga única em caixão	
7	Em Pórtico	
8	Laje ortotrópica	
9	Com asna sob o tabuleiro	
10	Com asna sobre o tabuleiro	
11	Com arco sob o tabuleiro	
12	Com arco sobre o tabuleiro	
13	Suspensa	
14	Atirantada	
15	Ponte móvel - levadiça	
16	Ponte móvel - basculante	
17	Ponte móvel - rotativa	
18	Túnel	
19	Conduta	
20	Mistura de Tipos	
21	Viga em caixão segmentada	
22	Viga-canal	
44	TIPO DE ESTRUTURA NA ZONA DE ACESSO	
44A	Tipo de material na zona de acesso	
0	Outro	
1	Betão	
2	Betão contínuo	
3	Aço	
4	Aço contínuo	
5	Betão pré-esforçado ou pós-tensionado	
6	Betão contínuo pré-esforçado ou pós-tensionado	
7	Madeira	
8	Alvenaria	
9	Alumínio, ferro forjado, ferro fundido	

ESTRUTURA E MATERIAIS (2 de 3)

Código	Descrição	Observações
44B	Tipo de conceção/construção na zona de acesso	
0	Outro	
1	Com funcionamento de laje	
2	Sistema de vigas paralelas	
3	Conjunto de vigas principais e secundárias sob o pavimento	
4	Viga em "T"	
5	Múltiplas vigas em caixão	
6	Viga única em caixão	
7	Em Pórtico	
8	Laje ortotrópica	
9	Com asna sob o tabuleiro	
10	Com asna sobre o tabuleiro	
11	Com arco sob o tabuleiro	
12	Com arco sobre o tabuleiro	
13	Suspensa	
14	Atirantada	
15	Ponte móvel - levadiça	
16	Ponte móvel - basculante	
17	Ponte móvel - rotativa	
18	Túnel	
19	Conduto	
20	Mistura de Tipos	
21	Viga em caixão segmentada	
22	Viga-canal	
107	TIPO DE ESTRUTURA DO TABULEIRO	
1	Betão in situ	
2	Painéis de betão pré-fabricado	
3	Chapa xadrez aberta	
4	Chapa xadrez fechada	
5	Placas de aço	
6	Chapa ondulada	
7	Alumínio	
8	Madeira	
9	Outro	
N	Não aplicável/Desconhecida	
(*) 107A	TIPO DE JUNTAS DE DILATAÇÃO	
(*) 1	Juntas abertas	
(*) 2	Juntas ocultas sob pavimento contínuo	
(*) 3	Juntas de betume modificado	
(*) 4	Juntas seladas com material elástico	
(*) 5	Juntas em perfil de elastómetro comprimido	
(*) 6	Bandas flexíveis de elastómero	
(*) 7	Placas metálicas deslizantes	
(*) 8	Juntas de elastómero armado	
(*) 9	Pentes metálicos em consola	
(*) 10	Juntas de elastómero armado compostas	
(*) 11	Placas metálicas com roletes	
(*) 12	Juntas de perfis de elastómero múltiplos	
(*) 13	Outro	
(*) N	Não aplicável/Desconhecida	

(*) Alterações introduzidas no presente trabalho

ESTRUTURA E MATERIAIS (3 de 3)

Código	Descrição	Observações
(*) 107B	TIPO DE APARELHOS DE APOIO (AA)	
(*) 1	Articulações em betão	
(*) 2	AA metálico de pêndulo ou balanceiro	
(*) 3	AA metálicos de calote esférica ou cilíndrica – tipo “ <i>Pot-bearing</i> ”	
(*) 4	AA metálicos de rolo ou rolete	
(*) 5	AA metálicos de contacto linear	
(*) 6	AA elastómeros ou de Neoprene Cintado	
(*) 7	AA elastómeros ou de Neoprene Cintado, deslizante longitudinalmente sobre teflon	
(*) 8	AA com elastómero e aço – tipo panela	
(*) 9	Outro	
(*) N	Não aplicável/Desconhecido	
108	TABULEIRO: CAMADA DE DESGASTE/SISTEMA DE PROTEÇÃO	
108A	Tabuleiro: Tipo de Camada de Desgaste	
0	Nenhuma	
1	Betão monolítico	
2	Betão integral	
3	Aditivo de latex no betão	
4	Betão fluído	
5	Recobrimento de epoxy	
6	Betuminoso	
7	Madeira	
8	Gravilha	
9	Outra	
N	Não aplicável	
108B	Tabuleiro: Tipo de membrana	
0	Nenhuma	
1	Montada in situ	
2	Fabrico industrial	
3	Epoxy	
8	Desconhecida	
9	Outra	
N	Não aplicável	
108C	Tabuleiro: Proteção superficial	
0	Nenhuma	
1	Reforço com epoxy	
2	Reforçada	
3	Outra cobertura de impermeabilização/reforço	
4	Proteção catódica	
6	Polímeros integrados	
7	Selagem interna	
8	Desconhecida	
9	Outra	
N	Não aplicável	

(*) Alterações introduzidas no presente trabalho

NAVEGAÇÃO

Código	Descrição	Observações
6	(*) LINHA DE ÁGUA INTERSETADA	
6A	(*) Nome da linha de água intersetada	
6B	(*) Tipo de Linha de Água	
(*) R1	Rio Navegável ou Flutuável	
(*) R2	Rio Não Navegável Nem Flutuável	
(*) R3	Ribeira/Ribeiro	
(*) LA	Linha de Água	
38	HÁ CONTROLO À NAVEGAÇÃO?	
0	Sem controlo de navegação	
1	Com controlo de navegação	
N	Não aplicável (sem linha de água)	
D	Desconhecido	
116	ESPAÇO VERTICAL LIVRE PARA A NAVEGAÇÃO [m]	
39	ESPAÇO VERTICAL PARA NAVEGAÇÃO [m]	
40	ESPAÇO HORIZONTAL PARA NAVEGAÇÃO [m]	
111	PROTEÇÃO DOS PILARES/ENCONTROS	Dispositivos de proteção à navegação como bóias.
1	Proteção para navegação não necessária	
2	Existente e em funcionamento	
3	Existente no local mas deteriorada	
4	Existente mas deve ser reavaliada/redimensionada	
5	Não existente mas é necessária a reavaliação desse parâmetro	
N	Não aplicável	

(*) Alterações introduzidas no presente trabalho

Apêndice B. Modelo de dados

Tabela de atributos para o ficheiro com dados vetoriais (geometria do tipo ponto)

Grupo de codificação: Identificação e Localização

Nome	Tipo	Dimensão	Domínio	Observações	Codificação
ID_COD	<i>short integer</i>	---	OA_ID_COD		8A
ID_NUM (*)	<i>long integer</i>	---	---	Número sequencial único, de valor não nulo	8B
ID_NOME	<i>string</i>	150	---		8C
OA_TIPO	<i>string</i>	52	OA_TIPO		8D
DT	<i>string</i>	2	DT		3
DTCC	<i>string</i>	4	DTCC		1
DICOFRE_E	<i>string</i>	6	DICOFRE		2A + 4A
DICOFRE_D	<i>string</i>	6	DICOFRE		2B + 4B
LUGAR	<i>string</i>	100	---		4C
LAT_GMS	<i>string</i>	13	---	Coordenadas em graus, minutos e segundos	16
LONG_GMS	<i>string</i>	13	---		17
LAT_GD	<i>double</i>	---	---	Coordenadas em graus	16
LONG_GD	<i>double</i>	---	---	decimais	17
FOTO	<i>string</i>	100	---		--

(*) Campo de chave primária para interligação entre tabelas

Tabelas de atributos para os ficheiros com dados alfanuméricos

Grupo de codificação: Jurisdição

Nome	Tipo	Dimensão	Domínio	Observações	Codificação
ID_NUM (*)	<i>long integer</i>	---	---		8B
OA_RESP	<i>string</i>	2	OA_RESP		22
EST_FRONT	<i>short integer</i>	---	S_N		98
CC_VIZ	<i>string</i>	4	DTCC		98A
CO_RESP	<i>double</i>	---	---		98B
ID_OA_VIZ	<i>string</i>	150	---		99
MANUT	<i>string</i>	2	OA_RESP		21

(*) Campo de chave primária para interligação entre tabelas (número sequencial único, de valor não nulo)

Grupo de codificação: Idade e Utilização

Nome	Tipo	Dimensão	Domínio	Observações	Codificação
ID_NUM (*)	<i>long integer</i>	---	---		8B
EPOCA	<i>string</i>	1	OA_EPOCA		27A
CONST	<i>string</i>	50	---		27
FONTE	<i>string</i>	200	---		27B
RECONST	<i>string</i>	50	---		106
SERV_ON	<i>short integer</i>	---	OA_SERVICO_ON		42
SERV_UND	<i>short integer</i>	---	OA_SERVICO_UNDER		42B
FAIX_ON	<i>short integer</i>	---	---		28A
FAIX_UND	<i>short integer</i>	---	---		28B
DESVIO	<i>short integer</i>	---	---		19
FUNCIION	<i>short integer</i>	---	S_N		29A
TMD	<i>double</i>	---	---		29
ANO_TMD	<i>string</i>	4	---		30
TMD_PES	<i>double</i>	---	---		109

(*) Campo de chave primária para interligação entre tabelas (número sequencial único, de valor não nulo)

Grupo de codificação: Via Principal

Nome	Tipo	Dimensão	Domínio	Observações	Codificação
ID_NUM (*)	long integer	---	---		8B
VIA_ID	string	150			5D
VIA_POS	string	1	VIA_POSIONAMENTO		5A
TIPO_REDE	string	3	OA_REDE		5F
TIPO_VIA	string	2	OA_VIA		5B
TIPO_SERV	short integer	---	VIA_SERVICO		5C
KM_SENT	short integer	---	VIA_KM_SENTIDO		5E
KM_PT	double	---	---		11

(*) Campo de chave primária para interligação entre tabelas (número sequencial único, de valor não nulo)

Grupo de codificação: Classificação

Nome	Tipo	Dimensão	Domínio	Observações	Codificação
ID_NUM (*)	long integer	---	---		8B
IMPORT	short integer	---	OA_IMPORTANCIA		100
IGESPAR	short integer	---	S_N		37A
CLASS	string	3	OA_CLASS		37B
VIGENCIA	string	200			37C
SIPA	short integer	---	S_N		37D
NUM_SIPA	string	20			37E
VP_UTIL	short integer	---	OA_VP_UTIL		26
EST_PARA	string	1	OA_EST_PARALELA		101
TR_DIR	short integer	---	OA_TR_DIR		102
PROVIS	string	200	---		103
EA_NORMA	string	100			105A
EA_CLASSE	string	50			105B
ZS_NORMA	string	100			105C
ZS_AST1	double	---			105D
ZS_AST2	double	---			105E
AV_NORMA	string	100			105F
AV_ZONA	string	3			105G
AV_RT	string	3			105H
SRUP	string	200			105I
PORTAGEM	short integer	---	OA-PORTAGEM		20

(*) Campo de chave primária para interligação entre tabelas (número sequencial único, de valor não nulo)

Grupo de codificação: Dados de Geometria

Nome	Tipo	Dimensão	Domínio	Observações	Codificação
ID_NUM (*)	long integer	---	---		8B
L_VAO_MAX	double	---			48
L_ESTRUT	double	---			49
DES_PLANI	short integer	---	OA_DESENV_PLANIM		49A
L_PASS_E	double	---			50A
L_PASS_D	double	---			50B
L_FR	double	---			51
L_TAB	double	---			52
L_FRA	double	---			32
L_VAR	short integer	---	S_N		35
SÉPARADOR	short integer	---	OA_SÉPARADOR		33
INCLIN	double	---			34
DES_ALT	short integer	---	OA_DESENV_ALTIM		34A
GAB_H	double	---			47
GAB_H_VIA	string	1	OA_VIA_SOB_DR		55A
GAB_HE	double	---			55B
GAB_HI	double	---			56
GAB_V_VIA	string	1	OA_VIA_SOB_DR		54A
GAB_V	double	---			54B
GAB_V_VP	double	---			10
GAB_V_SE	double	---			53

(*) Campo de chave primária para interligação entre tabelas (número sequencial único, de valor não nulo)

Grupo de codificação: Estrutura e Materiais

Nome	Tipo	Dimensão	Domínio	Observações	Codificação
ID_NUM (*)	<i>long integer</i>	---	---		8B
N_VAOS_ZP	<i>short integer</i>	---			45
N_VAOS_ZA	<i>short integer</i>	---			46
MAT_ZP	<i>short integer</i>	---	OA_MAT_EST		43A
CON_ZP	<i>short integer</i>	---	OA_SE		43B
MAT_ZA	<i>short integer</i>	---	OA_MAT_EST		44A
CON_ZA	<i>short integer</i>	---	OA_SE		44B
EST_TAB	<i>string</i>	1	OA_EST_TAB		107
JD_TIPO	<i>string</i>	2	OA_JD_TIPO		107A
AA_TIPO	<i>string</i>	1	OA_AA_TIPO		107B
TAB_CD	<i>string</i>	1	OA_TAB_CD		108A
TAB_TM	<i>string</i>	1	OA_TAB_TM		108B
TAB_PS	<i>string</i>	1	OA_TAB_PS		108C

(*) Campo de chave primária para interligação entre tabelas (número sequencial único, de valor não nulo)

Grupo de codificação: Navegação

Nome	Tipo	Dimensão	Domínio	Observações	Codificação
ID_NUM (*)	<i>long integer</i>	---	---		8B
LA_ID	<i>string</i>	50			6A
LA_TIPO	<i>string</i>	2	OA_LA		6B
NAV_CONT	<i>string</i>	1	OA_NAVEG_CONT		38
NAV_EVL	<i>double</i>	---			116
NAV_EV	<i>double</i>	---			39
NAV_EH	<i>double</i>	---			40
NAV_PROT	<i>string</i>	1	OA_NAVEG_PROT		111

(*) Campo de chave primária para interligação entre tabelas (número sequencial único, de valor não nulo)

Codificação dos domínios para os campos das tabelas de atributos

Nome do Campo: ID_COD

Nome do Domínio: OA_ID_COD

Descrição do Domínio: Identificação da OA - Código

Código	Descrição
0	PH
1	PTE
2	PTO
3	VT
4	PP
5	PS
6	PI
7	PA
8	TU
9	BR

Nome do Campo: OA_TIPO

Nome do Domínio: OA_TIPO

Descrição do Domínio: Tipo de obra de arte

Código	Descrição
PH	Passagem Hidráulica
PTE	Ponte
PTO	Pontão
VT	Viaduto
PP	Passadiço (Ponte Pedonal)
PS	Passagem Superior
PI	Passagem Inferior
PA	Passagem Agrícola
TU	Túnel
BR	Barragem

Nome do Campo: DT

Nome do Domínio: DT

Descrição do Domínio: Distritos CAOP 2015

Código	Descrição
1	AVEIRO
2	BEJA
3	BRAGA
4	BRAGANÇA
5	CASTELO BRANCO
6	COIMBRA
7	ÉVORA
8	FARO
9	GUARDA
10	LEIRIA
11	LISBOA
12	PORTALEGRE
13	PORTO
14	SANTARÉM
15	SETÚBAL
16	VIANA DO CASTELO
17	VILA REAL
18	VISEU

Nome dos Campos: DTCC e CC_VIZZ

Nome do Domínio: DTCC

Descrição do Domínio: Municípios CAOP 2015

Código	Descrição
1601	ARCOS DE VALDEVEZ
1602	CAMINHA
1603	MELGAÇO
1604	MONÇÃO
1605	PAREDES DE COURA
1606	PONTE DA BARCA
1607	PONTE DE LIMA
1608	VALENÇA
1609	VIANA DO CASTELO
1610	VILA NOVA DE CERVEIRA

Nome dos Campos: DICOFRE_E e DICOFRE_D

Nome do Domínio: DICOFRE

Descrição do Domínio: Freguesias CAOP 2015

Código	Descrição
160101	ABOIM DAS CHOÇAS
160102	AGUIÃ
160104	ÁZERE
160105	CABANA MAIOR
160106	CABREIRO
160108	CENDUFE
160109	COUTO
160113	GAVIEIRA
160115	GONDORIZ
160121	MIRANDA
160122	MONTE REDONDO
160123	OLIVEIRA
160124	PAÇO
160125	PADROSO
160128	PROZELO
160130	RIO FRIO
160131	RIO DE MOINHOS
160133	SABADIM
160142	JOLDA (SÃO PAIO)
160144	SENHAREI
160145	SISTELO
160146	SOAJO
160149	VALE
160152	ALVORA E LOUREDA
160153	ARCOS DE VALDEVEZ (SÃO PAIO) E GIELA
160154	ARCOS DE VALDEVEZ (SÃO SALVADOR), VILA FONCHE E PARADA
160155	EIRAS E MEI
160156	GRADE E CARRALCOVA
160157	GUILHADESES E SANTAR
160158	JOLDA (MADALENA) E RIO CABRÃO
160159	PADREIRO (SALVADOR E SANTA CRISTINA)
160160	PORTELA E EXTREMO
160161	SÃO JORGE E ERMELO
160162	SOUTO E TABAÇO
160163	TÁVORA (SANTA MARIA E SÃO VICENTE)
160164	VILELA, SÃO COSME E SÃO DAMIÃO E SÁ

Nome dos Campos: OA_RESP e MANUT

Nome do Domínio: OA_RESP

Descrição do Domínio: Entidade responsável pela estrutura

Código	Descrição
IP	Infraestruturas de Portugal
CM	Câmara Municipal
JF	Junta de Freguesia
OT	Outro
DC	Desconhecido

Nome dos Campos: EST_FRONT, FUNCION, IGESPAR, SIPA e L_VAR

Nome do Domínio: S_N

Descrição do Domínio: Sim/Não

Código	Descrição
0	Não
1	Sim

Nome do Campo: EPOCA

Nome do Domínio: OA_EPOCA

Descrição do Domínio: Época Construtiva

Código	Descrição
1	Pré-história
2	Romana
3	Medieval
4	Moderna
5	Contemporânea
V	Várias
D	Desconhecida

Nome do Campo: SERV_ON

Nome do Domínio: OA_SERVICO_ON

Descrição do Domínio: Tipo de serviço SOBRE a estrutura

Código	Descrição
0	Outro
1	Rodovia
2	Ferrovia
3	Ciclovia/Pedovia
4	Rodovia – Ferrovia
5	Rodovia - Pedovia
6	Passagem superior
7	Terceiro nível
8	Quarto nível
9	Edifício ou Praça

Nome do Campo: SERV_UNDER

Nome do Domínio: OA_SERVICO_UNDER

Descrição do Domínio: Tipo de serviço SOB a estrutura

Código	Descrição
0	Outro
1	Rodovia (com ou sem circulação pedonal)
2	Ferrovia
3	Ciclovia/Pedovia
4	Rodovia – Ferrovia
5	Linha de Água
6	Rodovia - Linha de água
7	Ferrovia - Linha de água
8	Rodovia - Ferrovia - Linha de água
9	Estuário

Nome do Campo: VIA_POS

Nome do Domínio: VIA_POSICIONAMENTO

Descrição do Domínio: Posicionamento da via principal na OA

Código	Descrição
1	Via principal sobre a estrutura
2	Via única sobre a estrutura
A	Várias vias sob a estrutura

Nome do Campo: TIPO_REDE

Nome do Domínio: OA_REDE

Descrição do Domínio: Tipo de rede (rodoviária/ferroviária)

Código	Descrição
RNF	Rede Nacional Fundamental
RNC	Rede Nacional Complementar
RNA	Rede Nacional de Autoestradas
RER	Rede de Estradas Regionais
RRM	Rede Rodoviária Municipal
RFN	Rede Ferroviária Nacional
NA	Não Aplicável

Nome do Campo: TIPO_VIA

Nome do Domínio: OA_VIA

Descrição do Domínio: Tipo de via (rodoviária/ferroviária/pedonal)

Código	Descrição
IP	Itinerário Principal
IC	Itinerário Complementar
EN	Estrada Nacional
ED	Estrada Nacional Desclassificada
AE	Autoestrada
ER	Estrada Regional
EM	Estrada Municipal
CM	Caminho Municipal
CV	Caminho Vicinal
AR	Arruamento
LF	Linha Férrea

Nome do Campo: TIPO_SERV

Nome do Domínio: VIA_SERVICO

Descrição do Domínio: Tipo de serviço na via principal

Código	Descrição
0	Nenhuma das restantes
1	Via principal
2	Via alternativa
3	Desvio
4	Curto ramal ferroviário
5	De negócio
6	De negócio
7	Rampa, conector
8	Rua não classificada e/ou de serviço

Nome do Campo: KM_SENT

Nome do Domínio: VIA_KM_SENTIDO

Descrição do Domínio: Sentido de quilometragem da via principal

Código	Descrição
0	Não Aplicável
1	Norte
2	Este
3	Sul
4	Oeste

Nome do Campo: IMPORT

Nome do Domínio: OA_IMPORTANCIA

Descrição do Domínio: Importância estratégica

Código	Descrição
0	Não é estratégica
1	Integra via estratégica principal
2	Integra via estratégica secundária
3	Ligação a via estratégica

Nome do Campo: CLASS

Nome do Domínio: OA_CLASS

Descrição do Domínio: Classificação DGPC

Código	Descrição
MN	Monumento Nacional
IIP	Imóvel de Interesse Público
IM	Interesse Municipal
ECV	Em Vias de Classificação

Nome do Campo: VP_UTIL

Nome do Domínio: OA_VP_UTIL

Descrição do Domínio: Tipo de utilização da via principal

Código	Descrição
1	Rural: via da rede nacional fundamental (IP)
2	Rural: via da rede nacional complementar (IC e EN)
3	Rural: via da rede nacional de autoestradas (AE)
6	Rural: via da rede de estradas regionais (ER)
7	Rural: estrada/caminho municipal
8	Rural: caminho Vicinal
9	Rural: arruamento
11	Urbana: via da rede nacional fundamental (IP)
12	Urbana: via da rede nacional complementar (IC e EN)
13	Urbana: via da rede nacional de autoestradas (AE)
14	Urbana: via da rede de estradas regionais (ER)
16	Urbana: estrada/caminho municipal
17	Urbana: caminho Vicinal
19	Urbana: arruamento

Nome do Campo: EST_PAR

Nome do Domínio: OA_EST_PARALELA

Descrição do Domínio: Existência de estrutura paralela

Código	Descrição
R	Com trânsito no sentido crescente de quilometragem da via principal
L	Com trânsito no sentido decrescente de quilometragem da via principal
N	Não há estrutura paralela

Nome do Campo: TR_DIR

Nome do Domínio: OA_TR_DIR

Descrição do Domínio: Direção do tráfego rodoviário

Código	Descrição
0	Não sujeito a tráfego rodoviário
1	Um sentido de circulação
2	Dois sentidos de circulação
3	Uma só faixa de rodagem com dois sentidos

Nome do Campo: PORTAGEM

Nome do Domínio: OA_PORTAGEM

Descrição do Domínio: Portagem

Código	Descrição
1	Estrutura com portagem
2	Inserida em via com portagem
3	Sem portagem

Nome do Campo: DES_PLANI

Nome do Domínio: OA_DESENV_PLANIM

Descrição do Domínio: Desenvolvimento planimétrico

Código	Descrição
1	Retas ortogonais
2	Retas oblíquas
3	Curvas

Nome do Campo: SEPARADOR

Nome do Domínio: OA_SEPARADOR;

Descrição do Domínio: Separador entre diferentes sentidos

Código	Descrição
0	Sem separador central
1	Separação física entre as vias
2	Ligeira elevação central mas linearidade entre as vias
3	Separação central não transponível

Nome do Campo: DES_ALT

Nome do Domínio: OA_DESENV_ALTIM

Descrição do Domínio: Desenvolvimento Altimétrico

Código	Descrição
1	Reta horizontal
2	Retas em rampa
3	Curva: tabuleiro convexo
4	Curva: tabuleiro côncavo

Nome dos Campos: GAB_H_VIA e GAB_V_VIA

Nome do Domínio: OA_VIA_SOB_DR

Descrição do Domínio: Tipo de via sob a estrutura à direita

Código	Descrição
H	Rodovia inferior
R	Ferrovia inferior
N	Nem rodovia, nem ferrovia

Nome dos Campos: MAT_ZP e MAT_ZA

Nome do Domínio: OA_MAT_EST

Descrição do Domínio: Tipo de material da estrutura

Código	Descrição
0	Outro
1	Betão
2	Betão contínuo
3	Aço
4	Aço contínuo
5	Betão pré-esforçado ou pós-tensionado
6	Betão contínuo pré-esforçado ou pós-tensionado
7	Madeira
8	Alvenaria
9	Alumínio, ferro forjado, ferro fundido

Nome dos Campos: CON_ZP e CON_ZA

Nome do Domínio: OA_SE

Descrição do Domínio: Tipo de sistema estrutural

Código	Descrição
0	Outro
1	Com funcionamento de laje
2	Sistema de vigas paralelas
3	Conjunto de vigas principais e secundárias sob o pavimento
4	Viga em "T"
5	Múltiplas vigas em caixão
6	Viga única em caixão
7	Em Pórtico
8	Laje ortotrópica
9	Com asna sob o tabuleiro
10	Com asna sobre o tabuleiro
11	Com arco sob o tabuleiro
12	Com arco sobre o tabuleiro
13	Suspensa
14	Atirantada
15	Ponte móvel - levadiça
16	Ponte móvel - basculante
17	Ponte móvel - rotativa
18	Túnel
19	Conduta
20	Mistura de Tipos
21	Viga em caixão segmentada
22	Viga-canal

Nome dos Campos: EST_TAB

Nome do Domínio: OA_EST_TAB

Descrição do Domínio: Tipo de estrutura do tabuleiro

Código	Descrição
1	Betão <i>in situ</i>
2	Painéis de betão pré-fabricado
3	Chapa xadrez aberta
4	Chapa xadrez fechada
5	Placas de aço
6	Chapa ondulada
7	Alumínio
8	Madeira
9	Outro
N	Não aplicável/Desconhecida

Nome dos Campos: JD_TIPO

Nome do Domínio: OA_JD_TIPO

Descrição do Domínio: Tipo de juntas de dilatação

Código	Descrição
1	Juntas abertas
2	Juntas ocultas sob pavimento contínuo
3	Juntas de betume modificado
4	Juntas seladas com material elástico
5	Juntas em perfil de elastómetro comprimido
6	Bandas flexíveis de elastómero
7	Placas metálicas deslizantes
8	Juntas de elastómero armado
9	Pentes metálicos em consola
10	Juntas de elastómero armado compostas
11	Placas metálicas com roletes
12	Juntas de perfis de elastómero múltiplos
13	Outra
N	Não aplicável/Desconhecida

Nome dos Campos: AA_TIPO

Nome do Domínio: OA_AA_TIPO

Descrição do Domínio: Tipo de aparelhos de apoio

Código	Descrição
1	Articulações em betão
2	AA metálico de pêndulo ou balanceiro
3	AA metálicos de calote esférica ou cilíndrica – tipo “Pot-bearing”
4	AA metálicos de rolo ou rolete
5	AA metálicos de contacto linear
6	AA elastómeros ou de Neoprene Cintado
7	AA elastómeros ou de Neoprene Cintado, deslizante longitudinalmente sobre teflon
8	AA com elastómero e aço – tipo panela
9	Outra
N	Não aplicável

Nome dos Campos: TAB_CD

Nome do Domínio: OA_TAB_CD

Descrição do Domínio: Tabuleiro: Tipo de camada de desgaste

Código	Descrição
0	Nenhuma
1	Betão monolítico
2	Betão integral
3	Aditivo de latex no betão
4	Betão fluído
5	Recobrimento de epoxy
6	Betuminoso
7	Madeira
8	Gravilha
9	Outra
N	Não aplicável

Nome dos Campos: TAB_TM

Nome do Domínio: OA_TAB_TM

Descrição do Domínio: Tabuleiro: Tipo de membrana

Código	Descrição
0	Nenhuma
1	Montada <i>in situ</i>
2	Fabrico industrial
3	Epoxy
8	Desconhecida
9	Outra
N	Não aplicável

Nome dos Campos: TAB_PS

Nome do Domínio: OA_TAB_PS

Descrição do Domínio: Tabuleiro: Proteção superficial

Código	Descrição
0	Nenhuma
1	Reforço com epoxy
2	Reforçada
3	Outra cobertura de impermeabilização/reforço
4	Proteção catódica
6	Polímeros integrados
7	Selagem interna
8	Desconhecida
9	Outra
N	Não aplicável

Nome dos Campos: LA_TIPO

Nome do Domínio: OA_LA

Descrição do Domínio: Tipo de linha de água

Código	Descrição
R1	Rio Navegável ou Flutuável
R2	Rio Não Navegável Nem Flutuável
R3	Ribeira/Ribeiro
LA	Linha de Água

Nome dos Campos: NAV_CONT

Nome do Domínio: OA_NAVEG_CONT

Descrição do Domínio: Há controlo à navegação?

Código	Descrição
0	Sem controlo de navegação
1	Com controlo de navegação
N	Não aplicável (sem linha de água)
D	Desconhecido

Nome dos Campos: NAV_PROT

Nome do Domínio: OA_NAVEG_PROT

Descrição do Domínio: Proteção dos Pilares/Encontros

Código	Descrição
1	Proteção para navegação não necessária
2	Existente e em funcionamento
3	Existente no local mas deteriorada
4	Existente mas deve ser reavaliada/redimensionada
5	Não existente mas é necessária a reavaliação desse parâmetro
N	Não aplicável

Apêndice C. Fichas de anomalias propostas

Deformação de guarda-corpos metálicos

AG	ANOMALIAS NOS GUARDA-CORPOS	
<u>DEFORMAÇÃO DE GUARDA-CORPOS METÁLICOS</u>		
Descrição	Deformação dos guarda-corpos, com projeção para fora do plano.	
Causas	CA04 Embate de veículos circulantes na faixa de rodagem da ponte.	
Aspetos a inspecionar	Presença pontual ou generalizada. Avaliação do risco de queda de elementos dos guarda-corpos.	
Meios complementares de diagnóstico	Régua de medição.	
Estado de conservação	1	Presença pontual.
	2	Presença generalizada.
	3	Com risco de queda.
Fatores de agravamento		
Consequências	Perda de resistência do guarda-corpos. Pode colocar em risco a circulação em segurança dos utilizadores da ponte.	
Evolução		
Medidas mitigadoras de risco	Condicionamento da circulação pedonal.	
Metodologia de reabilitação	Desempeno dos elementos, que apresentam deformação. Em caso de elevada deformação o equipamento deverá ser removido e substituído.	
Risco de segurança para os guarda-corpos (*)	50%	
(*) Fr - fator de ponderação da relevância das anomalias nos elementos, considerado na determinação do Estado de Conservação por elemento (ECel).		

Degradação de laje em betão armado

APv	ANOMALIAS NO PAVIMENTO
<u>DEGRADAÇÃO DE LAJE EM BETÃO ARMADO</u>	
Descrição	Degradação de material de pavimento em laje de betão armado, causada por erosão, destacamento, exposição de armaduras, etc.
Causas	CA01 Assentamento dos apoios CA03 Má especificação do material CA05 Excesso de tráfego, tipo de tráfego, sismos, explosões nos terrenos adjacentes, etc. CA06 CA09 Degradação do betão por exposição ambiental.
Aspetos a inspecionar	Presença pontual ou generalizada. Exposição de armaduras e estado de conservação das mesmas.
Meios complementares de diagnóstico	Régua de medição. Detetor de armaduras.
Estado de conservação	1 Presença pontual. 2 Presença generalizada.
Fatores de agravamento	Na presença de tráfego intenso ou de condições ambientais agressivas, deve ser considerado o aumento do EC em 1 valor.
Consequências	Perda de estética e de resistência do pavimento. Corrosão das armaduras. Infiltração de água na estrutura. Transmissão irregular de cargas para o enchimento e arco. Risco de segurança para os utilizadores da ponte.
Evolução	Infiltração de água na estrutura. Depósitos de origem biológica.
Medidas mitigadoras de risco	Condicionamento do trânsito.
Metodologia de reabilitação	Remoção do betão degradado. Limpeza dos produtos de corrosão das armaduras e aplicação de inibidor de corrosão. Limpeza e molhagem da superfície de betão. Aplicação de argamassa de reparação de betão assegurando o recobrimento das armaduras.
Risco de segurança para o pavimento (*)	35%

(*) Fr - fator de ponderação da relevância das anomalias nos elementos, considerado na determinação do Estado de Conservação por elemento (ECel).

Danos em elementos de reforço de pilares em pontes com funcionamento de laje

AC	EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS A INTERVENÇÕES
<u>DANOS EM ELEMENTOS DE REFORÇO DE PILARES</u>	
Descrição	Danos em elementos de reforço de pilares.
Causas	CA01 Assentamento relativo das fundações CA03 Deficiente ligação entre o reforço e o pilar. CA09 Perda da argamassa da junta de ligação com o pilar, por ação do escoamento do curso de água, presença de vegetação de médio/grande porte.
Aspetos a inspecionar	Elementos de reforço inativos ou em falta.
Meios complementares de diagnóstico	
Estado de conservação	2 Elementos de reforço danificados ou com desvios 3 Elementos de reforço inexistentes.
Fatores de agravamento	
Consequências	Desaparelhamento da alvenaria. Redistribuição das tensões.
Evolução	Danos nos pilares. Favorece a infiltração de água e os depósitos de origem biológica.
Medidas mitigadoras de risco	Condicionamento do trânsito.
Metodologia de reabilitação	Reposição dos elementos em falta e refechamento das juntas com argamassa compatível com a alvenaria
Risco de segurança estrutural/funcional (*)	40%
(*) Fr - fator de ponderação da relevância das anomalias nos elementos, considerado na determinação do Estado de Conservação por elemento (ECel).	

Degradação de sistemas de reforço metálicos

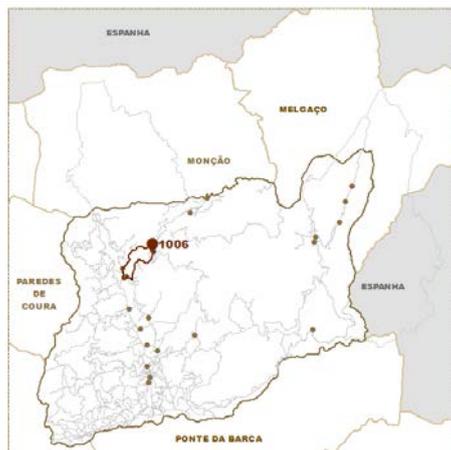
AC	EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS A INTERVENÇÕES
<p><u>DEGRADAÇÃO DE SISTEMAS DE REFORÇO METÁLICOS</u></p>	
<p>Descrição</p>	<p>Deterioração natural de sistemas de reforço metálicos (ex. gatos metálicos) por mecanismos químicos e biológicos, decorrentes da exposição ambiental.</p>
<p>Causas</p>	<p>CA03 Má especificação dos materiais metálicos e/ou do revestimento de proteção, tendo em conta a corrosividade do ambiente envolvente.</p> <p>CA09 Corrosão do material, decorrente da exposição ambiental.</p>
<p>Aspetos a inspecionar</p>	<p>Presença pontual ou generalizada. Avaliação do risco de queda de blocos.</p>
<p>Meios complementares de diagnóstico</p>	<p>Régua de medição.</p>
<p>Estado de conservação</p>	<p>1 Presença pontual.</p> <p>2 Presença generalizada.</p> <p>3 Com risco de queda de blocos.</p>
<p>Fatores de agravamento</p>	<p>Na presença de ambientes com elevada corrosividade, deve ser considerado o aumento do EC em 1 valor.</p>
<p>Consequências</p>	<p>Contaminação da alvenaria com os produtos de corrosão. Perda de resistência e de função dos reforços. Pode colocar em risco a circulação em segurança dos utilizadores da ponte.</p>
<p>Evolução</p>	<p>Degradação e fendilhação da alvenaria, ruína das guardas. Favorece o desenvolvimento de depósitos de origem biológica</p>
<p>Medidas mitigadoras de risco</p>	<p>Aplicação de um sistema de proteção contra a corrosão.</p>
<p>Metodologia de reabilitação</p>	<p>Limpeza dos produtos de corrosão, com recurso a meios mecânicos e/ou químicos compatíveis com as características dos materiais da ponte, e posterior aplicação de um sistema de proteção contra a corrosão. Em caso de elevada degradação, o equipamento deverá removido e substituído.</p>
<p>Risco de segurança estrutural/funcional (*)</p>	<p>40%</p>
<p>(*) Fr - fator de ponderação da relevância das anomalias nos elementos, considerado na determinação do Estado de Conservação por elemento (ECel).</p>	

Apêndice D. Desvio implicado com o fecho das pontes sob tutela da Câmara Municipal de Arcos de Valdevez

Ponte sobre o Rio Vez (Sistelo)
Desvio: 60km



Ponte "Nova" de Cabreiro
Desvio: 11km



Ponte de Cabreiros
Desvio: 62km



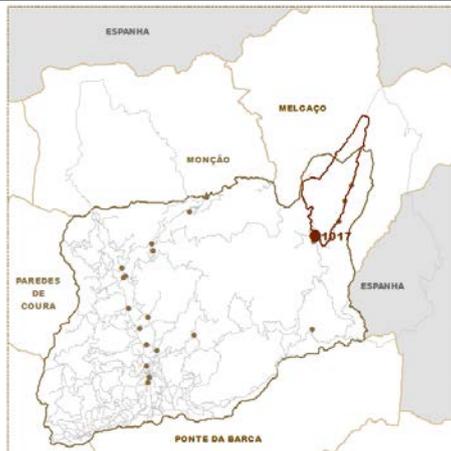
Ponte sobre o Rio Couço
Desvio: 59km



Ponte da "Meadinha"
Desvio: 30km



Ponte sobre o Rio Grande
Desvio: 20km



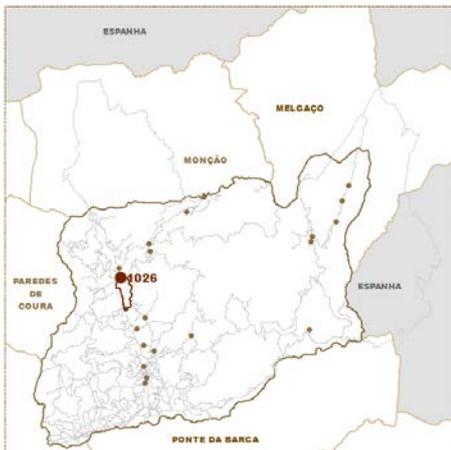
Ponte sobre o Rio Gingiela
Desvio: 71km



Ponte das Choças
Desvio: 14km



Ponte "Nova" de Vilela
Desvio: 7km



Ponte de Rio de Moinhos
Desvio: 7km



Ponte de Pogido
Desvio: 6km



Ponte da Breia
Desvio: 4km



Ponte do Toural
Desvio: 5km



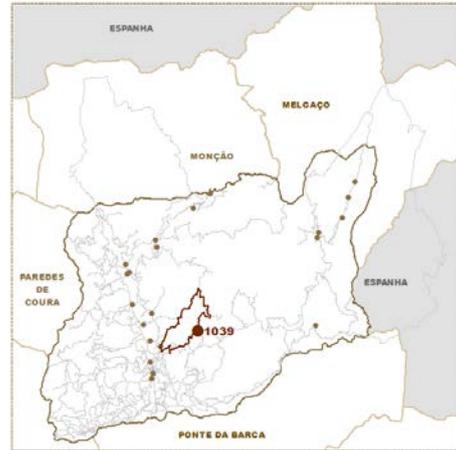
Ponte "Nova" da Vila
Desvio: 5km



Ponte sobre o Ribeiro de Cabanas
Desvio: 8km



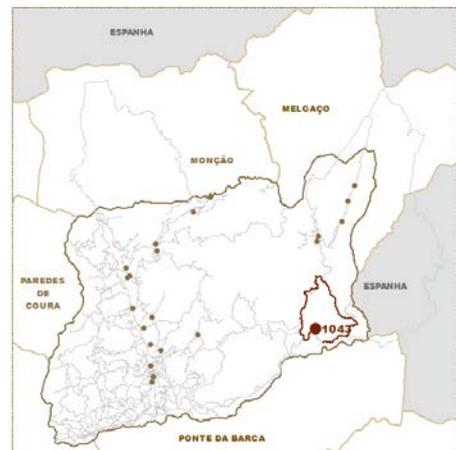
Ponte de Grade
Desvio: 20km



Ponte "Nova" do Couto
Desvio: 4km



Ponte sobre o Rio Adrão
Desvio: 21km



ANEXOS

Anexo 1. Lista de anomalias constantes no “Guia para o Diagnóstico de Obras de Arte de Alvenaria” da IP

ANOMALIAS NO TABULEIRO: ARCO

Designação	Anomalia	Risco de segurança para os arcos (*)
AA01	Fendilhação localizada de aduelas	10 %
AA02	Fratura localizada de aduelas	20 %
AA03	Esmagamento de aduelas	10 %
AA04	Fendilhação longitudinal, junto à face	55 %
AA05	Fendilhação longitudinal distribuída, na zona superior	50 %
AA06	Fendilhação longitudinal concentrada, na zona superior	45 %
AA07	Fendilhação longitudinal na base	55 %
AA08	Fendilhação transversal distribuída	65 %
AA09	Fendilhação transversal concentrada nas aduelas de fecho	55 %
AA10	Fendilhação transversal concentrada, entre as aduelas de saimel e de contrafecho	55 %
AA11	Fendilhação oblíqua	55 %
AA12	Abatimento longitudinal	65 %
AA13	Abatimento transversal	75 %
AA14	Escorregamento de fiadas transversais de aduelas	70 %
AA15	Abertura de juntas	30 %
AA16	Destacamento de aduelas	30 %
AA17	Perda de aduelas	45 %
AA18	Ruína	100 %

(*) Fr - fator de ponderação da relevância das anomalias nos elementos, considerado na determinação do Estado de Conservação por elemento (ECel).

ANOMALIAS NOS MUROS: TÍMPANO

Designação	Anomalia	Risco de Segurança para os tímpanos (*)
AT01	Fendilhação localizada de blocos	10 %
AT02	Fratura localizada de blocos	20 %
AT03	Esmagamento de blocos	10 %
AT04	Fendilhação longitudinal	35 %
AT05	Fendilhação vertical	40 %
AT06	Fendilhação oblíqua	40 %
AT07	Embarrigamento	45 %
AT08	Inclinação para fora de plano	50 %
AT09	Escorregamento	50 %
AT10	Abertura de juntas	30 %
AT11	Destacamento de blocos	30 %
AT12	Perda de blocos	45 %
AT13	Ruína	100 %

(*) Fr - fator de ponderação da relevância das anomalias nos elementos, considerado na determinação do Estado de Conservação por elemento (ECel).

ANOMALIAS NOS ENCONTROS

Designação	Anomalia	Risco de segurança para os encontros (*)
AE01	Fendilhação localizada de blocos	10 %
AE02	Fratura localizada de blocos	20 %
AE03	Esmagamento de blocos	10 %
AE04	Fendilhação transversal	50 %
AE05	Fendilhação vertical	50 %
AE06	Fendilhação oblíqua	45 %
AE07	Assentamento	30 %
AE08	Abertura de juntas	30 %
AE09	Destacamento de blocos	30 %
AE10	Perda de blocos	45 %
AE11	Ruína	100 %

(*) Fr - fator de ponderação da relevância das anomalias nos elementos, considerado na determinação do Estado de Conservação por elemento (ECel).

ANOMALIAS NOS PILARES

Designação	Anomalia	Risco de segurança para os pilares (*)
AP01	Fendilhação localizada de blocos	10 %
AP02	Fratura localizada de blocos	20 %
AP03	Esmagamento de blocos	10 %
AP04	Fendilhação vertical	50 %
AP05	Fendilhação oblíqua	50 %
AP06	Assentamento	70 %
AP07	Abertura de juntas	30 %
AP08	Destacamento de blocos	30 %
AP09	Perda de blocos	45 %
AP10	Perda de apoios dos pilares	60 %
AP11	Ruína	100 %

(*) Fr - fator de ponderação da relevância das anomalias nos elementos, considerado na determinação do Estado de Conservação por elemento (ECel).

ANOMALIAS NO QUEBRAMAR

Designação	Anomalia	Risco de segurança para os quebramares (*)
AQ01	Fendilhação localizada de blocos	10 %
AQ02	Fratura localizada de blocos	20 %
AQ03	Esmagamento de blocos	10 %
AQ04	Fendilhação vertical	50 %
AQ05	Separação do pilar	60 %
AQ06	Assentamento	70 %
AQ07	Abertura de juntas	30 %
AQ08	Destacamento de blocos	30 %
AQ09	Perda de blocos	45 %
AQ10	Ruína	100 %

(*) Fr - fator de ponderação da relevância das anomalias nos elementos, considerado na determinação do Estado de Conservação por elemento (ECel).

ANOMALIAS NOS MUROS DE AVENIDA/ALA/CONTENÇÃO

Designação	Anomalia	Risco de segurança para os muros (*)
AM01	Fendilhação localizada de blocos	10 %
AM02	Fratura localizada de blocos	20 %
AM03	Esmagamento de blocos	10 %
AM04	Fendilhação vertical	35 %
AM05	Fendilhação oblíqua	40 %
AM06	Embarrigamento	45 %
AM07	Inclinação para fora de plano	50 %
AM08	Escorregamento	50 %
AM09	Assentamento	70 %
AM10	Abertura de juntas	30 %
AM11	Destacamento de blocos	30 %
AM12	Perda de blocos	45 %
AM13	Fendilhação longitudinal	35 %
AM14	Ruína	100%

(*) Fr - fator de ponderação da relevância das anomalias nos elementos, considerado na determinação do Estado de Conservação por elemento (ECel).

ANOMALIAS EM REVESTIMENTO DE VIA E PASSEIOS: PAVIMENTO

Designação	Anomalia	Risco de segurança para o pavimento (*)
APv01	Fendilhação localizada de blocos	10 %
APv02	Fratura localizada de blocos	20 %
APv03	Degradação de material betuminoso	10 %
APv04	Fendilhação longitudinal na zona central	45 %
APv05	Fendilhação longitudinal junto às guardas	50 %
APv06	Fendilhação longitudinal com desenvolvimento até aos taludes	50 %
APv07	Fendilhação transversal	45 %
APv08	Fendilhação oblíqua	45 %
APv09	Abatimento	70 %
APv10	Abertura de juntas	30 %
APv11	Destacamento de blocos	30 %
APv12	Perda de blocos	45 %
APv13	Degradação de laje em betão armado	35 %
APv14	Ruína	100 %

(*) Fr - fator de ponderação da relevância das anomalias nos elementos, considerado na determinação do Estado de Conservação por elemento (ECel).

ANOMALIAS EM GUARDA-CORPOS E CORNIJAS: GUARDA-CORPOS

Designação	Anomalia	Risco de segurança para os guarda-corpos (*)
AG01	Fendilhação localizada de blocos	10 %
AG02	Fratura localizada de blocos	20 %
AG03	Fendilhação vertical/oblíqua	25 %
AG04	Corrosão	10 %
AG05	Desalinhamento	35 %
AG06	Abertura de juntas	40 %
AG07	Destacamento de blocos	45 %
AG08	Perda de blocos	50 %
AG09	Deformação de guarda-corpos metálicos	50 %
AG10	Ruína	100 %

(*) Fr - fator de ponderação da relevância das anomalias nos elementos, considerado na determinação do Estado de Conservação por elemento (ECel).

ANOMALIAS EM EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS A INTERVENÇÕES

Designação	Anomalia	Risco de segurança estrutural/funcional (*)
AC05	Degradação de tirantes metálicos	60%
AC06	Degradação de pregagens metálicas	50%
AC07	Degradação de betão projetado	35%
AC08	Degradação das obras de alargamento	80%
AC09	Degradação de sistemas de reforço metálicos	35%

(*) Fr - fator de ponderação da relevância das anomalias nos elementos, considerado na determinação do Estado de Conservação por elemento (ECel).

ANOMALIAS EM OUTROS EQUIPAMENTOS

Designação	Anomalia	Risco de segurança estrutural/funcional (*)
AC01	Deficiente drenagem	50%
AC02	Degradação de focos de iluminação	5%
AC03	Deficiente impermeabilização	40%
AC04	Degradação de tubos de canalização	5%

(*) Fr - fator de ponderação da relevância das anomalias nos elementos, considerado na determinação do Estado de Conservação por elemento (ECel).