

SANDRA ISABEL DA SILVA PINTO

**CONTRIBUIÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE
UM SISTEMA DE GESTÃO DE OBRAS DE ARTE
MUNICIPAL**

Orientador: Professor Doutor Elói João Faria Figueiredo

Universidade Lusófona – Centro Universitário de Lisboa

Faculdade de Engenharia

Lisboa

2023

SANDRA ISABEL DA SILVA PINTO

**CONTRIBUIÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE
UM SISTEMA DE GESTÃO DE OBRAS DE ARTE
MUNICIPAL**

Dissertação defendida em provas públicas para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil no Curso de Mestrado em Engenharia Civil, conferido pela Universidade Lusófona – Centro Universitário de Lisboa, no dia 2 de março de 2023, perante o júri, nomeado pelo Despacho de Nomeação nº: 63/2023, de 9 de janeiro de 2023, com a seguinte composição:

Presidente: Prof. Doutor Vítor Filipe Silva Antunes

Arguente: Prof. Doutor Júlio António da Silva Appleton

Orientador: Prof. Doutor Elói João Faria Figueiredo

Universidade Lusófona – Centro Universitário de Lisboa

Faculdade de Engenharia

Lisboa

2023

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar neste espaço o meu sincero agradecimento a todos os que contribuíram para que a realização deste trabalho fosse possível. No entanto, gostaria de deixar um agradecimento especial:

Ao Professor Elói Figueiredo, pela oportunidade que me proporcionou e pela confiança que depositou em mim para executar o Projeto Reconhecer, por todos os conhecimentos transmitidos ao longo do meu percurso académico, por todo o incentivo e motivação que me deu, e pela disponibilidade, orientação e paciência na realização deste trabalho.

Ao Eng.º Luís Oliveira Santos, por ter aceitado o convite para ser meu co-orientador e por todos os ensinamentos que me transmitiu.

À Câmara Municipal de Barcelos e às juntas de freguesia deste concelho pelas informações disponibilizadas.

À Cameron, pela amizade, pela motivação e pela ajuda nos textos em inglês.

Aos meus pais, o meu maior exemplo, por todo o amor, apoio, força e carinho que me dão todos os dias, desde sempre, bem como à restante família próxima.

RESUMO

Em Portugal, a responsabilidade pela gestão de obras de arte distribui-se por várias entidades. Os principais gestores de obras de arte em Portugal são a IP e a Brisa, existindo também um vasto parque de obras de arte sob domínio dos municípios. No entanto, as informações sobre as obras de arte sob jurisdição municipal e a sua gestão são escassas, o que torna difícil efetuar a sua caracterização. Desconhece-se a quantidade e a condição deste património, pois a maioria das autarquias não possui um inventário das suas estruturas, não realiza inspeções periódicas e ações de manutenção regulares, e não possui um sistema de gestão de obras de arte. Também não existem atualmente documentos normativos ou legislativos que estabeleçam requisitos de conservação mínimos das estruturas ou que regulem a gestão de obras de arte sob domínio municipal.

A implementação de um sistema de gestão de obras de arte é imprescindível para assegurar o investimento que as obras de arte representam, garantir a segurança e um adequado desempenho funcional das estruturas durante o seu período de vida útil, e apoiar a decisão dos decisores na gestão racional dos limitados recursos financeiros disponíveis e no planeamento das atividades de manutenção e conservação. O inventário é uma componente fundamental nestes sistemas, uma vez que precede e serve de base para a futura realização das inspeções periódicas e dos trabalhos de manutenção ou conservação.

Através da implementação do “Projeto Reconhecer” foi realizado o inventário de 116 obras de arte sob a responsabilidade direta da Câmara Municipal de Barcelos (CMB). Este projeto de investigação e desenvolvimento resultou da celebração de um protocolo envolvendo a Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias (ULHT), o Laboratório Nacional de Engenharia Civil e a CMB.

Os objetivos principais da presente dissertação são: (i) conhecer as atuais práticas de gestão de obras de arte municipais e caracterizar as estruturas sob jurisdição dos municípios; (ii) identificar as dificuldades e necessidades dos municípios para efetuar a sua gestão; (iii) descrever a metodologia desenvolvida pelo Projeto Reconhecer para a realização do inventário das obras de arte do Concelho de Barcelos, constituída por um conjunto de procedimentos normalizados e na qual a ficha de inspeção de inventário é o elemento mais relevante; e (iv) caracterizar estas estruturas.

Palavras-chave: sistema de gestão de obras de arte, obras de arte municipais, inventário, ficha de inspeção de inventário.

ABSTRACT

In Portugal, the responsibility for the management of bridges is distributed among several entities. The main bridge managers in Portugal are IP and Brisa, and there is also a vast collective of bridges under the domain of municipalities. However, information on bridges under municipal jurisdiction and how they are managed are scarce, which makes it difficult to characterize them. The quantity and condition of these assets is unknown, as most municipalities do not keep an inventory of their structures, do not carry out periodic inspections and regular maintenance actions, and do not have a management system for bridges. There are also currently no normative or legislative documents that establish minimum conservation requirements for structures or that regulate the management of bridges under municipal domain.

It is essential to implement a bridge management system in order to ensure the investment that bridges represent, to guarantee the safety and adequate functional performance of the structures during their lifetime, and to support the decision of managers in the rational management of the limited financial resources available and in the planning of maintenance and conservation activities. The inventory is a fundamental component in these systems, since it precedes and serves as a basis for the future performance of periodic inspections and maintenance, or conservation works.

Through the implementation of the "Reconhecer Project", the inventory of 116 works of art under the direct responsibility of the Municipality of Barcelos (CMB) was carried out. This research and development project resulted from the signing of a protocol involving the Lusophone University of Humanities and Technologies (ULHT), the National Laboratory of Civil Engineering and the CMB.

The main objectives of this dissertation are: (i) to know the current management practices of municipal bridges and to characterize the structures under the jurisdiction of municipalities; (ii) to identify the difficulties and needs of municipalities to perform their management; (iii) to describe the methodology developed by the "Reconhecer Project" to perform the inventory of the bridges of the Municipality of Barcelos, consisting of a set of standard procedures and in which the inventory inspection form is the most relevant element; and (iv) to characterize these structures.

Keywords: bridge management system, municipal bridges, inventory, inventory inspection form.

ABREVIATURAS

AEA	Autoestradas do Atlântico
AEBT	Autoestradas do Baixo Tejo
AEDL	Autoestradas do Douro Litoral
AELO	Autoestradas do Litoral Oeste
AMT	Autoridade da Mobilidade e dos Transportes
BAE	Brisa Auto-estradas de Portugal
BCR	Brisa Concessão Rodoviária
BEG	Brisa Engenharia e Gestão
CM	Caminho Municipal
CMB	Câmara Municipal de Barcelos
CV	Caminho Vicinal
ED	Estrada Desclassificada
EM	Estrada Municipal
EN	Estrada Nacional
EP	Estradas de Portugal, S.A.
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ER	Estrada Regional
EUA	Estados Unidos da América
FID	Ficha de Identificação da Obra de Arte
FII	Ficha de Inspeção de Inventário
IMT	Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P.
IP	Infraestruturas de Portugal, S.A.
JAЕ	Junta Autónoma de Estradas
LCCA	Life-Cycle Costs Analysis (Análise do Custo do Ciclo de Vida)

LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
NDE	Non-Destructive Evaluation (Ensaios Não Destrutivos)
NDT	Non-Destructive Testing (Ensaios Não Destrutivos)
OAC	Obra de Arte Corrente
OAE	Obra de Arte Especial
OE	Ordem dos Engenheiros
PDM	Plano Diretor Municipal
PMDFCI	Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios
PRN	Plano Rodoviário Nacional
REFER	Rede Ferroviária Nacional
REOT	Relatório Sobre o Estado do Ordenamento do Território
RRN	Rede Rodoviária Nacional
SHM	Structural Health Monitoring (Monitorização da Integridade Estrutural)
UF	União de Freguesias
ULHT	Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Índice Geral

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Motivação	2
1.3. Objetivos da dissertação	3
1.4. Metodologia.....	4
1.5. Organização	5
 2. A GESTÃO DAS OBRAS DE ARTE	 7
2.1. Considerações iniciais	7
2.2. A necessidade de gestão das obras arte.....	8
2.3. Sistemas de gestão de obras de arte	16
2.4. O papel das inspeções	19
2.5. Tipos de inspeção	21
2.5.1. Inspeção de inventário	21
2.5.2. Inspeção de rotina	22
2.5.3. Inspeção principal	23
2.5.4. Inspeção especial.....	24
2.5.5. Inspeção subaquática.....	25
2.6. Os principais gestores de obras de arte em Portugal.....	25
2.7. A gestão de obras de arte sob tutela da IP	27
2.7.1. Caracterização do parque de obras de arte.....	27
2.7.2. Caracterização da gestão das obras de arte e estado de conservação das estruturas	29
2.8. A gestão de obras de arte sob tutela da Brisa	32
2.8.1. Caracterização do parque de obras de arte.....	32
2.8.2. Caracterização da gestão das obras de arte e estado de conservação das estruturas	34

2.9. A gestão de obras de arte sob jurisdição municipal.....	36
2.9.1. Caracterização do parque de obras de arte.....	36
2.9.2. Enquadramento legislativo	37
2.9.3. Caracterização da gestão de obras de arte e estado de conservação das estruturas	39
2.9.4. Principais desafios na gestão de obras de arte	44
2.10. Considerações finais	47
 3. O INVENTÁRIO DAS OBRAS DE ARTE DO CONCELHO DE BARCELOS	
- PROJETO RECONHECER	51
3.1. Considerações iniciais	51
3.2. O Projeto Reconhecer	51
3.3. Metodologia aplicada na inventariação	52
3.3.1. Descrição da metodologia.....	52
3.3.2. O Formulário Identifica	54
3.3.3. Ficha de Inspeção de Inventário.....	56
3.3.4. Inspeções de inventariação das obras de arte	65
3.3.5. Ficha de Identificação das Obras de Arte	67
3.3.6. Relatório Final	67
3.4. Aplicação da metodologia a um conjunto de obras de arte	68
3.4.1. Ponte Nova	68
3.4.2. Ponte da Breia.....	71
3.4.3. Ponte do Verdeal.....	74
3.5. Considerações finais.....	78
 4. O PARQUE DE OBRAS DE ARTE DO CONCELHO DE BARCELOS.....	81
4.1. Considerações iniciais	81
4.2. Caracterização morfológica.....	81
4.2.1. Enquadramento territorial.....	81
4.2.2. Geomorfologia.....	83

4.2.3. Hidrologia e Hipsometria	83
4.2.4. Clima	86
4.2.5. Demografia	86
4.2.6. Estrutura do povoamento	88
4.2.7. Rede rodoviária de Barcelos	89
4.2.8. Património arquitetónico	94
4.3. Caracterização do parque de obras de arte	94
4.3.1. Localização das obras de arte	95
4.3.2. Tipologia, material estrutural e sistema estrutural longitudinal	96
4.3.3. Sistema estrutural transversal e material da laje	101
4.3.4. Número e dimensão dos vãos	101
4.3.5. Pilares, aparelhos de apoio e encontros	103
4.3.6. Tipo de utilização, elementos não estruturais e alterações aparentes	106
4.4. Considerações finais	109
5. SUMÁRIO, CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	113
5.1. Sumário	113
5.2. Conclusões do inventário	117
5.3. Conclusões gerais	118
5.4. Desenvolvimentos futuros	120
BIBLIOGRAFIA	125
APÊNDICES	I
APÊNDICE I – Ficha de Inspeção de Inventário (FII)	iii
APÊNDICE II – Ficha de Identificação da Obra de Arte (FID)	viii

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Colapso da ponte de Entre-os-Rios (Fonte: Jornal Económico, 2018)	9
Figura 2.2 - Evolução dos custos de manutenção e de novas construções de obras de arte (Fonte: Brito & Branco, 1991).....	12
Figura 2.3 - Lei de Sitter (Fonte: www.picbon.com).....	14
Figura 2.4 - Evolução de diferentes estratégias de conservação de obras de arte (Adaptado de Poças, 2009).....	15
Figura 2.5 - A gestão de obras de arte como um campo multidisciplinar (Fonte: Figueiredo, Moldovan, & Marques, 2013).....	17
Figura 2.6 - Concessionárias da RRN e subconcessões da IP (Fonte: Feio, 2021).....	26
Figura 2.7 - Diagrama esquemático das extensões das concessões da Rede Rodoviária Nacional e da Rede Nacional de Autoestradas (fonte: AMT, 2021).....	26
Figura 2.8 - Distribuição das obras de arte da EP por idade (Fonte: Lopes E., 2008)	28
Figura 2.9 - Distribuição do património de obras de arte rodoviárias da IP por tipologia, por material e por extensão das respetivas estruturas (Adaptado de Pereira S. A., 2018)	28
Figura 2.10 - Património de obras de arte ferroviárias da IP por tipologia e por material (Fonte: Lopes N., 2016).....	29
Figura 2.11 - Modelo funcional do SGOA IP (Fonte: Póvoa, Freire, & Santos, 2017)	30
Figura 2.12 - Distribuição das obras de arte da Brisa por tipologia (Fonte: Barros P. L., 2013)	32
Figura 2.13 - Distribuição das obras de arte da Brisa por idade (Fonte: Barros P., 2013)	33
Figura 2.14 - Distribuição das obras de arte da Brisa por material (Fonte: Barros P., 2013).....	33
Figura 2.15 - Avaliação do estado das obras de arte da Brisa (Fonte: Barros P., 2013)	35
Figura 2.16 - Tipologia e extensão dos troços de estradas a transferir para os municípios (Fonte: Laranjo, 2021).....	38
Figura 2.17 - Municípios que responderam ao inquérito sobre a gestão de obras de arte sob tutela municipal	40
Figura 2.18 - Municípios com inventário de obras de arte e tipo de inventário (Adaptado de Sousa, 2017)	41
Figura 2.19 - Municípios que realizavam inspeções periódicas às obras de arte (Adaptado de Sousa, 2017)	41
Figura 2.20 - Municípios que realizavam ações de manutenção regulares às obras de arte (Adaptado de Sousa, 2017).....	42
Figura 2.21 - Municípios com um sistema de gestão de obras de arte (Adaptado de Sousa, 2017)	42
Figura 2.22 - Desabamento de estrada em Borba em 2018 (Fonte: Jornal Público, 2018)	43

Figura 2.23 - Principais entraves a uma resposta eficaz na gestão de obras de arte municipais (Adaptado de Marlena Sousa).....	44
Figura 3.1 - Fases do Projeto Reconhecer.....	54
Figura 3.2 - Formulário Identifica	55
Figura 3.3 - Comprimento total e comprimento dos vãos (perfil longitudinal).....	58
Figura 3.4 - Altura das vigas (corte transversal).....	58
Figura 3.5 - Obra de arte com tabuleiro misto de alvenaria de pedra – betão	59
Figura 3.6 - Denominação dos elementos constituintes de obras de arte em arco de alvenaria de pedra (alçado)	60
Figura 3.7 - Definição de tabuleiro em obras de arte em arco de alvenaria de pedra (corte transversal) ...	60
Figura 3.8 - Código de identificação das obras de arte	62
Figura 3.9 - Ferramentas e equipamentos utilizados nas inspeções de inventário.....	66
Figura 3.10 - Enquadramento no concelho e localização da Ponte Nova	69
Figura 3.11 - Alçado geral da Ponte Nova.....	70
Figura 3.12 - Vista inferior do tabuleiro da Ponte Nova.....	70
Figura 3.13 - Vista superior da Ponte Nova, Norte.....	71
Figura 3.14 - Enquadramento no concelho e localização da Ponte Nova	72
Figura 3.15 - Alçados da Ponte da Breia.....	72
Figura 3.16 - Encontros da Ponte da Breia.....	73
Figura 3.17 - Vista superior da Ponte da Breia.....	73
Figura 3.18 - Guarda-corpos, passeio e bueiro da Ponte da Breia.....	74
Figura 3.19 - Enquadramento concelhio e localização da Ponte do Verdeal	74
Figura 3.20 - Alçado da Ponte do Verdeal, Sudoeste	75
Figura 3.21 - Vista superior da Ponte do Verdeal.....	75
Figura 3.22 - Vão em arco da Ponte do Verdeal.....	76
Figura 3.23 - Vãos em viga contínua da Ponte do Verdeal	76
Figura 3.24 - Corte transversal a meio do 2º vão, Noroeste	77
Figura 4.1 - Enquadramento do Concelho de Barcelos (Fonte: REOT de Barcelos, 2019)	82
Figura 4.2 - Mapa das freguesias do Concelho de Barcelos (Adaptado de Wikipedia).....	82
Figura 4.3 - Concelhos abrangidos pela bacia hidrográfica do Rio Cávado (Adaptada de EDP & ICNB, 2008).....	83
Figura 4.4 - Principais bacias hidrográficas existentes no Concelho de Barcelos (Fonte: PMDFCI, 2016)	84
Figura 4.5 - Sub-bacias hidrográficas existentes no Concelho de Barcelos (Fonte: PMDFCI, 2016)	84
Figura 4.6 - Modelo digital de terreno e bacias hidrográficas do Concelho de Barcelos (Adaptado de CMB, PDM, 2002)	85
Figura 4.7 - Densidade Populacional do Concelho de Barcelos (Fonte: CMB, REOT, 2019).....	87

Figura 4.8 - Tipo de povoamento e distribuição espacial da indústria no Concelho de Barcelos (Fonte: CMB, Relatório 5 da Revisão do PDM, 2002).....	88
Figura 4.9 - Distribuição das vias da rede viária do Concelho Barcelos.....	91
Figura 4.10 - Distribuição das vias da rede viária classificada do Concelho Barcelos	91
Figura 4.11 - Distribuição dos tipos de vias da rede viária classificada do Concelho de Barcelos	92
Figura 4.12 - Distribuição dos tipos de vias da rede viária do Concelho de Barcelos	93
Figura 4.13 - Rede rodoviária classificada do Concelho de Barcelos (Fonte: CMB, Relatório 10 - Infraestruturas de Transporte, 2006).....	93
Figura 4.14 - Mapa de localização das obras de arte por freguesia	95
Figura 4.15 - Distribuição das obras de arte por tipologia	96
Figura 4.16 - Distribuição das obras de arte por tipo de material estrutural	96
Figura 4.17 - Número de obras de arte por tipologia em função do material estrutural	96
Figura 4.18 - Percentagem de obras de arte por tipologia em função do material estrutural	97
Figura 4.19 - Distribuição das obras de arte por tipo de sistema estrutural longitudinal	97
Figura 4.20 - Percentagem de obras de arte por tipologia e em função do sistema estrutural longitudinal	98
Figura 4.21 - Número de pontões por material e por tipo de sistema estrutural longitudinal	99
Figura 4.22 - Percentagem de pontões por tipo de sistema estrutural longitudinal e por material	99
Figura 4.23 - Obras de arte mais comuns do tipo pontão.....	99
Figura 4.24 - Número de pontes por tipo de sistema estrutural longitudinal e por material	100
Figura 4.25 - Percentagem de pontes por tipo de sistema estrutural longitudinal e por material	100
Figura 4.26 - Obras de arte mais comuns do tipo ponte.....	100
Figura 4.27 - Distribuição das obras de arte por material da laje	101
Figura 4.28 - Distribuição das obras de arte por número de vãos.....	102
Figura 4.29 - Obras de arte com vão ou somatório de vãos entre 20 e 50 m.....	102
Figura 4.30 - Obras de arte com vão ou somatório de vãos superior 50 m	103
Figura 4.31 - Obras de arte com pilares	103
Figura 4.32 - Número de obras de arte por nº de pilares.....	103
Figura 4.33 - Distribuição das obras de arte com pilares por tipo de material dos pilares.....	104
Figura 4.34 - Obras de arte com aparelhos de apoio.....	104
Figura 4.35 - Distribuição das obras de arte por material do conjunto de encontros (esquerdo e direito)	105
Figura 4.36 - Conjunto de encontros observados nas obras de arte	105
Figura 4.37 - Muro de testa de ambos os lados (pontão de betão armado na UF de Viatodos, Grimancelos, Minhotães e Monte de Fralães)	105
Figura 4.38 - Distribuição das obras de arte por tipo de pavimento da faixa de rodagem	106
Figura 4.39 - Obras de arte com juntas de dilatação	106
Figura 4.40 - Distribuição do tipo de juntas de dilatação.....	106
Figura 4.41 - Junta de dilatação não aparente (passagem agrícola na freguesia de Arcozelo).....	107

Figura 4.42 - Distribuição das obras de arte por tipo de sistema de drenagem	107
Figura 4.43 - Bueiro (ponte entre Areias e Pousa, UF de Areias de Vilar e Encourados)	108
Figura 4.44 - Talude em rampa lateral à via em terra vegetal (Ponte da Igreja, freguesia de Pousa).....	108
Figura 4.45 - Obras de arte com intervenções/alterações aparentes	109
Figura 4.46 - Distribuição dos tipos de intervenções/alterações aparentes	109

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Tipologias de obras de arte e critérios de validação utilizados no Projeto Reconhecer	53
Tabela 2 - Dimensão dos pilares da Ponte do Verdeal.....	77
Tabela 3 - Densidade populacional dos concelhos da Sub-região Cávado	86
Tabela 4 - Extensão da rede rodoviária classificada nos municípios da sub-região do Cávado (Adaptado de CMB, Relatório 10 da Revisão do PDM, 2006)	89
Tabela 5 - Distribuição quilométrica e o peso percentual das categorias das vias da rede viária do Concelho de Barcelos (Adaptado de CMB, Relatório 10 da Revisão do PDM, 2006).....	92
Tabela 6 - Distribuição das obras de arte por dimensão dos vãos	102

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

As redes de transportes rodoviárias e ferroviárias têm um papel fundamental no desenvolvimento e no funcionamento da economia e da sociedade. As obras de arte integradas nestas redes são infraestruturas que assumem particular relevância, permitindo a transposição de obstáculos e, desta forma, assegurando a continuidade das vias em que estão inseridas. São também infraestruturas que implicam enormes investimentos: as pontes compreendem tipicamente nas redes rodoviárias cerca de 2% do comprimento e cerca de 30% do valor, sendo de longe, juntamente com os túneis, as partes mais vulneráveis e caras por quilómetro.

Para assegurar o investimento que estas estruturas representam e garantir, simultaneamente, a segurança e um adequado desempenho funcional das obras durante o período de vida útil para o qual foram concebidas, o património das obras de arte de engenharia civil, depois de construído, tem de ser preservado. A única maneira de o fazer é manter uma vigilância constante às estruturas e conservar o seu estado acima de um determinado limite (Sousa C. M., 2008) através da implementação de ações de inspeção, manutenção e conservação.

Os custos associados às ações de manutenção e conservação e o número de obras de arte são elevados. Face à limitação de fundos para a realização destas ações, é imprescindível um processo de priorização das mesmas, na tentativa de encontrar um equilíbrio entre o desempenho pretendido e os recursos financeiros disponíveis. A otimização do planeamento desse tipo de atuações ao longo das suas vidas úteis servirá, para além de diminuir o risco associado a esse tipo de obras, para ajudar a fundamentar as decisões de investimento e permitir uma redução significativa de custos (Almeida J. , 2013). O instrumento através do qual é feita a coordenação e a implementação das atividades de acompanhamento das obras de arte ao longo da fase de serviço, a fase mais extensa do seu ciclo de vida, mediante o orçamento disponível, é o sistema de gestão de obras de arte.

Em Portugal, embora os dois grandes gestores de obras de arte sejam a Infraestruturas de Portugal (IP) e a Brisa, ao nível das redes locais as câmaras municipais têm também um parque de obras de arte muito vasto (Coutinho, 2018), sendo da sua responsabilidade a gestão dessas estruturas incorporadas nas redes viárias municipais.

A maior parte da rede rodoviária corresponde à Rede Rodoviária Municipal, com cerca de 80 000 km, cuja gestão se encontra repartida por autarquias locais, isto é, as juntas de freguesia (Tomaz, 2021). Por comparação, note-se que a Rede Rodoviária Nacional tem cerca de 15 000 km, de acordo com o Instituto Nacional de Estatística. Os municípios são responsáveis pela gestão de um vasto conjunto de obras de arte, parte das quais estava originalmente integrada em estradas nacionais, que têm vindo a ser desclassificadas e cuja tutela tem sido transferida para os órgãos municipais. No entanto, as informações sobre as obras de arte sob jurisdição municipal e a forma como a sua gestão é realizada pelas autarquias são escassas, não existindo um cadastro nacional nem um registo da gestão que é levada a cabo pelos municípios (Sousa M. A., 2017).

Além da limitação de recursos financeiros e técnicos das autarquias que condiciona a sua capacidade para realizar as tarefas de gestão das suas obras de arte, não existe um enquadramento legislativo ou normativo aplicável à gestão destas estruturas no nosso País.

Assim, é relevante conhecer as atuais práticas de gestão realizadas pelas câmaras municipais e caracterizar as estruturas sob sua jurisdição para poder definir uma estratégia de acompanhamento das obras de arte, de forma sistemática, regular, assente em procedimentos uniformizados e facilitar a orçamentação da sua manutenção. O inventário é o primeiro passo para a futura realização todos os procedimentos posteriores de gestão das obras de arte.

1.2. Motivação

Uma vez que os municípios são responsáveis pelas obras de arte inseridas na vasta rede viária sob sua jurisdição, com uma extensão de 80 000 km, e que as informações sobre estas e a forma como a sua gestão é realizada pelas autarquias são escassas procurou-se contribuir para o conhecimento do atual estado da arte da gestão de obras de arte sob jurisdição municipal, a caracterização deste património e a identificação das dificuldades e necessidades das autarquias na realização da gestão destas estruturas.

Para este efeito, o Concelho de Barcelos, que não possuía o inventário das suas obras de arte, foi utilizado como caso de estudo. Assim, na presente dissertação foi realizado o inventário de todas as obras de arte sob responsabilidade direta desta Câmara Municipal ou tuteladas pelas juntas de freguesia, no âmbito do Projeto Reconhecer, do qual a autora da dissertação foi uma das

autoras, sendo assim o primeiro passo para a implementação de um sistema de gestão de obras de arte que permita programar e sistematizar procedimentos periódicos de inspeção e de manutenção, de modo a otimizar as intervenções de manutenção com os recursos financeiros disponíveis. Com efeito, só a partir do conhecimento detalhado das obras de arte existentes é possível a definição de uma política de gestão, envolvendo as operações de manutenção e de reparação necessárias para garantir a segurança, a funcionalidade e a durabilidade das obras de arte. Este projeto de investigação e desenvolvimento resultou da celebração de um protocolo envolvendo a Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias (ULHT), o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e a Câmara Municipal de Barcelos (CMB).

1.3. Objetivos da dissertação

Os objetivos principais da presente dissertação são:

- Caracterizar as atuais práticas de gestão de obras de arte municipais e caracterizar as estruturas sob jurisdição das autarquias;
- Identificar as dificuldades e necessidades municipais para efetuar as atividades de inspeção, manutenção ou conservação;
- Descrever a metodologia desenvolvida pelo Projeto Reconhecer para a realização do inventário das obras de arte do Concelho de Barcelos;
- Caracterizar o parque de obras de arte do Concelho de Barcelos.

Pretende-se, assim, abordar a temática pouco discutida da gestão de obras de arte sob jurisdição dos municípios e contribuir para a implementação de uma cultura de gestão de obras de arte a nível municipal, através da aplicação de uma metodologia que sistematiza e uniformiza o procedimento de inventariação, tendo em conta as especificidades das estruturas sob jurisdição dos municípios e a limitação de recursos financeiros disponíveis para a sua gestão, e tendo em vista a implementação de um sistema de obras de arte que permita programar as atividades de acompanhamento das estruturas de forma sistemática, regular e assente em procedimentos uniformizados, e otimizar o seu planeamento mediante os recursos financeiros disponíveis.

Nesse sentido foram definidos os objetivos específicos:

- Pesquisa bibliográfica sobre a gestão de obras de arte, em particular sobre os SGOA's;
- Identificação dos principais gestores de obras de arte em Portugal;
- Caracterização dos parques de obras de arte, das atuais práticas de gestão e da condição atual das estruturas sob jurisdição da IP e da Brisa;
- Caracterização do parque de obras de arte e das atuais práticas de gestão das estruturas sob jurisdição dos municípios;
- Desenvolvimento de uma metodologia de sistematização e uniformização da inventariação das obras de arte sob jurisdição municipal;
- Inventariação de todas as obras de arte do Concelho de Barcelos; e
- Caracterização do parque de obras de arte do Concelho de Barcelos.

1.4. Metodologia

Para a concretização dos objetivos referidos, a metodologia adotada será a seguinte:

- Pesquisa bibliográfica;
- Desenvolvimento de uma metodologia de inventariação de obras de arte municipais; e
- Aplicação da metodologia de inventariação de obras de arte municipais na inventariação de todas as obras de arte Concelho de Barcelos.

1.5. Organização

A presente dissertação encontra-se organizada em cinco capítulos, o primeiro dos quais é a presente Introdução.

No capítulo 2 apresenta-se o estado da arte da gestão de obras de arte em Portugal. É inicialmente feito o enquadramento desta temática e a justificação da sua pertinência, caracterizados sucintamente os sistemas de gestão de obras de arte, explicado o papel que as inspeções têm nestes sistemas e descritos os tipos de inspeção que podem ser realizados ao longo da vida útil de uma obra de arte. Depois são identificados os principais gestores deste tipo de estruturas em Portugal, caracterizados os seus parques de obras de arte e a sua condição atual, apresentando o levantamento das suas metodologias de gestão. Por fim, é caracterizado o parque de obras de arte sob jurisdição dos municípios e a sua gestão, e são identificadas as dificuldades e necessidades das autarquias na realização dessa gestão.

No Capítulo 3 é descrita a metodologia desenvolvida no âmbito do Projeto Reconhecer para a inventariação das obras de arte municipais e aplicada no município de Barcelos. A aplicação desta metodologia é exemplificada através da sua utilização a três obras de arte, cujas especificidades justificam algumas considerações e conceitos desta metodologia.

No Capítulo 4 é feita a caracterização do Concelho de Barcelos e do seu parque de obras de arte, designadamente quanto à localização das obras de arte, à sua tipologia, material estrutural e sistema estrutural, dimensão, tipo de pilares, aparelhos de apoio e encontros.

Por fim, no Capítulo 5 são apresentadas as principais conclusões.

2. A GESTÃO DAS OBRAS DE ARTE

2.1. Considerações iniciais

As obras de arte são infraestruturas que implicam enormes investimentos na fase de construção. Ao longo da sua fase de serviço, a fase mais extensa do seu ciclo de vida, a sua segurança, funcionalidade e durabilidade têm de ser asseguradas, bem como o investimento que estas estruturas representam, através da implementação de ações de inspeção, manutenção e conservação. Os elevados custos financeiros associados à manutenção e conservação de obras de arte tornam necessário uma gestão racional do parque de obras, identificando atempadamente os problemas mais urgentes, permitindo a sua hierarquização e a utilização mais racional dos limitados recursos disponíveis. O instrumento através do qual é feita a coordenação e a implementação das atividades de acompanhamento das obras de arte, mediante o orçamento disponível, é o sistema de gestão de obras de arte.

Nos sistemas de gestão de obras de arte as inspeções têm uma importância crucial, pois a manutenção e a conservação das obras de arte baseiam-se, fundamentalmente, nos resultados obtidos nas atividades de inspeção (Cruz P. J., 2006). Os resultados das inspeções constituem, assim, o input dos sistemas de gestão de obras de arte e da qualidade dos resultados obtidos depende, em grande parte, a eficácia de todo o sistema de gestão, sendo o inventário o primeiro passo para a implementação desses sistemas.

Neste Capítulo, com o objetivo de conhecer o estado da arte da gestão de obras de arte em Portugal, será inicialmente feito o enquadramento desta temática, justificando a sua importância e necessidade, caracterizados sucintamente os sistemas de gestão de obras de arte, explicado o papel que as inspeções têm nestes sistemas e descritos os tipos de inspeção que podem ser realizados ao longo da vida útil das estruturas. Serão identificados os principais gestores deste tipo de estruturas em Portugal, caracterizados de uma forma geral os seus parques de obras de arte, a sua condição atual, e as suas atuais práticas de gestão. Por fim, serão caracterizados o parque de obras de arte sob jurisdição dos municípios e as práticas de gestão das estruturas, e identificadas as dificuldades e necessidades na realização do seu acompanhamento.

2.2. A necessidade de gestão das obras arte

As infraestruturas de transportes e as redes que constituem têm um papel fundamental na sociedade e no funcionamento da economia de um país ou região. As obras de arte integradas nas redes de transportes rodoviárias e ferroviárias são elementos vitais de ligação, permitindo ultrapassar obstáculos, dando, consequentemente, continuidade às vias onde se inserem, sendo necessárias para assegurar a eficiência da operação dos sistemas de transportes que possibilitam a circulação de pessoas, bens e serviços. Se por qualquer motivo uma obra de arte não estiver operacional, o sistema de transportes ficará restringido nas suas funções. Retirar uma obra de arte de serviço ou limitar a sobrecarga máxima admissível pressupõe uma grave perturbação para o transporte rodoviário ou ferroviário, mesmo sem considerar as consequências catastróficas que poderia acarretar um eventual colapso (Cruz P. J., 2006), implicando custos avultados e diminuição de produtividade económica.

Nas últimas décadas aumentou a consciência da importância das obras de arte na economia dos países e na segurança pública. Os níveis de segurança que vão sendo exigidos pela população têm vindo a aumentar na sequência da ocorrência de acidentes trágicos (Almeida J., 2013). Os colapsos de obras de arte têm consequências extremamente gravosas, não só económicas, mas também sociais e até políticas, sendo a perda de vidas humanas a mais dramática. Estes acontecimentos tornam-se marcos históricos, provocando um forte impacto na opinião pública e nas autoridades gestoras de obras de arte, comprovando as consequências que podem advir da negligência na manutenção, no acompanhamento e nas inspeções periódicas das obras de arte, e tornando, assim, evidente a necessidade de uma mudança nas práticas de gestão destas estruturas. Os colapsos definem, assim, pontos de viragem que sensibilizam as entidades gestoras e os governos para a sua responsabilidade enquanto autoridades, impondo a eficácia da estratégia de manutenção e conservação das obras de arte de forma a minimizar o risco de catástrofes. O património das obras de arte de engenharia civil, depois de construído, tem de ser acompanhado e inspecionado ao longo da sua vida útil, de forma periódica e exaustiva, executando atividades de manutenção e conservação sempre que necessárias, para que se possa garantir, simultaneamente, a segurança das estruturas e um adequado desempenho funcional.

Em Portugal, o ponto de viragem foi definido pela queda da ponte Hintze Ribeiro em Entre-os-Rios (Figura 2.1), que, em 2001, vitimou 59 pessoas. De forma semelhante ao que sucedeu noutros países na sequência de acidentes similares, as entidades gestoras portuguesas na

altura - Brisa, Estradas de Portugal e Refer - reagiram alterando as suas práticas de modo a minimizar o risco de um novo evento catastrófico e simultaneamente garantindo condições de serviço aceitáveis, dentro dos recursos financeiros disponíveis. Em 2018, registaram-se pelo menos quatro colapsos, sendo o mais grave deles a queda de um trecho da ponte Morandi em Génova, Itália, da qual resultaram dezenas de mortes. Estes acontecimentos tornam atual a preocupação sobre a segurança, a inspeção, o diagnóstico, a gestão da conservação e a monitorização de obras de arte.



Figura 2.1 - Colapso da ponte de Entre-os-Rios (Fonte: Jornal Económico, 2018)

Pretende-se que as obras de arte tenham um longo período de vida. Muitas vezes associa-se uma certa imagem de eternidade a estas estruturas porque o seu tempo de vida é normalmente superior ao da vida humana. No entanto, sejam quais forem as soluções construtivas ou os materiais adotados, mais tarde ou mais cedo os efeitos da degradação começarão a aparecer (Ryall, M. J., 2010).

Segundo o Eurocódigo 0 - Bases para o projeto de estruturas, espera-se que uma ponte desempenhe as funções para que foi concebida durante um período de vida útil de 100 anos (IPQ, 2009), prevendo-se para isso apenas manutenção preventiva, não devendo ser necessário realizar grandes reparações, desde que a sua utilização esteja de acordo com o previsto. No entanto, para que a estrutura possa atingir essa durabilidade é necessário que esta seja assegurada controlando a deterioração em todas as fases de vida da estrutura, principalmente numa altura em que se projetam pontes para mais de 100 anos, como no caso da Ponte Vasco da Gama, a primeira ponte portuguesa

onde foi imposto, na fase de concurso, a realização de um projeto para uma vida útil de 120 anos. O processo deve iniciar-se com o desenvolvimento de um projeto de durabilidade, seguido da implementação de um conjunto de procedimentos durante a construção para garantir as especificações definidas em projeto. Durante a fase de serviço, a gestão das obras de arte deve ser realizada incorporando um sistema de inspeção e manutenção para controlo atempado das degradações.

O conceito de conceber com durabilidade existe nas obras desde a antiguidade (Branco F. A., 2009). A pedra era o principal material de construção nas obras mais importantes (Branco & Brito, 2004) devido à sua resistência e durabilidade, para reduzir a sua degradação, até ser substituída pelo ferro, mais tarde o aço, que começou a ser produzido no final do séc. XVIII e a ser utilizado na construção de pontes no início do séc. XIX (LNEC, 2010), tornando-se o principal material utilizado para a construção desse tipo de estruturas até 1935, altura em que a construção de pontes metálicas começa a ser abandonada em detrimento do betão armado e da técnica do betão pré-esforçado, que surgem por volta de 1880 e 1930, respetivamente (LNEC, 2010).

Porém, o desempenho dos materiais que vieram substituir a pedra como material de construção não correspondeu às expectativas iniciais. Os problemas de corrosão do aço exigem estratégias de manutenção desde o início da sua fase de serviço. No período do ferro e do aço, as construções eram pintadas periodicamente para proteção da corrosão (Branco F. A., 2009). De facto, as primeiras metodologias de gestão de obras de arte surgiram associadas às pontes ferroviárias (Branco & Brito, 2004). Com o surgimento do betão armado acreditava-se que o problema da corrosão do aço ficaria resolvido, pois estaria bem protegido no interior do betão, tendo-se chegado a pensar que estas estruturas praticamente dispensariam manutenção no decurso da sua vida útil (Brito J. d., 1992). Tal não se veio a verificar, constatando-se sinais de degradação dos materiais passadas poucas décadas e a necessidade de atuar para além das atividades de manutenção preventivas.

Nenhum material é por si próprio durável; é a interação entre o material e o ambiente a que está exposto que determina a sua durabilidade (Costa A., 2014), sendo este resultado da interação entre a estrutura, o ambiente e as condições de uso, de operação e de manutenção (Medeiros, Andrade, & Helene, 2011). No início do século XX, milhares de quilómetros de estradas e obras de arte foram construídas em todo o mundo devido ao aumento exponencial da indústria automóvel e das redes rodoviárias, ocorrendo o maior desenvolvimento da rede nacional e a construção da maioria das pontes rodoviárias apenas nas últimas três décadas. O conjunto de

obras de arte construído ao longo destes anos apresenta sinais de degradação não só devido à sua idade, resultado do natural envelhecimento dos materiais, mas também decorrentes de um conjunto de fatores que contribuem para a aceleração da sua degradação. Os ambientes a que estas estruturas estão expostas são mais agressivos do que no passado, provocando uma degradação precoce face à vida útil inicialmente estimada, por efeito dos cloretos, seja associado a ambientes marinhos ou devido à ação de produtos descongelantes, da carbonatação e ou das reações expansivas de origem interna, e da proteção inadequada contra corrosão, agravada pela fraca qualidade dos materiais e por baixos valores de recobrimentos.

A degradação do parque de obras de arte existentes é também amplificada por novas solicitações provocadas por um volume crescente de tráfego e um aumento do peso máximo dos veículos individuais, significando que, para muitas estruturas, as cargas a que as obras de arte estão a ser submetidas são muito mais altas do que as previstas no projeto (Figueiredo, Moldovan, & Marques, 2013). Aos fatos anteriores somam-se ainda a reduzida atenção dada normalmente em projeto à durabilidade, privilegiando a otimização da estrutura e o menor custo inicial de construção, a falta de controlo de qualidade durante a construção e a ausência de práticas de inspeção e manutenção periódicas durante a fase de serviço.

Frequentemente adota-se, de forma conservadora, um fim da vida útil, em termos de degradação, associado ao início da corrosão nas armaduras principais das peças de betão armado ou associado ao início da corrosão nas secções úteis de aço das estruturas metálicas (Branco & Brito, 2011). O cenário descrito compromete a durabilidade das obras de arte, podendo reduzir o período de vida útil para o qual foram concebidas, implicando uma maior frequência de ações de manutenção e conservação, além das previstas, com consequente aumento dos custos referentes a estas atividades, e possivelmente reduzindo também a sua capacidade de carga, podendo por em causa a funcionalidade ou mesmo aumentando o risco de colapso.

A situação de aceleração da degradação das estruturas, o número elevado e a idade das obras de arte em funcionamento, a saturação de áreas urbanas em relação a novas construções e o aumento crescente dos custos de construir novo em relação a reparar o existente justificam que na atualidade se verifique a tendência para os investimentos em manutenção e conservação de obras de arte existentes serem superiores aos investimentos em novas construções (Figura 2.2).

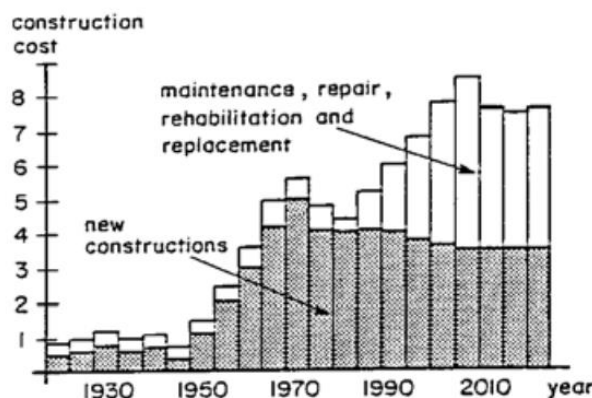


Figura 2.2 - Evolução dos custos de manutenção e de novas construções de obras de arte (Fonte: Brito & Branco, 1991)

Nos EUA, a construção de obras de arte aumentou consideravelmente a partir de 1950, até ao final da década de 1970. A maioria foi concebida para um período de vida útil de 50 anos, aproximando-se agora do final da sua vida útil e, portanto, necessitarão brevemente de reabilitação ou substituição (ASCE, 2017). As estruturas estão envelhecidas, com uma idade média de 43 anos, tendo 39% mais de 50 anos e 15% uma idade entre 40 e 49 anos (GAO, 2016). Nos últimos anos, neste país, os investimentos passaram a priorizar a preservação das obras de arte existentes (ASCE, 2017). Em 2012, foram gastos 17,5 mil milhões de dólares em construção de obras de arte. A grande maioria desse montante, 16,4 mil milhões de dólares, foi destinada à reabilitação ou substituição de pontes existentes, tendo o restante sido dedicado à construção de novas pontes (Kirk & Mallett, 2018).

O parque de pontes dos EUA contabilizava 614.387 pontes em 2016, constatando-se que 9,1% se encontravam estruturalmente deficientes, realizando-se, em média, 188 milhões de viagens diárias através de uma ponte estruturalmente deficiente. Além disso, a 10,1% foram impostas restrições de carga ou velocidade, e 13,6% foram consideradas funcionalmente obsoletas (ASCE, 2017). A estimativa mais recente indica que as necessidades de reabilitação de pontes dos EUA implicariam 123 mil milhões de dólares.

Na União Europeia, a maioria das pontes das redes rodoviárias nacionais foi construída após a Segunda Guerra Mundial (Figueiredo, Moldovan, & Marques, 2013). Por esse fato, grande parte delas tem hoje mais de 40 anos e a situação começa a parecer-se com a dos Estados Unidos (Cruz P. J., 2006). Pouco depois do colapso da ponte Morandi, uma auditoria do governo francês revelou que, das 12 000 pontes mantidas pelo Estado que atravessam o país, um terço necessitava de reparações e 840 corriam o risco de ruir. Na Alemanha, as pontes também estão a envelhecer

e, em 2017, 12,4% das pontes estavam em más condições (Government Europa, 2019). Na Grã-Bretanha, quase 3 500 pontes tiveram restrições de carga no ano fiscal de 2016-2017, estimando-se que repor estas pontes em perfeitas condições teria um custo de cerca de mil milhões de euros, o equivalente a cerca de 317 mil euros por estrutura. Para ações de conservação de todo o parque de pontes seriam necessários quase 6 mil milhões de euros, despendendo a Grã-Bretanha em manutenção e conservação cerca de 430 milhões de euros anualmente (RAC Foundation, 2018).

Em Portugal, a maioria das pontes rodoviárias foram construídas nos últimos 35 anos. Aprender as lições do atual cenário de infraestruturas em alguns dos mais desenvolvidos países do mundo, e assumindo o atraso português no desenvolvimento da economia, é possível concluir que precisamos de agir hoje para evitar esses grandes investimentos daqui a 20 ou 30 anos, ou seja, temos de manter o presente para preservar o futuro (Figueiredo, Moldovan, & Marques, 2013).

Em todo o mundo, os investimentos em redes rodoviárias e ferroviárias são enormes e as pontes, juntamente com os túneis, são de longe as partes mais vulneráveis e caras por quilómetro. Nas redes rodoviárias, tipicamente compreendem cerca de 2% do comprimento e cerca de 30% do valor, o que mostra o custo relativamente elevado das pontes (Figueiredo, Moldovan, & Marques, 2013). A IP refere que, desde 2010, foram investidos mais de 300 milhões de euros na reparação e manutenção das obras de arte. Em 2018, a IP deu início a 22 empreitadas de reabilitação e reforço de obras de arte, abrangendo um total de 27 obras de arte, totalizando um investimento de 26,6 milhões de euros, onde destaca a intervenção de conservação e reparação da Ponte 25 de Abril, no valor de 12 milhões de euros (Cruz M. , 2019). A IP vai investir, em 2022, 41 milhões de euros para reabilitar 25 obras de arte que integram a rede rodoviária e ferroviária nacional.

A estratégia de manutenção mais correta em obras de arte, assim como noutros tipos de equipamentos e infraestruturas sociais, é a manutenção preditiva. Esta baseia-se num conjunto de ações de inspeção implementadas de acordo com um calendário planeado e com intervalos regulares entre visitas (Brito, Santos, & Branco, 2002). A adoção de medidas de manutenção permite, em muitos casos, prevenir anomalias que implicam, muitas vezes, onerosos trabalhos de reparação e restrições à utilização da obra de arte (Santos, 2007). A demora em iniciar a manutenção de uma obra torna os reparos mais trabalhosos e onerosos. A lei de evolução dos custos, conhecida como Lei de Sitter (Figura 2.3), mostra que a cada uma das etapas da vida útil da estrutura corresponderá um custo de correção que segue uma progressão geométrica de razão cinco.

Assim, por exemplo, na fase de manutenção preventiva as operações necessárias para assegurar as boas condições da estrutura durante o período da sua vida útil podem custar até 25 vezes mais que medidas corretas tomadas na fase de projeto. Por outro lado, podem ser cinco vezes mais económicas do que aguardar a apresentação de patologias que requeiram ações de manutenção corretiva.



Figura 2.3 - Lei de Sitter (Fonte: www.picbon.com)

Pelo exposto se compreende que os custos de manutenção e conservação de obras de arte são cada vez mais importantes. Com efeito, além da acelerada degradação das estruturas, da idade das mesmas, das novas solicitações a que estão sujeitas e da preocupação com a segurança e desempenho que oferecem, o número de obras de arte é tão elevado que as administrações necessitam de investir cada vez mais dinheiro na inspeção e conservação das mesmas. Embora neste âmbito o valor do investimento tenha vindo a aumentar nos últimos anos, este é insuficiente para cobrir todas as intervenções necessárias. Isto significa que tem de existir um processo de priorização na gestão de obras de arte e que tem de ser encontrado um equilíbrio entre o desempenho pretendido e os recursos financeiros disponíveis.

Os sistemas de gestão de obras de arte são instrumentos fundamentais de apoio à decisão, que auxiliam na priorização e no planeamento de ações preventivas e corretivas ao longo da vida útil das estruturas, tendo como objetivos principais garantir a segurança, a funcionalidade e a otimização na utilização dos recursos disponíveis. De uma forma sintética, pode dizer-se que são normalmente compostos por três módulos base: base de dados; inspeção e avaliação; e apoio à decisão e gestão. Estes sistemas devem permitir ao gestor tomar decisões baseadas na informação recolhida durante as inspeções relativas ao estado de conservação das obras de arte, utilizando-as

para construir cenários de atuação e prever o nível de conservação futuro de cada elemento (Poças, 2009), como é exemplificado na Figura 2.4, na qual as linhas verde e azul representam dois cenários de atuação possíveis.

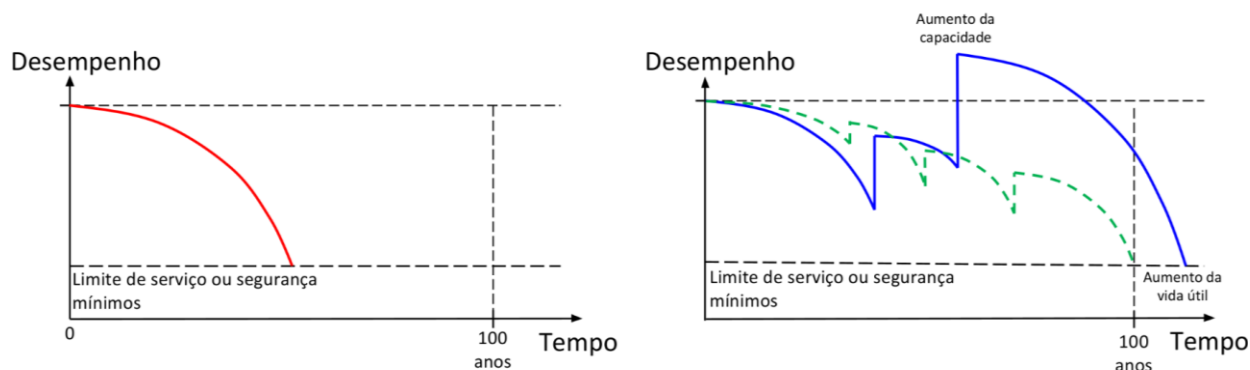


Figura 2.4 - Evolução de diferentes estratégias de conservação de obras de arte (Adaptado de Poças, 2009)

Atualmente, os recentes desenvolvimentos tecnológicos possibilitam uma nova abordagem aos sistemas de gestão de obras de arte através da implementação da monitorização da integridade estrutural ou Structural Health Monitoring (SHM), que permite a monitorização permanente do estado de conservação e de segurança da estrutura. A sua utilização em obras de arte não é, no entanto, generalizada, restringindo-se apenas a estruturas consideradas com importância muito relevante, pela sua dimensão, complexidade ou papel socioeconómico.

Efetivamente, as inspeções continuam a ser a prática corrente de monitorização da integridade de uma estrutura, ainda que seja uma monitorização pontual ou momentânea. As inspeções têm assim uma importância crucial na gestão de obras de arte, já que são a prática dominante de acompanhamento do comportamento e da condição das estruturas, servindo como meio privilegiado de deteção de anomalias e respetivo nível de deterioração, de identificação de intervenções e programação de ações necessárias que servirá de base para a gestão dos fundos disponíveis, e, em última análise, de garantia de segurança das estruturas, constituindo o input do sistema de gestão de obras de arte.

A qualidade dos dados inseridos nos sistemas de gestão de obras de arte tem, portanto, enorme relevância, já que desta dependerá a eficácia de todo o sistema. As inspeções baseiam-se essencialmente em inspeções visuais que, pelo seu carácter subjetivo e qualitativo, são complementadas por ensaios não destrutivos, também denominados Non-Destructive Testing (NDT) ou Non-Destructive Evaluation (NDE), de modo a facultar informação de índole mais

quantitativa sobre a condição das estruturas, melhorando a consistência e a fiabilidade das inspeções e, conseqüentemente, do próprio sistema de gestão de obras de arte. Estes ensaios são já usados em muitos países, constituindo atualmente um complemento importante na avaliação da condição de uma obra de arte.

As obras de arte têm de ser acompanhadas e inspecionadas ao longo da sua fase de serviço, de forma periódica e exaustiva, executando-se atividades de manutenção e conservação sempre que necessárias, para que se atinja o período de vida útil para o qual foram concebidas e se possam garantir os requisitos de segurança e funcionalidade.

Em Portugal, o parque de obras de arte é cada vez maior e inclui algumas obras de elevada importância sociocultural. Esse fato associado ao trágico colapso da ponte centenária de Entre-os-Rios, que vitimou cerca de meia centena de pessoas em março de 2001, vem justificar a urgência de implementação de mecanismos de alerta atempada para as situações de maior perigosidade (Almeida J. M., 2003). O objetivo principal da gestão de obras de arte é evitar o colapso (Figueiredo, Moldovan, & Marques, 2013).

Nas obras de arte, as exigências socioeconómicas inerentes à sua utilização, os elevados custos tanto associados a intervenções de reparação, como os associados às interferências ou restrição na exploração durante a fase de serviço, e a limitação de fundos disponíveis para as atividades de manutenção e conservação justificam um acompanhamento rigoroso das obras e uma gestão integrada ao longo das suas vidas, que permita uma otimização do investimento global e dos usufrutos a médio e longo prazo.

2.3. Sistemas de gestão de obras de arte

A gestão criteriosa de um parque de obras de arte tem como principais objetivos a segurança estrutural, a minimização dos custos de conservação, a racionalização dos meios disponíveis e o prolongamento da vida útil das obras de arte, o que para além das vantagens económicas se revela também conveniente tanto do ponto de vista ambiental como da preservação do património. A referida gestão compreende a recolha e tratamento de informação relativamente ao estado de conservação de cada obra, a realização de trabalhos de manutenção e de reabilitação e, eventualmente, a sua reconstrução ou substituição (Santos, 2007).

Os sistemas de gestão de obras de arte são instrumentos de apoio à decisão que auxiliam na priorização e no planeamento de ações preventivas e corretivas ao longo da vida útil das estruturas, bem como na utilização mais racional dos limitados recursos disponíveis. São ferramentas informáticas desenvolvidas para, a partir dos resultados das inspeções, analisar fatores técnicos e económicos de modo a assistir as autoridades na determinação de como e quando tomar decisões referentes à manutenção, reparação e reabilitação das estruturas. A gestão de obras de arte é uma vasta área multidisciplinar que incorpora conhecimentos de engenharia estrutural, tecnologia da informação e economia (Figura 2.5) (Figueiredo, Moldovan, & Marques, 2013).

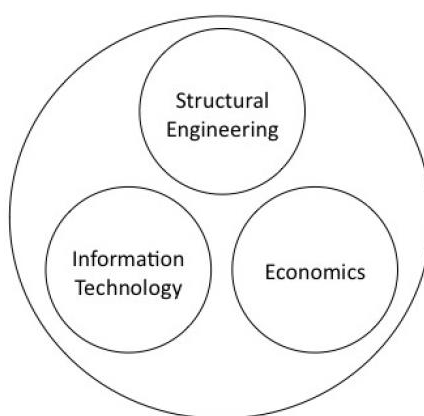


Figura 2.5 - A gestão de obras de arte como um campo multidisciplinar (Fonte: Figueiredo, Moldovan, & Marques, 2013)

Para que o sistema apoie de forma adequada a tomada de decisões sobre a afetação dos recursos disponíveis para realização de trabalhos de conservação das diversas obras de arte é necessário que, para além dos custos associados a esses trabalhos, possibilite uma hierarquização das deficiências existentes, em termos da sua gravidade bem como da complexidade e urgência da sua reparação. Essa hierarquização só é possível com uma classificação tão objetiva e uniforme quanto possível relativamente deficiências detetadas nas diversas obras de arte. Nesse sentido, é indispensável que o sistema de gestão defina claramente os procedimentos a adotar no âmbito de uma inspeção, listando os pontos a analisar, identificando as principais anomalias e definindo critérios para a sua classificação. O bom êxito desta tarefa passa ainda pelo estabelecimento das qualificações dos inspetores e pela sua adequada formação (Santos, 2007).

Os sistemas de gestão de obras de arte têm como principais eixos de atuação (Póvoa, Freire, & Santos, 2017):

- A identificação de anomalias existentes nas obras de arte;
- O levantamento exaustivo dos trabalhos necessários, de manutenção e reparação, tendo em vista a sua realização atempada;
- A prescrição de medidas de atuação complementares, tendentes ao desenvolvimento do diagnóstico; e
- A priorização das intervenções de grande reparação das obras de arte com condição estrutural mais grave.

Os sistemas de gestão de obras de arte possuem três módulos base:

- **Base de dados:** a base de dados deve conter os registos do inventário das obras, com as informações disponíveis da construção e do projeto (materiais, sistema construtivo, capacidade de carga, dimensões);
- **Inspeção e avaliação:** módulo constituído pelos apontamentos das inspeções periódicas realizadas nas obras ou possíveis mudanças de registos do inventário tais como: alteração do volume de tráfego, modificações relativas às obras, entre outros; e
- **Apoio à decisão e gestão:** neste módulo, os sistemas de gestão de obras de arte baseiam-se em ferramentas de análise de custo de vida ou *Life-Cycle Costs Analysis* (LCCA). Na análise de custo de vida são considerados, além dos custos iniciais dos empreendimentos (projetos, construção e execução), os custos de longo prazo distribuídos nas ações de operação, manutenção, reparos, reabilitação e de substituição. Este módulo é dividido nos módulos de custo, deterioração e otimização. O modelo de deterioração é construído através de ferramentas estatísticas baseadas em dados das inspeções periódicas das obras de arte. Os modelos de deterioração e as ferramentas analíticas e numéricas de otimização

possibilitam avaliar o desempenho das obras de arte e quantificar riscos, prever e planejar as intervenções, determinar prioridades, calcular os custos envolvidos nas obras e planejar orçamentos, otimizando o destino dos recursos (Oliveira, Greco, & Pereira, 2018).

Os dois primeiros módulos são constituídos fundamentalmente pela entrada de dados, tendo como principal benefício a organização das informações através da sua inserção de acordo com formato padronizado e em campos específicos. Ao serem organizados e uniformizados, os dados podem ser trabalhados mais facilmente pelo usuário, possibilitando a sua maior exploração a partir da utilização de simulações computacionais.

2.4. O papel das inspeções

A manutenção e a conservação das obras de arte são fundamentais para garantir a segurança das estruturas, um desempenho acima de limites aceitáveis e o tempo de vida definido em projeto. A manutenção deverá fazer parte de um processo mais amplo de gestão que, por sua vez, se baseia nos resultados obtidos através da realização de inspeções às estruturas. As inspeções permitem obter os dados necessários para conhecer, em cada momento, o estado funcional e resistente das estruturas (Cruz P. J., 2006).

Nos sistemas de gestão de obras de arte as inspeções têm uma importância crucial, pois a manutenção e a conservação das obras de arte baseiam-se, fundamentalmente, nos resultados obtidos nas atividades de inspeção (Cruz P. J., 2006). Os resultados das inspeções constituem, assim, o input dos sistemas de gestão de obras de arte e da qualidade dos resultados obtidos depende, em grande parte, a eficácia de todo o sistema de gestão.

Um dos principais objetivos das inspeções é o de detetar anomalias. Os resultados das inspeções, fundamentalmente sob a forma de listagens de anomalias detetadas e respetivo nível de deterioração, constituem a base de dados dos sistemas de gestão de obras de arte. As anomalias são registadas nos relatórios de inspeção, descritas detalhadamente, referindo as respetivas causas e as consequências que poderão advir da sua existência (Cruz P. J., 2006). Assim, poderão ser preconizados os trabalhos necessários para a sua mitigação e também acompanhar o seu progresso através do recurso aos relatórios de inspeção da obra de arte ao longo do tempo.

Através das inspeções é também possível definir políticas de atuação em função de sinais premonitórios detetados, atribuindo a operação de colmatação de cada anomalia a um grupo de prioridade de atuação. Sendo os fundos monetários adstritos à manutenção do parque de obras existente insuficientes para colmatar todas as anomalias detetadas, os grupos de prioridade de atuação permitem definir a forma de despender racionalmente os fundos disponíveis (Brito, Santos, & Branco, 2002).

Os sistemas de gestão de obras de arte 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. Poderão incluir análises mais complexas baseadas em modelos de deterioração, que permitem a previsão do estado dos elementos ao longo do tempo. Estes modelos baseiam-se em resultados das inspeções.

Assim, os principais objetivos das inspeções de obras de arte são:

- Garantir a segurança das obras de arte;
- Identificar quaisquer trabalhos de manutenção, reparação e reabilitação que sejam necessários; e
- Fornecer uma base para o planeamento e financiamento das obras necessárias.

A única forma adequada de realizar inspeções em obras de arte inseridas numa rede viária é através de procedimentos normalizados. Esses procedimentos deverão ser definidos em documentos preparados de antemão pela entidade concessionária e recorrerão a um conjunto de ferramentas cuja implementação se baseia no conhecimento/experiência de diversos especialistas em obras de arte (desde o projeto à manutenção, passando pela construção e inspeção).

As inspeções devem ser um passo importante na tarefa de garantir a funcionalidade das obras de arte durante toda a sua vida útil e prolongar esta tanto quanto possível (Brito J. , 2001). Numa estratégia de manutenção proactiva, as inspeções devem ser realizadas em todas as obras de arte da rede com um calendário predefinido, independente do estado das estruturas, que só é alterado perante a deteção de graves anomalias estruturais.

2.5. Tipos de inspeção

As inspeções que podem ser realizados ao longo da vida útil de uma obra de arte são geralmente divididas em cinco categorias: inspeção de inventário, inspeção de rotina, inspeção principal, inspeção especial e inspeção subaquática (Santos, 2012). A cada tipo de inspeção correspondem diferentes periodicidades, meios de acesso, equipamento e exigências de qualificação dos inspetores (Santos, 2007). De seguida descrevem-se os tipos de inspeção.

2.5.1. Inspeção de inventário

A inspeção de inventário deve constituir a primeira atividade na implementação de um sistema de gestão de obras de arte, devendo preceder e servir de base a quaisquer outros trabalhos de inspeção, manutenção ou conservação. O inventário de uma obra de arte é o registo organizado e sistemático das suas características, devendo ser efetuado quando uma nova obra de arte é integrada no sistema e para as obras já integradas que, entretanto, tenham sido objeto de alterações.

Consiste, essencialmente, na localização, identificação e descrição da obra de arte, de acordo com critérios preestabelecidos, de forma a obter uma base documentada que permita, com eficiência, efetuar todos os procedimentos posteriores de gestão das obras de arte (Cruz P. J., 2006). A informação deve ser uniformizada o mais possível e suficientemente detalhada de forma a evitar situações futuras de dúvida sobre determinadas características da obra.

O inventário, é, em geral, organizado em três partes (Cruz P. J., 2006):

- **Dados administrativos:** nos dados administrativos regista-se toda a informação disponível que permita localizar e identificar inequivocamente a obra de arte. Para a localização da obra será fundamental registar, pelo menos, o nome da via em que esta se insere e o respetivo ponto quilométrico. Para a identificação, deve-se, entre outros, registar o tipo de obra e o seu nome e atribuir-lhe uma numeração ou matrícula. É ainda necessário registar a localização geográfica de cada obra de arte, dada pelo GPS (georreferenciação) no ponto de interseção da via principal com a via intersetada;

- **Dados técnicos:** nos dados técnicos devem ser registados a solução estrutural (tipo de estrutura, número de vãos, etc.), as dimensões gerais (comprimento, largura, gabarits), a caracterização da via sobre a obra de arte e do respectivo tráfego, e alguns dados sobre o meio em que se insere a obra (zona sísmica, agressividade ambiental, etc.) (Cruz P. J., 2006). Estes são os dados mais apropriados para entender o comportamento estrutural e realizar projetos de reparação, se necessários (Sousa G. J., 2017); e
- **Dados de constituição:** estes pretendem descrever e quantificar os materiais/equipamentos, utilizados nas diversas partes da obra de arte. Em geral, as obras de arte são divididas em várias componentes de constituição das partes físicas distintas da estrutura e que se distinguem pela função que desempenham. Assim, deve-se identificar os componentes que constituem a obra de arte escolhidos. Posteriormente, para cada componente, deverá ser feito o registo de todos os materiais/equipamentos que o constituem, bem como das respectivas quantidades.

Estes dados podem ser obtidos através da consulta do projeto de execução ou, no caso deste não existir ou ser omissos, através da sua recolha diretamente em campo, segundo métodos preestabelecidos. Em situações de dúvida, as quais podem surgir durante o inventário ou em fases posteriores, a confirmação deverá ser sempre feita na obra e, no caso de haver divergências, devem ser feitas as devidas correções e atualizado o inventário (Cruz P. J., 2006).

2.5.2. Inspeção de rotina

As inspeções de rotina são efetuadas com uma periodicidade bienal no contexto rodoviário e com uma periodicidade de 15 meses no contexto ferroviário (IP, 2018). O intuito destas inspeções é avaliar o estado de manutenção das obras de arte, o qual traduz a boa ou má execução regular dos trabalhos de manutenção (Cruz P. J., 2006). Servem para identificar eventuais anomalias ou confirmar que a manutenção corrente é suficiente (Coutinho, 2018).

Durante a inspeção, o inspetor deve avaliar os trabalhos de manutenção anteriormente realizados, assim como a necessidade de realizar trabalhos complementares. Estes trabalhos de manutenção distinguem-se dos de reparação/conservação pela sua natureza, extensão e

especificidade técnica, pelo que podem ser efectuados por pessoal menos especializado e sem o recurso a equipamentos especiais (Cruz P. J., 2006).

Estes trabalhos, nos sistemas de gestão de obras de arte, encontram-se, geralmente, tipificados e associados a custos unitários. Assim, é possível ter um caderno de encargos relativo aos diversos trabalhos de manutenção e desenvolver mapas de quantidades para trabalhos futuros com base nos relatórios das inspeções de rotina.

Estas inspeções distinguem-se das inspeções principais por não ser feita a avaliação das anomalias mais graves cuja retificação terá de passar pela execução de trabalhos de reparação/conservação ou pela elaboração de projetos de reabilitação. Contudo, se durante uma inspeção de rotina forem detetadas anomalias que, pela sua complexidade e natureza, requerem uma avaliação mais aprofundada, deverá ser indicada a necessidade de realização de uma inspeção principal.

2.5.3. Inspeção principal

As inspeções principais são realizadas a cada seis anos (Coutinho, 2018). Consistem em observar e registar as condições de funcionamento de uma obra de arte (Cruz P. J., 2006). As inspeções de rotina pretendem apenas identificar as anomalias resultantes da falta de manutenção, pelo que as inspeções principais se distinguem das de rotina por efetuarem a avaliação das anomalias mais graves, como fissuras em elementos estruturais, rotação ou desaprumos de pilares ou assentamentos de fundações (Jesus, 2015), que comprometem o bom desempenho dos diversos componentes da obra de arte, quer a nível de durabilidade, quer ao nível da segurança, e cuja retificação terá de passar pela realização de trabalhos de manutenção ou pela preparação de projetos de reparação.

Os danos menores, associados a um deficiente estado de manutenção, podem comprometer a durabilidade dos materiais e equipamentos a médio e longo prazo, correspondendo a situações sobre as quais se pode atuar facilmente. Os danos mais importantes correspondem, geralmente, a um estado mais avançado de degradação (estado de conservação) dos materiais/equipamentos, sendo em parte resultantes da má conceção ou da deficiente execução dos componentes da obra de arte, e podem comprometer a curto ou médio prazo a segurança estrutural e/ou do tráfego, ou ter uma evolução que origine custos de reparação demasiado elevados evitáveis.

Durante a inspeção principal deve-se fazer o registo completo, por componente, de todos os danos visíveis ou situações de funcionamento inadequado. Deve-se descrever e localizar o dano, indicar a sua causa, se for conhecida, e a evolução prevista, sendo ainda do âmbito deste tipo de inspeção a sugestão de trabalhos de reparação que visem retificar as anomalias encontradas de forma a conferir aos componentes afetados o estado de conservação previsto em projeto.

Em caso de incerteza em relação à causa, extensão ou gravidade da anomalia deve-se solicitar a realização de uma inspeção especial, por forma a efetuar análises técnicas específicas que permitam avaliar com segurança o real estado do componente e propor o trabalho mais aconselhável para a sua correção (Cruz P. J., 2006).

2.5.4. Inspeção especial

Este tipo de inspeção não tem caráter sistemático ou periódico, porque não responde a uma estratégia estudada com antecedência. Em geral, a inspeção especial é proposta, no seguimento de uma inspeção principal, quando é verificada uma anomalia cuja causa, extensão ou gravidade se desconhece, ou se conhece com algum grau de incerteza, mas cuja avaliação se considera fundamental para garantir a segurança e/ou durabilidade da estrutura. Os resultados obtidos neste tipo de inspeção servem de base para definir-se uma estratégia de intervenção que poderá passar pela execução de um projeto de reabilitação ou pela monitorização das anomalias e do comportamento estrutural (Cruz P. J., 2006).

Neste tipo de estudo pode recorrer-se à monitorização estrutural, à realização de ensaios de carga estáticos ou ensaios dinâmicos da estrutura ou à execução de ensaios laboratoriais, mecânicos ou químicos, de amostras recolhidas em obra, que proporcionam uma relevante informação sobre o estado de deterioração dos componentes da obra de arte.

Os custos associados a este tipo de inspeção são normalmente relevantes e é crucial uma escolha racional dos ensaios a realizar, bem como dos equipamentos que se irá utilizar. Deve-se definir o tipo de ensaio consoante os resultados pretendidos, a precisão exigida, a extensão da estrutura, a verba disponível e a perturbação que é introduzida na utilização da obra de arte (Sousa G. J., 2017).

2.5.5. Inspeção subaquática

Nas obras de arte em que existem elementos submersos deverão ser realizadas periodicamente inspeções subaquáticas, que deverão ser realizadas com o intervalo máximo de cinco anos, com o objetivo de verificar a existência de alguma zona crítica na estrutura ou na zona envolvente, cuja rotura possa provocar o colapso parcial ou total da obra de arte.

O âmbito das inspeções subaquáticas compreende a atividade de mergulho para observação, registo videográfico e levantamento das anomalias da parte submersa, bem como a realização de levantamentos topo-batimétricos para obter as cotas do fundo do leito e a topografia das margens (IP, 2018). Devem ser planeadas, programadas, supervisionadas e interpretadas por engenheiros com experiência e competência comprovada no domínio das obras de arte e estruturas especiais, uma vez que englobam características pluridisciplinares, envolvendo a análise estrutural, hidráulica, geotécnica e geológica. Recomenda-se que não se dissocie a inspeção das fundações submersas do resto da obra de arte, uma vez que os danos na estrutura são por vezes imputáveis a anomalias existentes na sua fundação (Sousa G. J., 2017).

2.6. Os principais gestores de obras de arte em Portugal

Tal como noutros países, em Portugal a responsabilidade pelas redes rodoviária e ferroviária distribui-se por várias entidades gestoras e, consequentemente, também a gestão de obras de arte.

A Rede Rodoviária Nacional (RRN) em exploração compreende atualmente 14 313 km. A IP, resultante da fusão consagrada no dia 1 de junho de 2015 entre a Rede Ferroviária Nacional (REFER) e a Estradas de Portugal (EP), e cujo único acionista é o Estado Português, é a empresa pública que atualmente gere os setores rodoviário e ferroviário de Portugal, sendo concessionária de 11 725 km da RRN, dos quais 10 871 km em gestão direta (incluindo 3 756 km de estradas desclassificadas e ainda não municipalizadas), e 854 km de rede subconcessionada (através de parcerias estratégicas com privados). Os restantes 2 588 km respeitam às Concessões do Estado (AMT, 2021). Assim, paralelamente à empresa pública IP, outras empresas atuam no domínio das concessões do setor rodoviário para a gestão da maioria das autoestradas.

As 14 concessões atuais da RRN e as 7 subconcessões da IP são identificadas na Figura 2.6. A Figura 2.7 representa graficamente uma decomposição da RRN, em termos de extensão, nas parcelas correspondentes às Concessões do Estado e à Concessão da RRN (e, dentro desta, sob gestão direta da IP e subconcessões). A figura indica ainda, para cada parcela citada, a respetiva extensão correspondente a autoestradas.

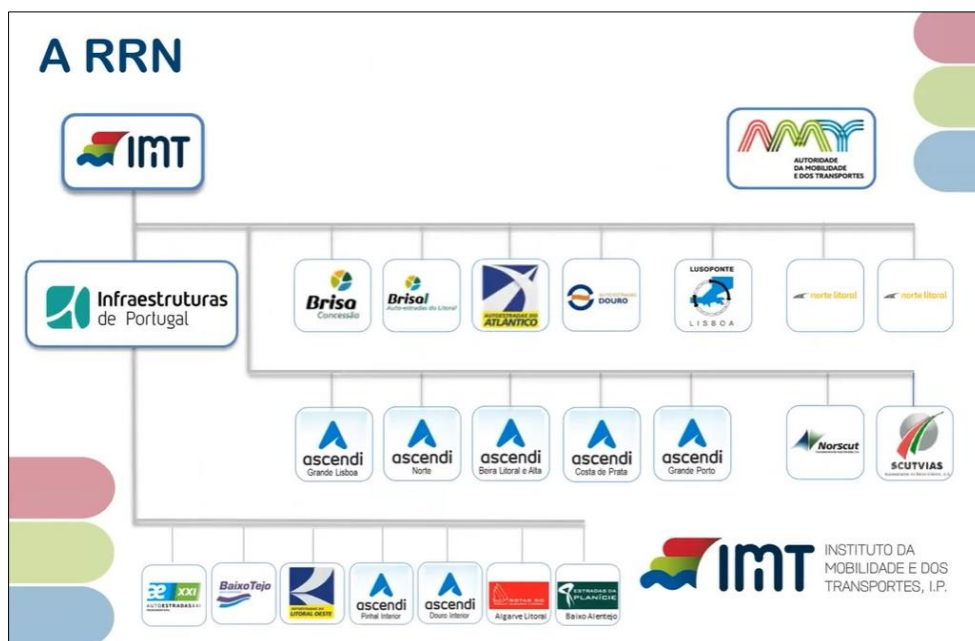


Figura 2.6 - Concessionárias da RRN e subconcessões da IP (Fonte: Feio, 2021)

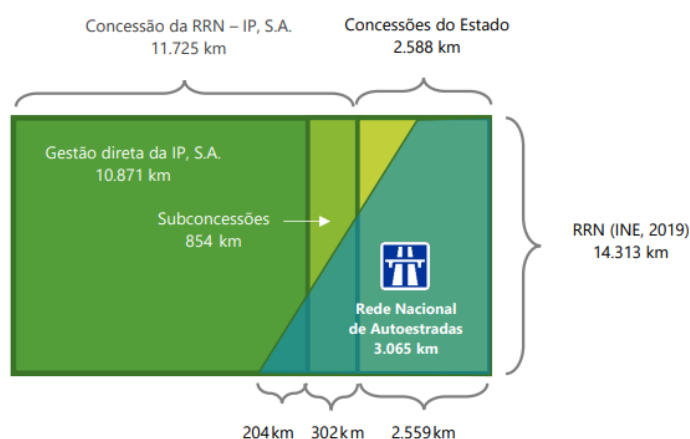


Figura 2.7 - Diagrama esquemático das extensões das concessões da Rede Rodoviária Nacional e da Rede Nacional de Autoestradas (fonte: AMT, 2021)

A Brisa, com contrato de concessão datado de 1972, possui a maior extensão explorada de autoestradas, sendo a maior concessionária privada de autoestradas em Portugal. As autoestradas da rede são exploradas em regime de concessão, através de 6 concessões rodoviárias,

nas quais a Brisa participa. Para além da rede principal, hoje com a designação de Brisa Concessão Rodoviária (BCR), a Brisa Auto-estradas de Portugal conta na sua rede nacional com participações noutras concessões e subconcessões, nomeadamente nas concessões Litoral Centro (Brisal), Auto-estradas do Atlântico (AEA) e Douro Litoral (AEDL), e nas subconcessões Baixo Tejo (AEBT) e Litoral Oeste (AELO) (Barros, Oliveira, Martins , Perdigão, & Costa, 2013).

As redes municipais, com uma extensão de 80.000 km, abrangem todas as estradas não incluídas no Plano Rodoviário Nacional (PRN) e incluem estradas antes classificadas como Estradas Nacionais (EN), mantendo-se parte ainda sob responsabilidade da IP. Essas redes são da responsabilidade dos municípios, bem como a gestão das obras de arte nelas inseridas.

Assim, os principais donos de obras de arte em Portugal são a IP e a Brisa, mas as câmaras municipais também têm um parque de obras de arte muito vasto (Coutinho, 2018). O parque de obras de arte destas entidades, as metodologias de gestão e de acompanhamento das suas estruturas e a condição das mesmas serão caracterizados nos subcapítulos seguintes.

2.7. A gestão de obras de arte sob tutela da IP

2.7.1. Caracterização do parque de obras de arte

A IP, sendo a maior concessionária rodoviária e ferroviária de Portugal, é aquela que apresenta um maior número de obras de arte no seu património (Pereira, 2018). De acordo com dados de junho de 2022, a IP é responsável por 7 800 obras de arte, sendo que 5 800 pertencem à rede rodoviária e 2 000 integram a rede ferroviária nacional (IP, 2022).

Relativamente à idade das obras de arte, apenas se conhece o ano de construção de cerca de 42% das obras. Analisando o universo das obras das quais é conhecido o ano de construção, constata-se que a grande maioria foi construída entre 1950 e 2000 (Figura 2.8). Os dados são relativos às obras de arte da EP no ano de 2008 (Lopes E. , 2008).

Ano	N.º de Obras
> 2000	536
] 1950 – 2000]	1374
] 1900 – 1950]	161
] 1850 – 1900]	138
] 1800 – 1850]	9
< 1800	6

Figura 2.8 - Distribuição das obras de arte da EP por idade (Fonte: Lopes E., 2008)

Relativamente à tipologia das obras de arte rodoviárias (Figura 2.9), verifica-se que existe uma predominância de obras de reduzida extensão, do tipo passagem hidráulica (43%). As pontes correspondem apenas a cerca de 19%.

No que diz respeito ao material constituinte das obras de arte rodoviárias, é de salientar que cerca de 37% das obras são de alvenaria, fato diretamente relacionado com a idade da rede rodoviária portuguesa. O material predominante é o betão armado ou betão armado pré-esforçado, com 58%, em face da expansão considerável da rede rodoviária nacional nos últimos 30 anos. As obras com tabuleiros metálicos e mistos estão incluídas num grupo restrito de 2% das obras da rede rodoviária.

Em termos de extensão das obras rodoviárias, as estruturas com comprimentos reduzidos (menor que 10 m) predominam, com 58%. As obras com comprimento superior a 100 m têm ainda alguma expressão na rede rodoviária, representando 9% (Pereira, 2018).

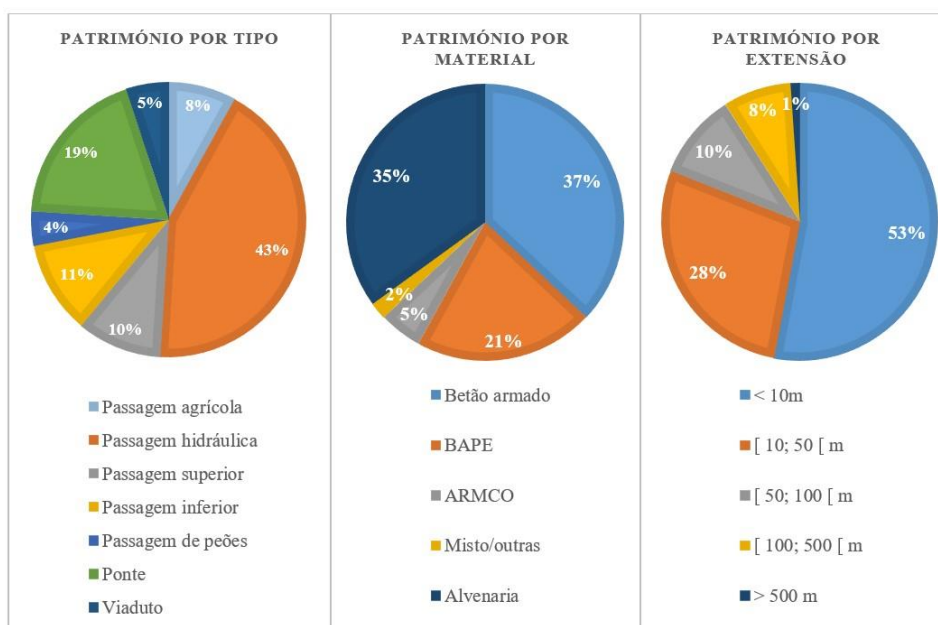


Figura 2.9 - Distribuição do património de obras de arte rodoviárias da IP por tipologia, por material e por extensão das respetivas estruturas (Adaptado de Pereira S. A., 2018)

No que diz respeito à tipologia das obras de arte que integram a rede ferroviária, observa-se que são na sua maioria passagens hidráulicas, passagens inferiores e pontes. A maioria das obras são de betão e de alvenaria, seguindo-se as estruturas metálicas, sendo que as estruturas mistas são apenas 49 (Lopes N. , 2016). Relativamente às pontes, e apesar de atualmente se privilegiar o betão armado e o aço estrutural como material base na construção de novas pontes, no que concerne às pontes existentes, estas apresentam também como material base a pedra natural, tijolos ou o ferro pudlado (Silva, 2018). A Figura 2.10 indica a distribuição das obras de arte ferroviárias da IP, em percentagem, por tipologia e por material, segundo dados de 2016.

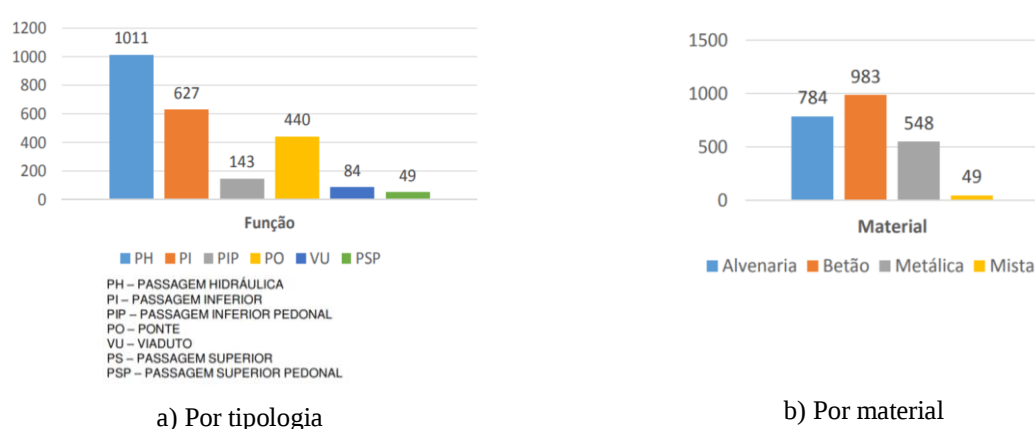


Figura 2.10 - Património de obras de arte ferroviárias da IP por tipologia e por material (Fonte: Lopes N., 2016)

2.7.2. Caracterização da gestão das obras de arte e estado de conservação das estruturas

Como ferramenta de suporte à gestão, a IP detém um sistema de gestão de obras de arte, o SGOA IP, para o conhecimento pormenorizado e permanente das obras de arte e sua condição estrutural. O SGOA IP incorpora um vasto conjunto de informação recolhida através das atividades periódicas de inspeção, permitindo a deteção antecipada das necessidades de intervenção e a atempada resposta no reforço e reabilitação das obras de arte (IP, 2022).

A gestão do património de obras de arte rodoviários tem sido realizada mediante um sistema de gestão de obras de arte que iniciou em meados da década de 2000. Desde essa época, este recurso tem vindo a ser fundamental na gestão da conservação, principalmente para organizar e processar todas as informações relativas às obras. Nessa circunstância, foram estabelecidos procedimentos sistemáticos de acompanhamento periódico das obras de arte, especialmente na

área das inspeções principais (Pereira, 2018). Um novo sistema de gestão foi criado pela IP, no fim de 2017, que tem vindo a ser implementado progressivamente com o intuito de desenvolver um SGOA único e desativar de forma gradual os três anteriores sistemas de gestão: o SGOA - Rodoviário, o SGOA - Pontes ferroviárias e o SGOA -Túneis ferroviários. O objetivo é a harmonização da avaliação do estado de condição dos vários tipos de ativos que integram as redes. O modelo sistemático e funcional de gestão de obras de arte (Figura 2.11), aprovado no final de 2017, foi previamente validado pelo LNEC.

Figura 2.11 - Modelo funcional do SGOA IP (Fonte: Póvoa, Freire, & Santos, 2017)

realizados nessas obras. De acordo com as inspeções e diagnósticos, a área de gestão de ativos responsabiliza-se por efetuar as inspeções periódicas às estruturas de modo visual. Por outro lado, em questões estruturais, são realizadas as inspeções principais, nas quais se estabelecem medidas complementares de diagnóstico ou mitigação de riscos de segurança, ainda assim a determinação das prioridades que precisam ser intervencionadas referentes a reparação, reforço ou substituição. A área de gestão da rede possui a competência da realização das inspeções de rotinas efetuadas com frequências por inspeções visuais, para levantamento e execução das necessidades de manutenção e ainda requisições, caso seja necessária a realização de inspeções principais quando verificado anomalias estruturais (Pereira S. A., 2018).

As inspeções subaquáticas são um tipo de inspeção principal que é realizado às partes permanentemente imersas das obras de arte. O âmbito das inspeções subaquáticas compreende a atividade de mergulho para observação, registo videográfico e levantamento das anomalias da parte submersa, bem como a realização de levantamentos topo-batimétricos para obter as cotas do fundo do leito e a topografia das margens. A IP possui uma equipa interna de inspeções subaquáticas e 2015 foi o primeiro ano completo em que esta equipa assegurou a realização de inspeções em pontes com elementos submersos até 10 metros de profundidade. Na campanha de 2017 foram concretizadas 49 inspeções subaquáticas à rede rodoviária e ferroviária, sendo que destas, 67% foram asseguradas pela equipa interna da IP.

A metodologia de gestão de obras de arte da IP tem permitido assegurar uma evidente melhoria contínua do estado de conservação do seu parque de obras de arte, o qual regista, ao longo da última década, uma melhoria continua ao nível da conservação das obras de arte. A esta melhoria do estado das obras de arte, resultado das regulares intervenções preventivas, corresponde também uma diminuição da percentagem de obras de arte a necessitar de reparações mais profundas ou imediatas.

O investimento efetuado nos últimos anos, que ascende a 300 milhões de euros desde 2010 em trabalhos de conservação e requalificação de obras de arte, a realização de inspeções a todas as estruturas e a atempada definição de uma estratégia de intervenções devidamente programadas, contribuiu para o incremento do nível de qualidade das estruturas em bom ou muito bom estado de conservação, resultando em otimização dos custos com investimento. Está previsto para 2022 um investimento de 41 milhões de euros.

Anualmente, a IP realiza cerca de 4 000 ações inspetivas de rotina e detalhadas em obras de arte da sua responsabilidade (IP, 2021), tendo realizado, em 2021, perto de 6 200 inspeções ao estado de condição das obras de arte que integram as redes rodoviária e ferroviária nacional sob sua gestão direta (IP, 2022).

Completando a capacidade de diagnóstico da condição das obras de arte, a IP executa atividades especializadas de monitorização para aferição e medição de características ou comportamentos específicos. Atualmente na rede rodoviária da IP estão sob observação 8 obras de arte especiais. Na rede ferroviária estão sob monitorização 4 obras de arte (IP, 2018).

A IP anunciou, em março de 2022, que 90% das obras de arte a seu cargo apresentam um estado de conservação que varia entre o bom e o razoável. Em 2010, este valor situava-se nos 79,7% e, em 2016, nos 89%.

2.8. A gestão de obras de arte sob tutela da Brisa

2.8.1. Caracterização do parque de obras de arte

As seis concessões da Brisa comportam atualmente um total de 1915 obras de arte, entre obras de arte correntes e especiais (Barros P. L., 2013). Segundo a definição da Brisa, estruturas especiais são pontes, viadutos (VI) e túneis (TU). As obras de arte correntes são passagens superiores (PS), passagens inferiores (PI), passagens pedonais (PP) e passagens hidráulicas (PH) ou agrícolas (PA). A Figura 2.12 indica a distribuição das obras de arte da Brisa, em percentagem, por tipologia, não existindo dados sobre a percentagem de pontes.

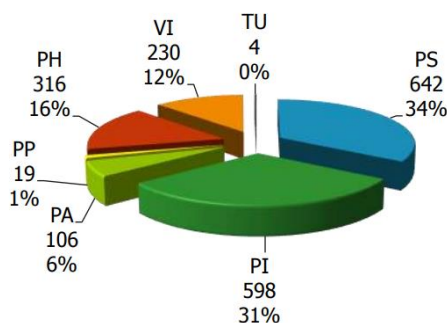


Figura 2.12 - Distribuição das obras de arte da Brisa por tipologia (Fonte: Barros P. L., 2013)

O património das obras de arte da Brisa é relativamente novo, verificando-se que 60% tem uma idade inferior a 15 anos, 87,5% inferior a 25 anos e apenas 0,8% das obras tem idade superior a 40 anos. Na Figura 2.13 pode observar-se a idade das obras de arte especiais.

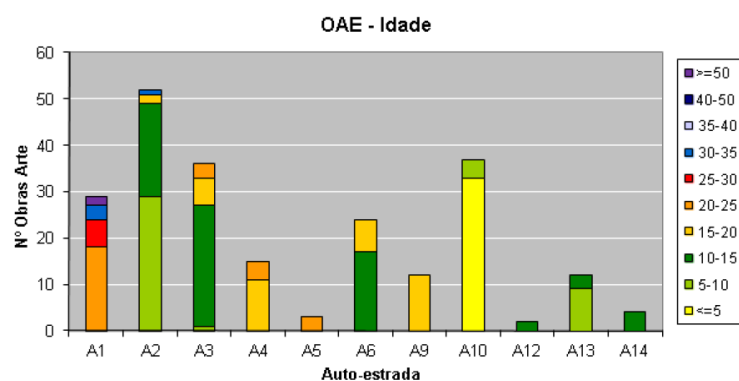


Figura 2.13 - Distribuição das obras de arte da Brisa por idade (Fonte: Barros P., 2013)

A maioria das pontes são de betão armado ou de betão armado pré-esforçado, correspondendo a 93,7%, mas mais recentemente fazem também parte da rede pontes mistas aço-betão (tabuleiro de betão com vigas de aço), com um peso de 6,3%, correspondendo a 128 obras. A falta de estruturas de alvenaria e a predominância das de betão reflete também o património relativamente novo da Brisa (Barros P. L., 2013). A distribuição das obras de arte por material encontra-se na Figura 2.14.

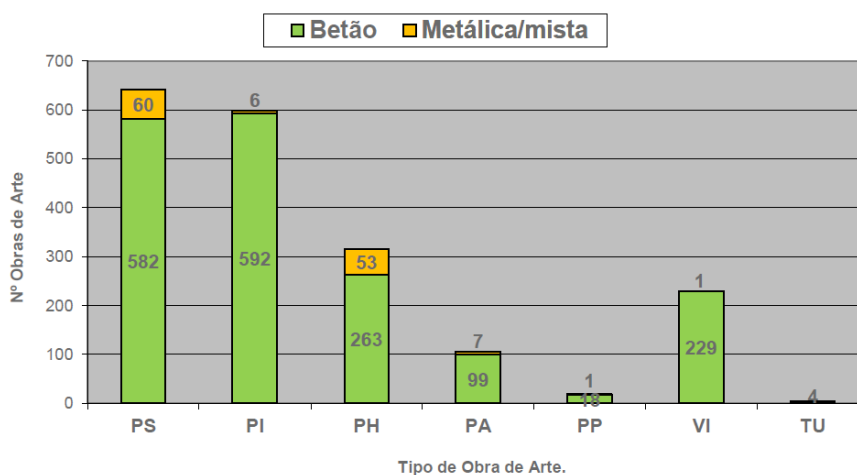


Figura 2.14 - Distribuição das obras de arte da Brisa por material (Fonte: Barros P., 2013)

2.8.2. Caracterização da gestão das obras de arte e estado de conservação das estruturas

Nos primeiros anos, a atividade da Brisa esteve focada na construção (projeto, gestão e fiscalização das empreitadas). Após a abertura ao tráfego dos novos sublanços, a operação e manutenção torna-se uma das atividades mais relevantes do portfolio da Brisa. Desde 1991, com a conclusão da A1, A5 e dos primeiros sublanços da A3 e A4, a rede em operação ganhou dimensão e o desenvolvimento de sistemas de gestão para a globalidade das infraestruturas tornou-se imprescindível (Barros P. , 2013).

O início da atividade de gestão de obras de arte suportada num modelo assente numa base de dados e na atividade cíclica de inspeção de obras de arte teve lugar em 1994. A base utilizada foi o sistema italiano STONE e a rede em operação tinha então uma extensão de cerca de 450 km e cerca de 660 obras de arte. Tratava-se de um sistema muito simples que permitiu, no entanto, realizar a primeira ronda sistematizada de inventariação e inspeção global da rede.

No ano de 2002, a Brisa adquiriu um sistema informático de gestão de obras de arte mais evoluído que o anterior, o sistema GOA, o qual foi ainda alvo de desenvolvimentos específicos para a realidade da Brisa. A rede tinha então uma extensão de cerca de 900km e cerca de 1500 obras de arte.

O serviço de gestão de obras de arte da Brisa Auto-estradas de Portugal (BAE) obteve a certificação de qualidade ISO 9001 em 2008 e no ano de 2009, com a autonomização da concessão principal da Brisa, que passou a ter a designação de Brisa Concessão Rodoviária (BCR), o serviço de gestão de obras de arte passou para a empresa de engenharia da Brisa, a BEG - Brisa Engenharia e Gestão. Atualmente o serviço de gestão de obras de arte da BEG assume a gestão das redes de obras de artes de diversas concessões e subconcessões do universo onde a Brisa Auto-estradas de Portugal tem participações (Barros, Oliveira, Martins , Perdigão, & Costa, 2013).

Atualmente, a atividade de gestão de obras de arte assenta no inventário inicial das obras de arte, na atividade cíclica de inspeção das obras de arte, no registo em base de dados das atividades e acontecimentos relacionados com cada obra de arte, e na produção de relatórios anuais que apresentam o estado global da rede em cada ano, relatórios esses que dão indicação das prioridades e estimativas de custos de intervenção necessárias para otimizar o estado de conservação global da rede, de modo a manter os níveis de operação da rede e de reduzir os custos

de manutenção, mas também de modo a manter o estado de conservação global em conformidade com o Plano de Controlo de Qualidade (PCQ) de cada concessão ou subconcessão (Barros, Oliveira, Martins, Perdigo, & Costa, 2013), plano que faz parte do contrato de concessão entre a Brisa e o Estado Português.

A observação contínua do estado das obras de arte é assegurada por quatro tipos de inspeções: inspeções de rotina, inspeções periódicas programadas, inspeções especiais ou extraordinárias e inspeções subaquáticas programadas. As frequências de inspeção de obras de arte estão atualmente definidas como quatro anos para obras de arte correntes e seis anos para estruturas especiais.

Um Manual de Inspeção, especialmente desenvolvido pela Brisa e que estabelece um procedimento comum a ser executado pelos inspetores visuais, apoia e rege as inspeções das obras de arte. Cada inspeção termina com um relatório, que é usado para identificar danos locais e classificar o seu impacto na obra de arte através da avaliação do seu estado, cujos resultados em 2013 são apresentados na Figura 2.15, sendo que um índice menor do que três significa não é necessária qualquer ação, havendo necessidade de intervenção se o índice for igual ou maior do que três. Em 2013, apenas 7% das obras de arte da Brisa necessitavam de intervenção (obras com classificação de 3 a 5), tendo 17% a classificação 2, 51% a classificação 1 e 25% a classificação 0 (Barros P., 2013).

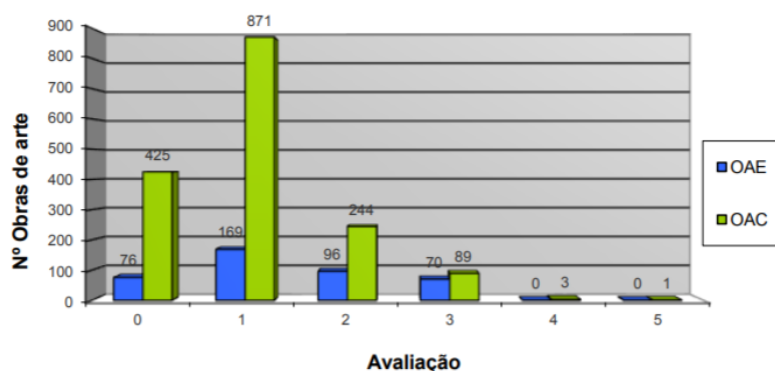


Figura 2.15 - Avaliação do estado das obras de arte da Brisa (Fonte: Barros P., 2013)

A Brisa mantém parcerias com a academia no sentido de melhorar as suas ferramentas e práticas de gestão das obras de arte, participando neste momento em projetos de investigação e inovação nas áreas de modelos preditivos, aplicação da tecnologia BIM na gestão de ativos,

Inteligência Artificial aplicada ao processamento de imagem e ferramentas de Realidade Aumentada.

2.9. A gestão de obras de arte sob jurisdição municipal

Em Portugal, além da IP e da Brisa, a nível das redes locais as câmaras municipais são também responsáveis por um vasto conjunto de obras de arte. Por esse motivo, é de enorme relevância perceber de que forma estas entidades gerem as suas obras de arte para poder caracterizar convenientemente os seus procedimentos de gestão, identificando os problemas e necessidades das autarquias para a realização de uma gestão eficaz deste património, e conhecer o seu parque de obras de arte.

2.9.1. Caracterização do parque de obras de arte

As obras de arte integradas nas redes nacionais do atual Plano Nacional Rodoviário (PNR 2000), sob a tutela da IP e da Brisa, foram construídas a partir da década de 80 do século passado, devido à entrada de Portugal na Comunidade Económica Europeia (CEE) e da consequente disponibilização de fundos para execução de infraestruturas rodoviárias, sendo essencialmente em betão armado pré-esforçado e tendo sido executadas de acordo com a legislação atualmente em vigor (Cardoso, 2009).

Os municípios são responsáveis pela gestão de um vasto conjunto de obras de arte que existem desde longa data, de outras mais recentes e ainda de obras incorporadas em algumas estradas nacionais que nos últimos anos foram desclassificadas, primeiro com o Plano Nacional Rodoviário de 1985 (PNR 85) e posteriormente com a publicação, em 1998, do atual Plano Nacional Rodoviário (PRN 2000), tendo sido a sua tutela transferida para as autarquias. Estas estradas desclassificadas encontravam-se sob domínio da Junta Autónoma de Estradas (JAE) em 1985 e da Estradas de Portugal (EP) em 1998, atualmente IP. Questionada sobre a extensão de rede rodoviária que foi transferida para as câmaras, a IP refere que, desde 2009, foram objeto de mutação dominial para as autarquias 543,3 quilómetros de vias desclassificadas, envolvendo 89 municípios.

Embora cada obra de arte seja única, às obras sob tutela municipal acrescem as especificidades de obras de várias épocas e tipologias. A rede de estradas nacionais que servia o país até à década de 80 continua ainda em serviço, parte dela passou a ser da responsabilidade das câmaras municipais e integra obras de arte em alvenaria, em aço, em betão armado e em betão armado e pré-esforçado. Em particular, as obras de arte em betão abrangem todas as épocas desde que se iniciou o uso deste material estrutural até aos dias de hoje, encontrando-se, assim, sob a jurisdição das autarquias obras de arte calculadas de acordo com diferentes regulamentos até à regulamentação atualmente em vigor (Graça, 2017). Desta forma se conclui que o conjunto de obras de arte sob a tutela dos municípios é muito heterogéneo no que se refere à idade, tipologia ou condição (Cardoso, 2009), apresentando uma realidade muito diferente da do parque de obras de arte integradas nas redes nacionais. Neste caso será necessário ter presente as especificidades destas obras para se poder proceder a um acompanhamento eficaz (Graça, 2017).

Em geral, as obras de arte sob tutela municipal têm menor dimensão do que as obras sob jurisdição da IP e das concessionárias de autoestradas, apresentando menores vãos. As pontes em arco de alvenaria de pedra constituem um enorme património no vasto parque de pontes existente nos territórios continental e insular portugueses e uma parte significativa destas pontes encontra-se sob a jurisdição de autarquias (J. Filinto, et al., 2016). As que ainda se encontram em serviço, remontam a várias épocas desde as romanas até aos séculos mais recentes (Lobo, 2002). Com o passar do tempo este tipo de construção caiu em desuso devido à limitação do vão. Também a vulgarização a partir da segunda metade do século XX da utilização de betão armado na construção de obras de arte levou a que as técnicas de construção em alvenaria caíssem em desuso com o desaparecimento de mão-de-obra especializada e ao acréscimo de dificuldade na sua manutenção e reabilitação. São, no entanto, as obras que constituem o património histórico que pela sua natureza intrínseca, apresentam os maiores desafios em termos de diagnóstico e reabilitação (Rodrigues & Pinho Ramos, 2012), exigindo procedimentos específicos para a sua manutenção e reabilitação.

2.9.2. Enquadramento legislativo

Com os planos PNR 85 e PNR 2000, a tutela de parte das estradas portuguesas, por via da sua desclassificação, passou a ser da responsabilidade das autarquias. Passados quase vinte anos desde a publicação do PNR 2000, foi publicada a Lei-quadro n.º 50/2018, de 16 de agosto, que estabelece o quadro da transferência de competências da Administração Central para as autarquias

locais e para as entidades intermunicipais, tendo como objetivo a descentralização administrativa e a autonomia do poder local. Tornando efetiva a descentralização das estradas nacionais, no dia 1 de janeiro de 2019 entrou em vigor o Decreto-Lei n.º 100/2018, de 28 de novembro, que concretiza o quadro de transferência de competências para os órgãos municipais no domínio das vias de comunicação.

Após a apresentação de uma proposta aos municípios, estes terão o poder de decidir se querem ou não gerir a sua manutenção. A transferência dos troços de estradas pode ser dominial ou de gestão. No caso de ser dominial, a titularidade dos bens do domínio público do Estado é transferida para o domínio público do município, incluindo a das obras de arte inseridas nas estradas que passam para a tutela dos municípios. No caso de o município não aceitar a mutação dominial, são transferidas apenas as competências de gestão para o mesmo, mantendo a IP a competência de manutenção, conservação e reparação do troço de estrada.

Esta transferência irá abranger cerca de 4.171 km de estradas, incluindo 3.563 km estradas desclassificadas, 109 km e 165 km de estradas que atravessam sedes de concelho com ou sem acordos de entrega de gestão, respetivamente, e ainda 334 km de estradas que atravessam perímetros urbanos (Figura 2.16).

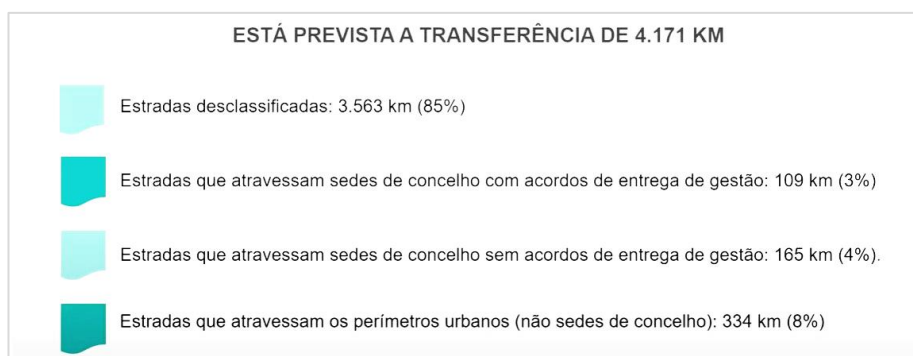


Figura 2.16 - Tipologia e extensão dos troços de estradas a transferir para os municípios (Fonte: Laranjo, 2021)

Assim, por um lado, a legislação concretiza a descentralização das competências da Administração Central, transferindo a responsabilidade pelas estradas nacionais e por estradas que atravessam os perímetros urbanos para as autarquias, ficando estas, por consequência, responsáveis também pela gestão das obras de arte nelas inseridas. Por outro lado, em Portugal não existe legislação que regule as inspeções de obras de arte de modo que esta atividade seja

sistemática, regular, com procedimentos uniformizados e que estabeleça requisitos de segurança ou de conservação mínimos a que todos os donos de pontes tenham de atender (Figueiredo, Moldovan, & Marques, 2013), nem há conhecimento que esteja atualmente a ser elaborada regulamentação neste sentido. Perante a inexistência de legislação relativa à inspeção de obras de arte, segundo (Branco F. , 2018) “há apenas boas práticas que passam pelo dono da obra as querer aplicar”. Assim, as entidades responsáveis pelas obras de arte definem as suas próprias diretrizes de gestão e de conservação das suas infraestruturas.

2.9.3. Caracterização da gestão de obras de arte e estado de conservação das estruturas

As informações sobre a forma como a gestão de obras de arte é realizada pelas autarquias e qual a condição das obras de arte municipais são escassas, tendo sido objeto de indagação desde a transferência da gestão destas estruturas para o domínio dos municípios e, no sentido de suprir essa lacuna de informação, algumas tentativas têm sido encetadas.

Em dezembro de 2012, a Universidade Católica organizou um seminário internacional para discutir o passado, o presente e o futuro da manutenção e conservação de pontes em Portugal. As conclusões do seminário foram publicadas em 2013 pela Católica Editora no livro “Condition Assessment of Bridges: Past, Present and Future. A Complementary Approach” (Figueiredo, 2018). O livro revelou a dificuldade de obter informações sobre as obras de arte municipais. Através de entrevistas pessoais realizadas após a seminário, os autores conseguiram apurar que na altura a Câmara Municipal de Lisboa detinha cerca de 160 pontes e túneis, tendo adquirido e implementado o sistema de gestão de obras de arte GOA em 1998, e que a Câmara Municipal de Barcelos tinha sob sua tutela cerca de 10 pontes sobre rios, não conseguindo, no entanto, perceber em que condição estavam as obras de ambas as autarquias. Segundo (Figueiredo, Moldovan, & Marques, 2013), foi possível apontar quatro desafios principais que as câmaras municipais enfrentavam no processo de gestão de obras de arte:

- Redução contínua dos orçamentos públicos para atividades de manutenção ativa;
- Redução do número de pessoas envolvidas no processo de manutenção;

- Ao longo da última década, especialmente devido à redução dos orçamentos causada pela crise económica, as atividades de manutenção tinham sido marginalizadas, provocando uma desmotivação dos serviços para este tipo de atividades; e
- Nos últimos anos, e devido à desclassificação de algumas estradas nacionais para estradas municipais, a IP transferiu para as câmaras municipais a responsabilidade pelas atividades de inspeção e manutenção das obras de arte incorporadas nessas estradas; no entanto, os reduzidos orçamentos das câmaras, juntamente com a falta de organização interna para realizar inspeções regulares às obras de arte, podia atrasar algumas atividades de manutenção preventiva.

Em 2015, através de um inquérito dirigido aos 308 municípios portugueses, (Sousa M. A., 2017) pretendeu analisar a situação nacional no que se refere à gestão de obras de arte sob tutela municipal. Os resultados deste inquérito são de extrema importância nesta temática, pois constituem o único levantamento metódico de âmbito nacional sobre a gestão de obras de arte sob domínio das autarquias encontrado em pesquisa bibliográfica, o que justifica a apresentação detalhada da recolha de informação efetuada por esta autora.

A Figura 2.17 ilustra a percentagem de respostas obtidas, bem como se os municípios que responderam tinham obras de arte sob sua tutela. Apenas 24% dos municípios responderam a este questionário e desses 2% declararam não tutelar obras de arte.

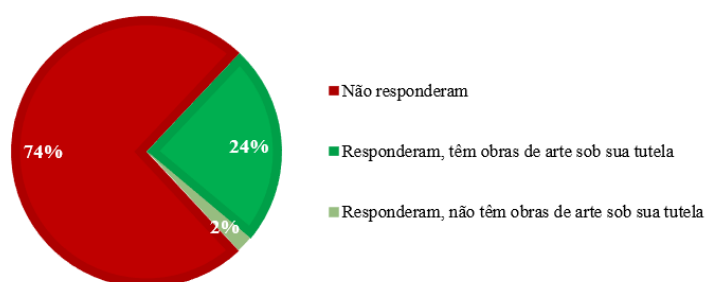


Figura 2.17 - Municípios que responderam ao inquérito sobre a gestão de obras de arte sob tutela municipal

Os resultados que se seguem referem-se, portanto, a 73 municípios. Destes, 64% afirmaram não ter qualquer registo das estruturas sob sua tutela e dos 26 municípios com inventário

de obras de arte, 34% declararam ter esses dados registados em formato analógico (papel), 31% em base de dados geográfica, 27% em formato digital simples (como excel ou word) e 8% em base de dados alfanumérica, como se pode mais facilmente observar na Figura 2.18.

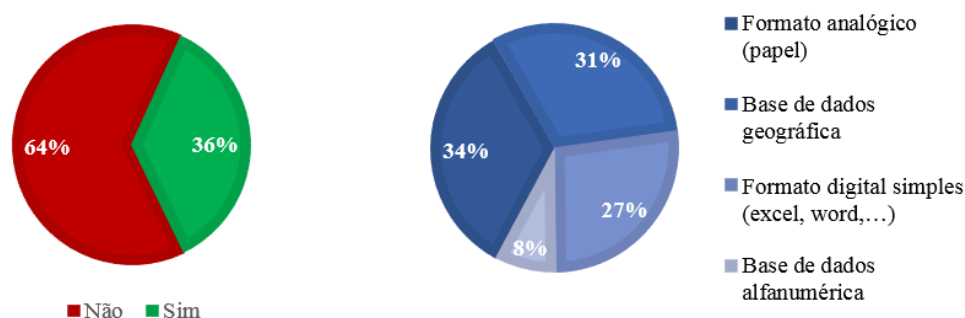


Figura 2.18 - Municípios com inventário de obras de arte e tipo de inventário (Adaptado de Sousa, 2017)

Inquiridos sobre a realização de inspeções periódicas, 73% dos municípios reconheceu que não realizava inspeções periódicas às suas pontes, 22% declararam que faziam inspeções periódicas às suas obras de arte e 5% admitiram que apenas o faziam pontualmente, quando solicitado pelas Juntas de Freguesia ou em pontes consideradas importantes (Figura 2.19).

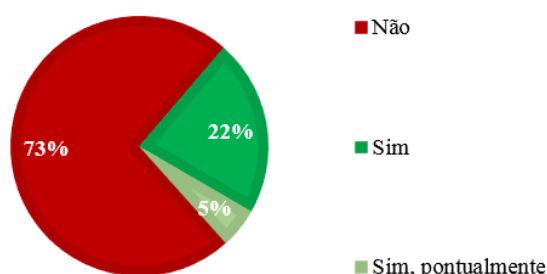


Figura 2.19 - Municípios que realizavam inspeções periódicas às obras de arte (Adaptado de Sousa, 2017)

Relativamente à manutenção, 64% dos municípios declararam não realizar manutenção regular às suas obras de arte, 19% realizavam ações de manutenção e 17% apenas o faziam pontualmente em situações idênticas às referidas para inspeções pontuais (Figura 2.20).

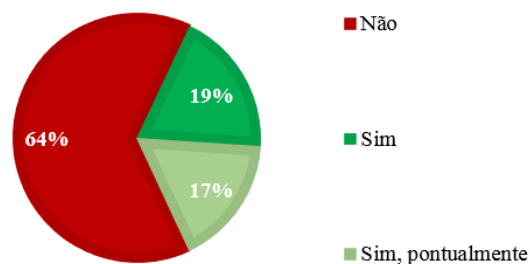


Figura 2.20 - Municípios que realizavam ações de manutenção regulares às obras de arte (Adaptado de Sousa, 2017)

Perante os resultados anteriores, não é surpreendente que quase todos os municípios que responderam ao inquérito não possuíssem um sistema de gestão de obras de arte. Mesmo os dois municípios que o possuíam não referiram qual o sistema que utilizavam (Figura 2.21).

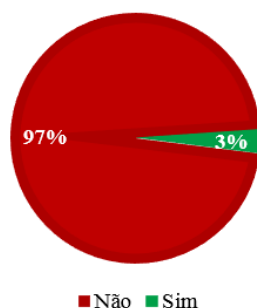


Figura 2.21 - Municípios com um sistema de gestão de obras de arte (Adaptado de Sousa, 2017)

Conclui-se que, em 2015, altura da realização do inquérito, na grande maioria dos municípios:

- Não era prática comum a realização ações periódicas de inspeção e manutenção, não sendo as obras de arte acompanhadas de forma sistemática;
- Não existiam procedimentos uniformizados relativos à gestão de obras de arte;
- Desconhecia-se mesmo a existência das obras de arte sob seu domínio; e
- Não existindo um inventário das obras de arte, desconhecia-se, por consequência, o estado de conservação das mesmas.

Os resultados deste inquérito comprovaram fatos que, no fundo, já eram de conhecimento generalizado, verificando-se que ainda hoje permanecem inalteráveis. Em 2018, a tragédia de Borba, onde uma estrada transferida em 2005 para os municípios de Borba e Vila Viçosa desabou e causou a morte a cinco pessoas (Figueiredo, 2019) (Figura 2.22), veio expor as fragilidades da gestão de infraestruturas rodoviárias sob tutela dos municípios, reativando a preocupação com a segurança e com o acompanhamento destas estruturas no nosso país, evidenciando que ao longo dos tempos pouco terá mudado.

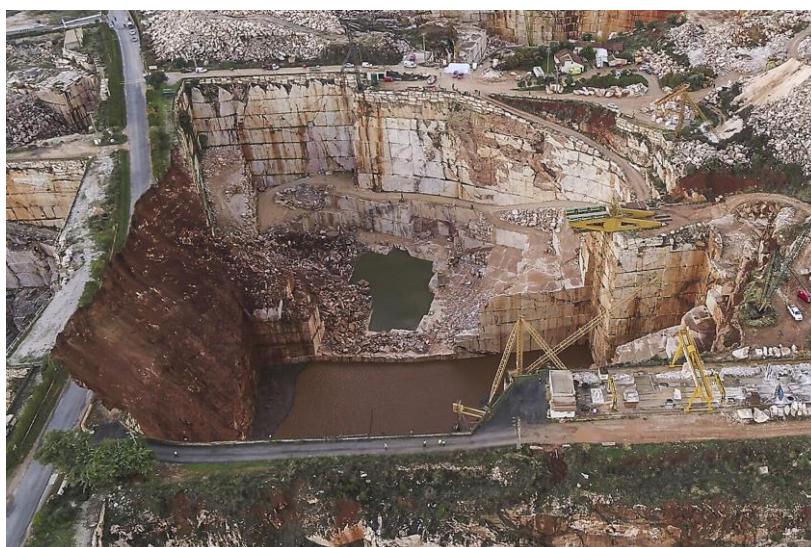


Figura 2.22 - Desabamento de estrada em Borba em 2018 (Fonte: Jornal Público, 2018)

Há vários anos que a Associação Nacional de Municípios Portugueses (ANMP) vem alertando para o problema da falta de “qualidade da manutenção das estradas” em Portugal, garantindo o antigo vice-presidente daquela associação, Almeida Henriques, que “Muitas estradas foram transferidas para as autarquias, com o engodo da sua reabilitação e de que as autarquias teriam capacidade de as manter” (Lopes M. J., 2018). Avisou ainda que “Estamos num país que fez as infraestruturas, mas não cuidou da sua manutenção” e que “Há milhares de quilómetros de estradas por esse país fora sem manutenção” (Lopes M. J., 2018). Já em 2011 esta associação alertava para a falta de planos de inspeção e manutenção das pontes sob responsabilidade das Câmaras Municipais (Sousa M. A., 2017). Segundo a Betar Consultores, Lda., atualmente o sistema GOA desenvolvido por esta empresa é utilizado apenas em cinco dos 308 municípios portugueses, nomeadamente nos municípios de Lisboa, Montemor-o-Novo, Porto, Vagos e Viseu.

Em 2018, em declarações ao Diário de Notícias, Carlos Mineiro Aires, na altura Bastonário da Ordem dos Engenheiros (OE), admitia na sequência da tragédia de Borba “Receio que continue a existir infraestruturas em risco em Portugal”, enquanto lamentava a falta de informação disponibilizada pelas entidades competentes sobre o que se passa no país: “Devia haver uma base de dados sobre o que está a ser feito, o que está a ser observado, como é feita a monitorização, o acompanhamento. (...) Sobre as infraestruturas há pouca informação e o cidadão tem direito a ter informação sobre se a sua vida está em risco ou não” (Henriques S. , 2018). Afirmar ainda, em entrevista ao Jornal Económico, a 30 de agosto de 2018, que: “Diz-se que se faz, mas não se demonstra. (...) Como este trabalho é feito com dinheiro dos contribuintes, (...) acho que seria importante que a informação passasse a estar presente nos sites das empresas. É importante dar-se este salto em Portugal.” (Aires, 2018).

Também o Observatório das Autarquias Locais (OAL) salientou a “necessidade de combater com urgência a falta de manutenção das infraestruturas municipais, que se degradam passivamente ano após ano (...)” (24.sapo.pt, 2018).

2.9.4. Principais desafios na gestão de obras de arte

Ainda através do inquérito de (Sousa M. A., 2017), podem confirmar-se os principais motivos que impediam os municípios de realizarem uma gestão eficaz das obras de arte sob sua tutela, já apontados em 2013 por (Figueiredo, Moldovan, & Marques, 2013). Os municípios consideraram como principal entrave os limitados recursos financeiros e técnicos, em 44% e em 31% dos casos, respetivamente. Também referiram como entrave a falta de documentação técnica adaptada à realidade municipal, em 21% dos casos, e 4% dos municípios consideraram que o principal entrave era de outra natureza (Figura 2.23).

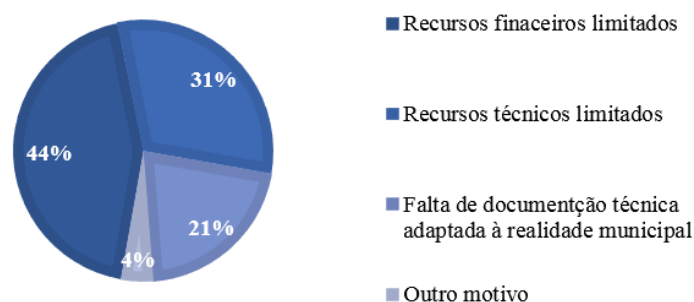


Figura 2.23 - Principais entraves a uma resposta eficaz na gestão de obras de arte municipais (Adaptado de Marlena Sousa)

A tragédia de Borba, além de vir evidenciar a falta de inspeção e manutenção das infraestruturas rodoviárias sob domínio das autarquias, veio também expor o problema de longa data da falta de recursos financeiros e de meios humanos especializados na maioria dos municípios para realizar a gestão das obras transferidas para a sua tutela. Separada temporalmente por cerca de dois meses e meio deste colapso, a entrada em vigor do decreto-lei n.º 100/2018, em janeiro de 2019, reforçou as denúncias e a importância das limitações financeiras e técnicas que as autarquias enfrentam.

Dois dias após a tragédia de Borba, Almeida Henriques disse ao Jornal Público: “O problema existe, mas não existe capacidade financeira das autarquias de o resolverem. Já propusemos a criação de um fundo para a reabilitação das estradas. Com os orçamentos correntes das autarquias, estas não têm capacidade para fazer um programa de manutenção de estradas estruturado. Tem custos de tal forma elevados que as autarquias não conseguem manter” (Lopes M. J., 2018).

Após o desabamento da estrada em Borba, Carlos Mineiro Aires alertava para a falta de engenheiros nos serviços municipais para fazerem a avaliação das estruturas públicas: “Um país seguro, um Estado que é seguro tem de acautelar os direitos dos seus cidadãos. E neste caso acautelar os direitos é ter técnicos adequados, engenheiros adequados e não é o que se passa” (Henriques S. , 2018). José Ribau Esteves, na altura vice-presidente da ANMP, concordava com Carlos Mineiro Alves: “Há câmaras com capacidade técnica e outras não”, mas sublinhava que “o mercado, quando não temos capacidade técnica, compramos no mercado serviços de empresas privadas ou públicas. O País tem várias entidades com competência técnica para prestar serviço a esse nível, exige-se mais cooperação e mais investimento”, sublinhou (Capelo, 2018). Carlos Mineiro Aires dizia também que “em certos organismos tutelados pelo Estado tem-se vindo a assistir à ocupação de cargos por pessoas oriundas das mais diversas profissões e com formações desadequadas aos cargos que exercem, e que deviam ter sido atribuídos a engenheiros” (Aires, 2018).

Ao longo das últimas décadas, a responsabilidade pela gestão das infraestruturas rodoviárias tem vindo a ser transferida para as autarquias. A rede viária é composta por 99 408 km de estradas. Destes, 81% (80 000 km) são estradas municipais, 14% (14 313 km) são estradas sob a tutela do Ministério das Infraestruturas e Transportes e sob gestão de oito concessionárias, e 4% (5 095) são estradas desclassificadas sob tutela da IP que ainda não foram entregues aos municípios

(Tomaz, 2021). Porém, já no passado, a transferência de atribuições e competências para as autarquias locais não foi acompanhada de meios humanos e dos recursos financeiros adequados ao desempenho da função transferida (Figueiredo, 2019).

Face à entrada em vigor do Decreto-Lei n.º 100/2018, Almeida Henriques afirmava, em 2018, que “(...) esta transferência é feita pela metade: só se transferem os ativos e respectivos encargos, sem que esteja prevista ou sequer acordada a equivalente transferência financeira para fazer face aos custos de manutenção”. Conta ainda, a propósito do processo de descentralização, que a ANMP “rejeitou que a manutenção futura das estradas fosse feita pelas autarquias”, por falta de dinheiro para que tal pudesse ser feito (Lopes M. J., 2018). Em 2021, na conferência digital promovida pela OE, dedicada ao tema "A Gestão da Rede Rodoviária Nacional - transferência de competências para os municípios: riscos e oportunidades”, que teve como objetivo debater a aplicação do Decreto-Lei n.º 100/2018, de 28 de novembro, Ribau Esteves afirmava que “tudo esbarrou no problema do costume: não há dinheiro”. António Laranjo, Presidente da IP, também participante na conferência, corroborou a “falta de verbas para serem reparadas, mantidas adequadamente as nossas estradas”.

Portanto, atualmente verifica-se que pouco mudou em relação aos desafios que as câmaras municipais enfrentavam no processo de gestão de obras de arte no passado, apontados por (Figueiredo, Moldovan, & Marques, 2013), e aos resultados do inquérito obtidos em 2015 por (Sousa M. A., 2017). Assim, a situação atual da gestão de obras de arte sob tutela municipal pode ser caracterizada da seguinte forma:

- Não existe legislação, nem se tem conhecimento que esteja prevista a sua elaboração, que contemple a regulação das atividades de inspeção e de manutenção das obras de arte sob tutela municipal, de forma a uniformizar os procedimentos a nível nacional;
- A informação disponibilizada pelas entidades competentes sobre as infraestruturas nacionais e o seu acompanhamento continua a ser escassa e difícil de obter;
- A maioria dos municípios não acompanha de forma sistemática as obras de arte sob seu domínio, muitas desconhecendo mesmo a existência das mesmas;

- Apenas cinco municípios portugueses utilizam o sistema GOA como ferramenta de auxílio à gestão das suas obras de arte;
- Os municípios não dispõem de recursos financeiros e humanos para realização da gestão das obras que tutelam, permanecendo essas limitações como os principais entraves à realização de uma gestão eficaz das suas obras de arte; e
- Outro entrave à realização de uma gestão eficaz das obras de arte municipais é a falta de documentação técnica adaptada à realidade municipal.

É, pois, necessário implementar ao nível municipal uma cultura de gestão de obras de arte, assente em procedimentos uniformizados (Graça, 2017). O primeiro passo para a futura realização de todas as atividades de gestão de obras de arte corresponde à organização de inventários sobre as obras de arte, que permitam a sua atualização constante (Cruz, 2006a). Outro procedimento é a realização de inspeções visuais de rotina, de forma regular, para classificação do estado de conservação das obras de arte (Graça, 2017).

2.10. Considerações finais

Para assegurar o investimento que as obras de arte representam e garantir a segurança e um adequado desempenho funcional das obras durante o seu período de vida útil é imprescindível a implementação de sistemas de gestão de obras de arte. Esses sistemas visam reduzir o risco de colapso, mas também apoiar a decisão dos gestores na otimização dos recursos disponíveis e no planeamento das atividades de manutenção e conservação.

A base dos sistemas de gestão de obras de arte são as inspeções, cujo objetivo é garantir a segurança das estruturas, através da deteção de anomalias e avaliação de condição das obras de arte, permitindo a constituição de uma base de dados, a preconização e priorização dos trabalhos de manutenção e conservação necessários, a previsão dos custos dos mesmo e a construção de modelos de deterioração.

Existem vários tipos de inspeção, cada um com um objetivo diferente, geralmente divididos em cinco categorias: inspeção de inventário, inspeção de rotina, inspeção principal,

inspeção especial e inspeção subaquática. O inventário deve ser a primeira atividade a realizar para a implementação destes sistemas.

Em Portugal, a responsabilidade pela gestão de obras de arte distribui-se por várias entidades. Os principais donos de obras de arte em Portugal são a IP e a Brisa, existindo também um vasto parque de obras de arte sob domínio das autarquias.

A IP, sendo a maior concessionária rodoviária e ferroviária de Portugal, é aquela que apresenta um maior número de obras de arte no seu património, a grande maioria construída entre 1950 e 2000. Relativamente à tipologia das suas obras de arte rodoviárias, verifica-se que existe uma predominância de obras do tipo passagem hidráulica, correspondendo as pontes a cerca de 19%. No que diz respeito ao material constituinte, cerca de 37% das obras são de alvenaria, mas o material predominante é o betão armado ou betão armado pré-esforçado, com 58%, existindo apenas 2% de obras com tabuleiros metálicos e mistos. Em termos de extensão, predominam estruturas com comprimentos reduzidos (menores que 10 m), com 58%. As obras com comprimento superior a 100 m representam 9%. No que diz respeito à tipologia das obras de arte que integram a rede ferroviária, a maioria são passagens hidráulicas, passagens inferiores e pontes, sendo a maioria de betão e de alvenaria de pedra natural ou tijolo.

A IP acompanha as estruturas através da implementação do sistema de gestão de obras de arte SGOA IP e da realização de inspeções das estruturas ou através da monitorização de obras com importância muito relevante. Em março de 2022, 90% das obras de arte a cargo da IP apresentavam um estado de conservação que varia entre o bom e o razoável.

As obras de arte sob domínio da Brisa são na maioria de betão armado ou de betão armado pré-esforçado, apresentando um parque de obras relativamente novo, com idade inferior a cinquenta anos. Faz parte do contrato de concessão entre a Brisa e o Estado Português manter o estado de conservação global em conformidade com o Plano de Controlo de Qualidade (PCQ). Esta empresa utiliza a ferramenta de gestão GOA e observa de forma contínua o estado das obras de arte através da realização de inspeções. Em 2013, apenas 7% das obras de arte da Brisa necessitavam de intervenção.

Relativamente aos municípios, tal como no passado, desconhece-se a quantidade e a condição das obras de arte sob sua jurisdição, pois a maioria das autarquias não possui um inventário das mesmas. Apenas se pode concluir que o conjunto de obras de arte sob a tutela dos municípios é muito heterogéneo no que se refere à idade, tipologia ou condição e que, quanto ao

material destas estruturas, muitas serão de alvenaria de pedra. A maioria dos municípios não realiza inspeções periódicas e ações de manutenção regulares às suas estruturas, e a grande maioria não possui um sistema de gestão de obras de arte. Os municípios consideram como principais entraves à realização de uma gestão eficaz das obras de arte sob sua tutela os limitados recursos financeiros e técnicos, e a falta de documentação técnica adaptada à realidade municipal.

3. O INVENTÁRIO DAS OBRAS DE ARTE DO CONCELHO DE BARCELOS - PROJETO RECONHECER

3.1. Considerações iniciais

O inventário é uma componente fundamental num sistema de gestão de obras de arte, reunindo as características das estruturas, de uma forma sistemática e uniforme, que serve de referência para a realização das atividades de inspeção, manutenção ou conservação. Assim, o seu conteúdo compreende dados administrativos, como a data de construção, o projetista, a localização ou os obstáculos transpostos, e dados técnicos, como a geometria da obra de arte e dos seus componentes, de acordo com critérios previamente estabelecidos, de forma a obter uma base documentada que permita, com eficiência, efetuar todos os procedimentos posteriores de gestão.

Tal como muitos municípios portugueses, como referido anteriormente em 2.10.3., o Concelho de Barcelos não possuía o inventário das suas obras de arte. O Projeto Reconhecer teve como objetivo realizar o inventário de todas as obras de arte deste município, sob responsabilidade direta da CMB ou tuteladas pelas juntas de freguesia, sendo assim o primeiro passo para a implementação de um sistema de gestão de obras de arte neste município.

Neste Capítulo, será identificado o Projeto Reconhecer, descrita a metodologia utilizada na inventariação das obras de arte do município de Barcelos e exemplificada a aplicação da metodologia a três obras de arte que apresentam especificidades que justificam algumas considerações e conceitos da metodologia.

3.2. O Projeto Reconhecer

A implementação do “Projeto Reconhecer”, do qual a autora da dissertação foi uma das autoras, resultou da celebração de um protocolo envolvendo a ULHT, o LNEC e a CMB. Este projeto de investigação e desenvolvimento teve como finalidade inventariar as obras de arte (pontes, viadutos, túneis, passagens superiores, passagens inferiores e passagens hidráulicas) existentes no Concelho de Barcelos, sob a responsabilidade da CMB, tendo em vista a definição de uma estratégia de acompanhamento da condição das obras de arte e facilitar a orçamentação da

sua manutenção, posicionando a CMB como uma das primeiras autarquias a implementar um plano de inventariação das obras de arte sob a sua responsabilidade direta ou sob tutela das juntas de freguesia do concelho e, assim, promover uma maior proteção permanente de vidas humanas.

Segundo as cláusulas do protocolo, a CMB auxiliou na identificação das obras de arte, ficando sob a responsabilidade da ULHT o desenvolvimento da metodologia para a realização do inventário, a inspeção das obras de arte e a elaboração de relatórios, sendo todo o processo validado pelo LNEC.

O Projeto Reconhecer teve início em abril de 2019, o prazo para a sua realização era inicialmente nove meses e incidia sobre 100 obras de arte. No entanto, o Projeto Reconhecer teve a duração de três anos, um atraso fundamentalmente imputado à pandemia de Covid-19, e foram inventariadas 116 obras de arte.

Desse trabalho, resultou um relatório final que constitui o inventário de obras de arte, contemplando a caracterização de obras de arte do Concelho de Barcelos e compilando as características de todas as estruturas do ponto de vista técnico.

3.3. Metodologia aplicada na inventariação

3.3.1. Descrição da metodologia

No Projeto Reconhecer, definiu-se como obras de arte todas as estruturas integradas em vias de comunicação que permitem o cruzamento desnivelado de estradas, caminhos de ferro, vales ou linhas de água com um vão superior a 2 m ou soma dos vãos superior a 5 m. Os vários tipos de obras de arte e os critérios para a sua validação encontram-se identificados na Tabela 3.1, ilustrados com um exemplo.

Tabela 3.1 - Tipologias de obras de arte e critérios de validação utilizados no Projeto Reconhecer

Abreviatura	Designação	Descrição	Exemplos
PE	Ponte	Obra de arte que transpõe uma linha de água importante, com comprimento total ou somatório de vãos igual ou superior a 10 m.	
VI	Viaduto	Obra de arte que transpõe um vale ou quando o principal obstáculo transposto não é uma linha de água.	
TU	Túnel	Obra de arte em forma de galeria subterrânea.	
PS	Passagem Superior	Obra de arte destinada à passagem de uma via sobre uma estrada de maior importância ou um caminho de ferro. São exemplos as passagens superiores que existem nas autoestradas.	
PI	Passagem Inferior	Obra de arte destinada à passagem de uma via sob uma estrada de maior importância ou caminho de ferro.	
PP	Passagem Pedonal	Obra de arte destinada à passagem de peões sobre ou sob a via.	
PA	Passagem Agrícola	Obra de arte destinada à passagem de máquinas agrícolas (ex.: tratores) sob a via.	
PH	Passagem Hidráulica	Obra de arte destinada a dar passagem a uma linha de água pouco importante sob a via, geralmente de forma circular.	
PO	Pontão	Obra de arte que transpõe uma linha de água, com comprimento total e somatório de vãos inferior a 10 m.	

O Projeto Reconhecer desenvolveu-se em várias fases, interligadas entre si, compreendendo o desenvolvimento do Formulário Identifica, da Ficha de Inspeção de Inventário (FII), a realização das inspeções de inventário, o desenvolvimento da Ficha de Identificação da Obra de Arte (FID) e, por fim, a realização de um relatório final, sendo este último o documento que constitui o inventário das obras de arte de Barcelos, contendo a caracterização das obras de arte inventariadas com base nas informações recolhidas e a compilação das suas fichas de identificação. A Figura 3.1 apresenta as fases do Projeto Reconhecer e a sua sucinta descrição.



Figura 3.1 - Fases do Projeto Reconhecer

Uma vez que não foram facultados para consulta os projetos das obras de arte e que o Projeto Reconhecer não dispunha de meios próprios para efetuar a medição de elementos estruturais de difícil acesso, existem inspeções de inventário incompletas. Todas as informações sobre as obras de arte foram recolhidas durante as inspeções de inventário.

3.3.2. O Formulário Identifica

As informações sobre as obras de arte do município de Barcelos eram escassas, excetuando as consideradas de valor patrimonial histórico, cujo número é diminuto em relação ao total das obras de arte do concelho. Sobre estas últimas, apenas foram recolhidas informações sobre as suas datas ou épocas de construção.

A primeira fase do Projeto Reconhecer consistiu na realização de um inquérito às juntas de freguesia do concelho visando um levantamento preliminar de informações básicas sobre as obras de arte, como a denominação, a tipologia, a localização, o tipo de via em que se encontram inseridas (municipal ou vicinal), a georreferenciação e fotografias das mesmas. Para este efeito foi elaborado o Formulário Identifica (Figura 3.2). Note-se que o campo referente ao ID da obra de

arte apenas corresponde à sua numeração atribuída pelas juntas de freguesia e não à codificação de identificação das obras de arte utilizada no Projeto Reconhecer.

Embora as respostas ao formulário nem sempre contivessem o preenchimento de todos os seus campos, as informações disponibilizadas pelas juntas de freguesias foram fundamentais para auxiliar no desenvolvimento das FII's, possibilitando o conhecimento prévio das dimensões, das tipologias e dos materiais das obras de arte, e indispensáveis para o planeamento das inspeções, permitindo localizar e georreferenciar todas as estruturas. Através das fotografias fornecidas foi também possível a realização de uma validação preliminar das obras de arte, tendo todas sido validadas no local posteriormente.

FORMULÁRIO IDENTIFICA	
CONCELHO DE BARCELOS	
Freguesia:	
Contacto	
Nome:	Telefone: E-mail:
ID da Obra de Arte: Denominação (caso exista)	
Tipologia	
Ponte ☐ Viaduto ☐ Túnel ☐ Passagem Superior ☐ Passagem Inferior ☐	
Passagem Pedonal ☐ Passagem Agrícola ☐ Passagem Hidráulica ☐ Pontão ☐	
Outra:	
Localização	
Nome da Rua:	
Tipo de Via: Municipal ☐ Vicinal ☐	
Coordenadas (Obter através do Google Maps ou de uma outra aplicação móvel.)	
Latitude:	Longitude:
Fotografia (Enviar junto com o formulário uma foto e nomear a mesma com o número ID da Obra de Arte.)	
ID da Obra de Arte: Denominação (caso exista)	
Tipologia	
Ponte ☐ Viaduto ☐ Túnel ☐ Passagem Superior ☐ Passagem Inferior ☐	
Passagem Pedonal ☐ Passagem Agrícola ☐ Passagem Hidráulica ☐ Pontão ☐	
Outra:	
Localização	
Nome da Rua:	
Tipo de Via: Municipal ☐ Vicinal ☐	
Coordenadas (Obter através do Google Maps ou de uma outra aplicação móvel.)	
Latitude:	Longitude:
Fotografia (Enviar junto com o formulário uma foto e nomear a mesma com o número ID da Obra de Arte.)	
ID da Obra de Arte: Denominação (caso exista)	
Tipologia	
Ponte ☐ Viaduto ☐ Túnel ☐ Passagem Superior ☐ Passagem Inferior ☐	
Passagem Pedonal ☐ Passagem Agrícola ☐ Passagem Hidráulica ☐ Pontão ☐	
Outra:	
Localização	
Nome da Rua:	
Tipo de Via: Municipal ☐ Vicinal ☐	
Coordenadas (Obter através do Google Maps ou de uma outra aplicação móvel.)	
Latitude:	Longitude:
Fotografia (Enviar junto com o formulário uma foto e nomear a mesma com o número ID da Obra de Arte.)	

Figura 3.2 - Formulário Identifica

3.3.3. Ficha de Inspeção de Inventário

Tal como mencionado em 2.10.2., em Portugal não existe legislação que regule as inspeções de obras de arte de modo que esta atividade seja sistemática e com procedimentos uniformizados. Também não existem a nível nacional guias ou manuais de inspeção de obras de arte de acesso público e as informações disponíveis sobre a matéria são escassas, principalmente no que diz respeito ao seu inventário e a obras de arte sob jurisdição dos municípios. Assim, a Ficha de Inspeção de Inventário (FII) desenvolvida no âmbito do Projeto Reconhecer teve por base:

- as conclusões do estudo do parque de obras de arte municipais em Portugal, apresentado na secção 2.10.1.;
- as informações fornecidas pelas juntas de freguesia do município de Barcelos, em resposta ao Formulário Identifica, em particular o registo fotográfico das obras de arte;
- extensa pesquisa bibliográfica sobre obras de arte, sobre o seu inventário e sobre a sua gestão.

O conjunto de obras de arte sob a tutela dos municípios apresenta uma realidade muito diferente da do parque de obras de arte integradas nas redes nacionais, sob jurisdição da IP e das concessionárias de autoestradas, geralmente tendo menor dimensão, apresentando menores vãos e sendo muito heterogéneo no que se refere à idade, à tipologia e aos materiais. Com efeito, além de obras de arte com estruturas metálicas ou de betão armado construídas em diferentes épocas, o património sob a jurisdição das autarquias compreende um número significativo de estruturas em arco de alvenaria de pedra.

Após análise da bibliografia da especialidade, verificou-se que podem existir diferenças na nomenclatura de alguns dos elementos constituintes das obras de arte e na organização dos campos de informação das fichas de inspeção. A FII do Projeto Reconhecer foi concebida de forma a incluir todos os campos de informações e componentes estruturais necessários para caracterizar eficaz e detalhadamente as obras de arte do Município de Barcelos, tendo em consideração as especificidades das estruturas sob sua jurisdição, quanto à sua diversidade de idades, tipologias e materiais, e adotando a nomenclatura mais usual dos elementos constituintes das estruturas.

Salienta-se a importância da FII. A adequada organização e fácil leitura das informações desta contribuem para a agilização e para a eficiência das inspeções de inventário. A organização

das informações, a seleção criteriosa e o nível de detalhe do seu conteúdo, bem como o rigor de execução das inspeções de inventário, refletir-se-á na eficiência e no rigor do inventário. Como o inventário das obras de arte servirá de referência para as inspeções futuras e este será constituído pelas Fichas de Identificação da Obra de Arte (FID's), cujo conteúdo e organização das informações são os mesmos da FII, esta última constitui, assim, o elemento mais relevante na metodologia de inventariação e, conseqüentemente, contribuirá para a eficácia do sistema de gestão de obras de arte.

A FII foi sendo testada e validada durante as inspeções, e foram sendo efetuadas alterações e introduzidos elementos ou conceitos que se revelaram necessários para a caracterização das obras de arte. No subcapítulo 3.4.4. será descrita a aplicação da metodologia do Projeto Reconhecer a três obras de arte, cujo critério de seleção é apresentarem particularidades que justificam a introdução destes conceitos. Por maior facilidade de medição, o comprimento dos vãos corresponde ao vão livre, ou seja, ao vão medido paralelamente ao eixo longitudinal de uma obra de arte, entre os paramentos interiores dos apoios, conforme ilustrado na Figura 3.3. Nas situações em que este comprimento corresponde ao vão teórico (distância entre eixos de apoios), existe uma anotação deste fato na ficha. Durante as inspeções de inventariação, em função das especificidades das obras de arte municipais, observou-se que a diferença entre o vão teórico e o vão livre é significativa pois, em geral, o vão livre é pequeno e os apoios são espessos. Assim, houve necessidade de introduzir o seguinte conceito:

- **Comprimento total** – distância entre juntas de dilatação ou comprimento aparente equivalente à extensão total da obra de arte, incluindo tabuleiro e encontros, para o caso de obras sem juntas.

No caso de obras de arte sem juntas de dilatação e em que não foi possível determinar o comprimento aparente, ou tendo sido possível essa medição, mas a diferença entre o comprimento aparente e o comprimento do vão não era significativa, assumiu-se por simplificação que o comprimento total era igual ao comprimento do vão livre.

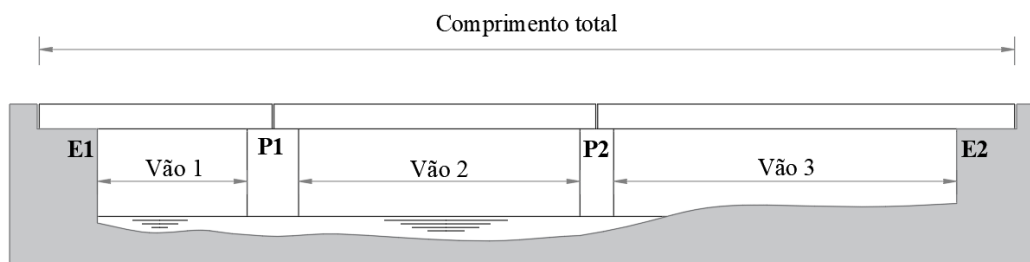


Figura 3.3 - Comprimento total e comprimento dos vãos (perfil longitudinal)

Também por maior facilidade de medição, considerou-se que a altura das vigas corresponde à distância entre a face inferior da viga e a face inferior do tabuleiro, tal como representado na Figura 3.4.

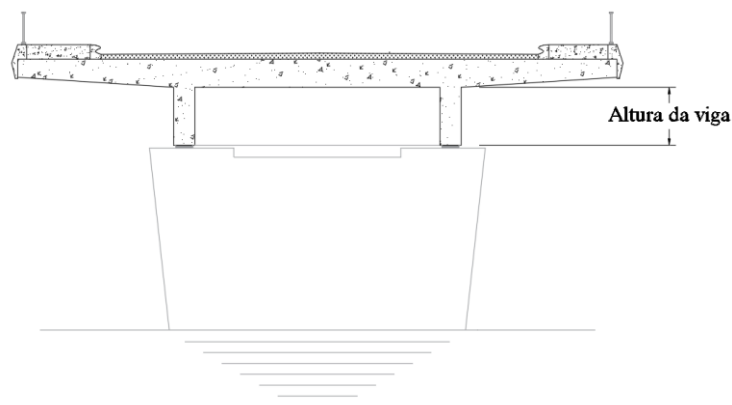


Figura 3.4 - Altura das vigas (corte transversal)

Verificou-se dificuldade em classificar e caracterizar algumas obras de arte quanto ao seu material estrutural ou ao tipo de material de alguns dos seus componentes. Sendo o tipo de material estrutural de uma obra de arte definido segundo o material do seu tabuleiro, face à particularidade das estruturas em arco em alvenaria de pedra com alargamento em laje de betão armado, esquematizado na Figura 3.5, ou seja, cujo tipo de material estrutural do tabuleiro não se enquadra nos tradicionais, definiu-se que nestes casos a obra ficaria melhor caracterizada através da classificação da obra de arte como “mista de alvenaria de pedra – betão”. Nesse tipo de estruturas definiu-se como a altura do tabuleiro o somatório das alturas do tabuleiro de betão armado e do tabuleiro de alvenaria de pedra.

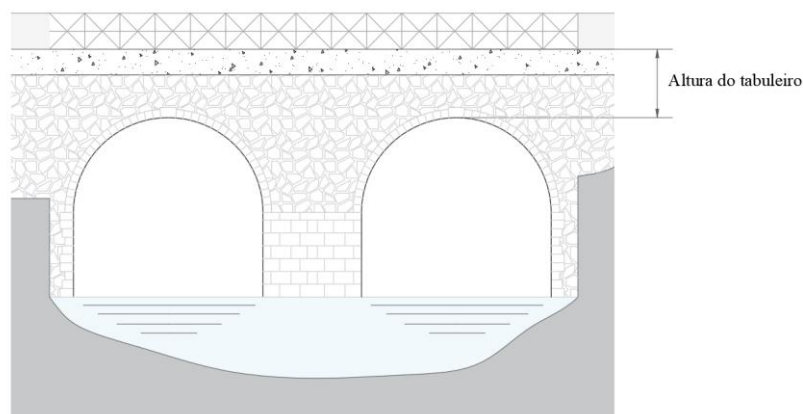


Figura 3.5 - Obra de arte com tabuleiro misto de alvenaria de pedra – betão

Observou-se também a existência de algumas obras de arte com lajes com vigotas de betão armado e pré-esforçado com abobadilhas de material cerâmico. Nesses casos, considerou-se que o betão armado e pré-esforçado é o seu material estrutural e que o betão armado e pré-esforçado com abobadilhas de material cerâmico é o material da laje.

Relativamente aos encontros, verificou-se que muitas vezes estes são diferentes do lado esquerdo e do lado direito, sendo também possível encontrar no mesmo encontro uma combinação de vários elementos (por exemplo: muro de testa, muro de avenida e muro de ala). Assim, algumas obras de arte têm, por exemplo, muro de testa de um lado e muro de ala do outro.

Em alguns casos, houve dificuldade em determinar o material dos encontros. Nesses casos, em geral, embora não existam registos de alterações ou substituições efetuadas nas obras de arte, observaram-se evidências de substituição do tabuleiro, através da diferença de idades e do tipo de materiais utilizados neste último e nos encontros. Os encontros de alvenaria de pedra foram mantidos, revestidos superficialmente e/ou ampliados lateralmente com betão armado para ajudar a suportar o tabuleiro, e o tabuleiro foi substituído por um de betão armado - um material com utilização mais recente do que o dos encontros. Para caracterizar com mais detalhe o material destes encontros, este foi definido como betão e alvenaria de pedra, no caso de a alvenaria de pedra ser revestida superficialmente por betão, e betão armado e alvenaria de pedra, no caso de os encontros de alvenaria de pedra terem sido ampliados lateralmente com betão armado.

Pretendeu-se que a denominação dos elementos estruturais das obras de arte utilizada na FII fosse transversal à generalidade das estruturas suscetíveis de se encontrarem sob administração municipal. No entanto, os elementos estruturais das obras de arte em arco de alvenaria de pedra possuem uma nomenclatura particular, envolvendo termos menos comuns. Por esse motivo, na

Figura 3.6 e na Figura 3.7 apresentam-se um alçado e um corte transversal, respectivamente, com a denominação dos elementos constituintes deste tipo de obras de arte, bem como a definição do seu tabuleiro.

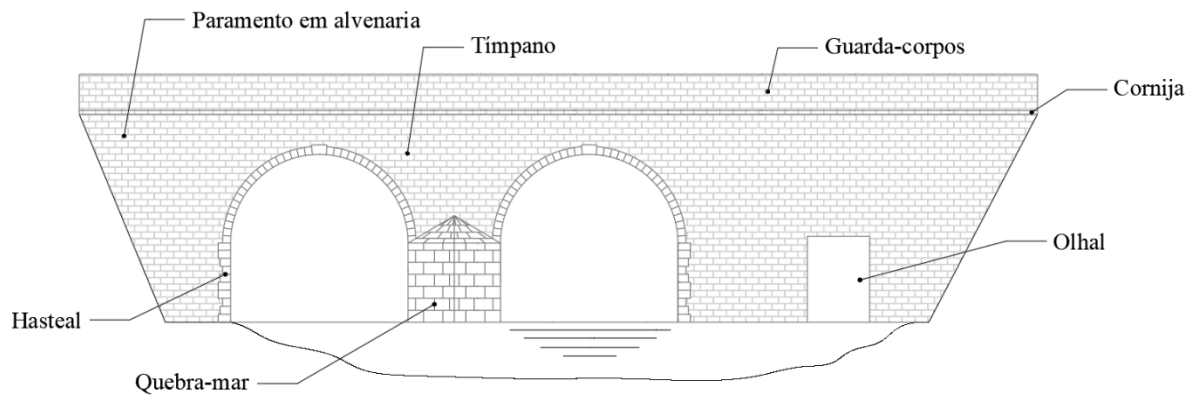


Figura 3.6 - Denominação dos elementos constituintes de obras de arte em arco de alvenaria de pedra (alçado)

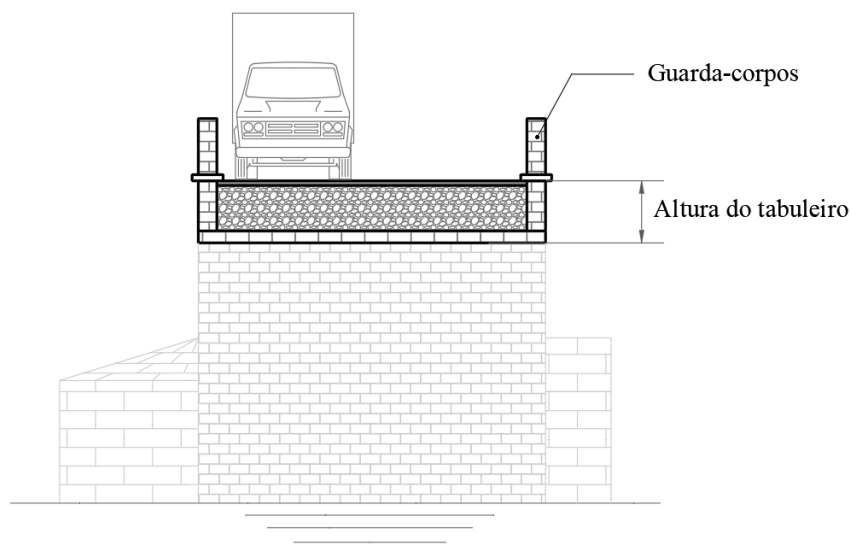


Figura 3.7 - Definição de tabuleiro em obras de arte em arco de alvenaria de pedra (corte transversal)

Devido à particularidade inerente a boa parte das estradas municipais, na ausência de marcas horizontais de definição da faixa de rodagem, considerou-se apenas uma via quando a largura da faixa de rodagem era inferior a 5,50 m ($2 \times 2,75\text{m}$).

A FII, apresentada no Apêndice 1, é constituída por cinco páginas e a sua informação é organizada em quatro campos: dados gerais, características da obra de arte, notas gerais e esquemas. No seu cabeçalho são registados o código de identificação da obra arte (ID da obra de arte), a sua denominação (caso exista), o responsável pela inspeção, a data da sua realização e a hora de início e de término.

Cada obra de arte é identificada através de um código, considerando o tipo de obra de arte, a sua numeração dentro da freguesia em que foi registada e o número da respetiva freguesia por ordem alfabética. Nos casos em que duas ou mais freguesias partilham a responsabilidade por uma obra de arte, a mesma foi registada na freguesia que primeiro aparece na ordenação alfabética, sendo as restantes freguesias referidas no código de identificação. A corresponsabilidade baseou-se no registo da mesma obra por parte das freguesias no Formulário Identifica.

Assim, o código de identificação da obra de arte assume a forma apresentada na Figura 3.8, sendo constituído por duas letras que indicam o tipo de arte, dois dígitos que representam a sua numeração dentro da freguesia e dois dígitos referentes à numeração da freguesia no concelho, acrescentando-se dois dígitos por cada entidade corresponsável, caso existam. As letras e números estão separados por pontos. Na Figura 3.8 encontram-se também as abreviaturas dos tipos de obras de arte e a numeração das freguesias dentro do concelho. Seguem-se dois exemplos de códigos de identificação com a descrição do seu significado: o código de identificação “PS.04.09” corresponde a uma passagem superior (PS), sendo a obra de arte n.º 4 registada na freguesia de Arcozelo (freguesia n.º 9), e o código de identificação “PE.01.12.23.48” corresponde a uma ponte (PE), sendo a obra de arte n.º 1 registada na freguesia de Balugães (freguesia n.º 12), mas cuja responsabilidade pertence de igual forma às freguesias de Cossourado (n.º 23) e de Quintiães e Aguiar (n.º 48).



Figura 3.8 - Código de identificação das obras de arte

Os dados que constam no campo dos dados gerais são os seguintes:

- i. **Identificação e localização** – dados sobre a identificação e a localização da obra de arte, incluindo o nome da rua, a sua georreferenciação através de GPS, no ponto de interseção da via principal com a via ou o curso de água intersetados, a classificação da via principal na hierarquia da rede rodoviária municipal e o ano de construção da obra de arte, e dados administrativos, tais como a entidade responsável (freguesia que registou a obra de arte através do Formulário Identifica, ou, nos casos em que duas ou mais freguesias partilham a responsabilidade por uma obra de arte, a freguesia que primeiro aparece na ordenação alfabética) e as entidades corresponsáveis (freguesias que registaram a mesma obra de arte);
- ii. **Obstáculo intersetado** – identificação da linha de água ou da via de comunicação que a obra de arte interseta;

- iii. **Tipo de obra de arte:** classificação da tipologia da obra de arte, tal como definido na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.;**
- iv. **Tipo de material estrutural:** classificação da obra de arte quanto ao material estrutural do seu tabuleiro;
- v. **Tipo de sistema estrutural longitudinal:** classificação da obra de arte quanto ao seu sistema estrutural longitudinal;
- vi. **Tipo de seção transversal:** classificação da obra de arte quanto à sua seção transversal;
- vii. **Características plani-altimétricas:** informações sobre o tipo de desenvolvimento da estrutura ao nível planimétrico (retilíneo ou curvo) e altimétrico (trainel plano, ascendente ou descendente);
- viii. **Tipo de utilização:** dados relativos ao tráfego predominante sobre a obra de arte (pedonal, rodoviário ou ferroviário), à sobrecarga de pesados (frequente, ocasional ou inexistente), sendo esta última meramente indicativa, pois a frequência foi atestada por observação, à existência de intervenções ou alterações aparentes e o tipo das mesmas (substituição, alargamento ou conservação), e registo de observações adicionais relacionadas com este subcampo de dados, como a existência de sinalização de pesados.

No campo da caracterização da obra de arte, é feita a discretização da estrutura em vários componentes, estruturais e não estruturais, sendo registados, para cada um deles, os materiais ou equipamentos que os constituem, as suas respetivas quantidades e as suas dimensões. Os dados que constam neste campo são os seguintes:

- i. **Geometria global:** informação relativa às dimensões gerais da obra de arte, ou seja, o comprimento total, a largura total e o gabarit, e ao número de vãos e sua dimensão;

- ii. **Tabuleiro:** dados sobre a altura do tabuleiro, o material da laje, o número de vigas, o seu material e as suas dimensões, e a existência de bermas, drenos ou pingadeiras;
- iii. **Juntas de dilatação:** informação sobre a existência de juntas de dilatação, o seu número e tipo;
- iv. **Encontros:** informação sobre a existência de encontros, o seu tipo e material;
- v. **Aparelhos de apoio:** informação sobre a existência de aparelhos de apoio, o seu número e tipo;
- vi. **Pilares:** dados relativos ao número de pilares, à sua dimensão e ao seu material;
- vii. **Faixa de rodagem:** informações sobre o número de vias, o número de sentidos de tráfego, a largura da faixa de rodagem e o material do seu pavimento;
- viii. **Passeios:** informação sobre a existência de passeios, se são simples ou duplos, ou seja, se existem dos dois lados ou apenas de um, a sua largura e o material do seu pavimento;
- ix. **Guarda-corpos:** informação sobre a existência de guarda-corpos, se são simples ou duplos, a sua altura, a sua largura (quando aplicável), o seu material e registo de informações adicionais, como a sua cor;
- x. **Acrotérios:** dados sobre a existência de acrotérios e o seu material;
- xi. **Guardas de segurança:** informação sobre a existência de guardas de segurança, o seu material e o seu tipo;
- xii. **Drenagem:** informação sobre a existência de drenagem e o seu tipo;
- xiii. **Cornijas:** informação sobre a existência de cornijas, a sua largura e o seu material;
- xiv. **Taludes:** informação sobre a existência de taludes, o seu tipo e o seu material.

No campo das notas gerais são registados definições ou esclarecimentos de características particulares de um determinado campo, não explicitados nos itens anteriores.

No campo dos esquemas são registados desenhos legendados relevantes para complementar a caracterização da obra de arte.

3.3.4. Inspeções de inventariação das obras de arte

O planeamento das inspeções de inventário baseou-se nas indispensáveis informações disponibilizadas pelas juntas de freguesias, em resposta ao Formulário Identifica, como referido em 3.3.2. Com base nas informações fornecidas, foi criado um mapa com a georreferenciação através de GPS de todas as obras de arte.

As inspeções de inventário foram realizadas pela autora ao longo de quatro campanhas de inspeção, tendo decorrido nos seguintes períodos: de 11 a 22 de novembro de 2019; de 3 a 13 de dezembro de 2019; de 1 a 9 de junho 2020; e de 9 a 15 de agosto 2021.

Esta fase do Projeto Reconhecer consistiu na validação de todas as obras de arte registadas pelas juntas de freguesia e na inventariação das estruturas validadas, segundo os critérios de validação definidos pelo Projeto. Não tendo sido possível consultar os seus projetos, todas as informações sobre as obras de arte foram recolhidas durante as inspeções de inventário, tal como mencionado em 3.3.1. Durante as mesmas, procedeu-se ao preenchimento da FII, à medição da geometria dos componentes das obras de arte, à realização do registo fotográfico e, quando necessário, ao desenho de esquemas.

A duração de cada inspeção foi muito variável, dependendo da dimensão da obra de arte, dos condicionalismos de acesso aos seus componentes, da existência de luz solar, das condições meteorológicas ou da disponibilidade de outro inspetor para auxiliar nas medições da geometria de alguns componentes das obras de arte. Assim, algumas obras de arte foram visitadas mais do que uma vez e a duração das inspeções das estruturas mais simples e de menor dimensão foi cerca de 40 minutos.

O Projeto Reconhecer não dispunha de meios próprios especiais, como plataforma elevatória, acesso por cordas ou barcos, para efetuar a medição de elementos estruturais de difícil acesso. O acesso a estes foi também dificultado ou impossível, em alguns casos, devido a barreiras

físicas, como a presença de vegetação ou de vedações. Este fato não inviabilizou a realização do inventário, existindo apenas algumas inspeções de inventário incompletas. Para a sua realização, além da FII e dos obrigatórios equipamentos de proteção individual (EPI's), foram utilizados equipamentos e ferramentas correntes apresentados na Figura 3.9. Em situações pontuais, foi utilizada uma jardineira com botas de biqueira de aço incorporadas.



Figura 3.9 - Ferramentas e equipamentos utilizados nas inspeções de inventário

O telemóvel foi utilizado para registar as coordenadas GPS das obras de arte, no ponto de interseção da via principal com a via ou o curso de água intersetados, e para efetuar o seu registo fotográfico. O esquadro de aço serviu apenas como meio auxiliar para a realização de algumas medições. Os prumos tipo peso foram utilizados em conjunto com a fita métrica de 50 m para medir a altura de pilares em águas pouco profundas. A corda de polietileno foi utilizada para a medição do comprimento de vãos não acessíveis, utilizando os mosquetões para assegurar a verticalidade da corda. Colocando a corda verticalmente a partir do guarda-corpos ou do pavimento sobre a laje da obra de arte e fazendo-a coincidir com os paramentos interiores dos apoios, mediu-se o comprimento do vão através da medição da distância horizontal entre as duas cordas. Estes meios de inspeção, consistindo em equipamentos e ferramentas correntes e expeditos, revelaram-se, na grande maioria dos casos, suficientes para a realização das inspeções de inventário das obras de arte.

3.3.5. Ficha de Identificação das Obras de Arte

Após a realização das inspeções de inventário, procedeu-se, em gabinete, ao processamento dos dados recolhidos em cada estrutura, através do preenchimento da Ficha de Identificação das Obras de Arte (FID). Por este motivo, é esta a denominação da quarta fase da metodologia do Projeto Reconhecer, apesar de a FID ter sido concebida aquando da criação da FII.

Tal como referido em 3.3.3., a FID contém os campos de informação da FII (dados gerais, caracterização da obra de arte, notas gerais e esquemas) e a organização dos dados é idêntica. No entanto, a ficha de identificação apresenta informações adicionais, contendo o mapa de localização da estrutura, com a sua georreferenciação, e uma fotografia da obra de arte no seu cabeçalho, e um campo onde se apresenta o seu registo fotográfico. A FID, apresentada no Apêndice 2, é constituída por quatro páginas e a sua informação é organizada em quatro campos: dados gerais, caracterização da obra de arte, notas gerais, fotografias e esquemas.

3.3.6. Relatório Final

Da implementação do Projeto Reconhecer resultou um Relatório Final, que constitui o inventário das obras de arte de Barcelos. Este relatório contém a compilação das FID's das 116 obras de arte da CMB, bem como uma caracterização detalhada do parque de obras de arte do município por: tipologia, material estrutural, sistema estrutural longitudinal, sistema estrutural transversal, material da laje, número de vãos, dimensão dos vãos, características plani-altimétricas, tráfego predominante e sobrecarga de pesados, tipo de intervenções/alterações aparentes, juntas de dilatação, encontros, aparelhos de apoio, tipo de pilares, faixa de rodagem, passeios, guarda-corpos, acrotérios, guardas de segurança, sistema de drenagem, cornijas e taludes.

O Relatório Final inclui também recomendações para futuros desenvolvimentos do inventário e relativas a atividades básicas de manutenção das obras de arte. Sendo este documento uma fonte estática de informação recolhida e organizada relativa às obras de arte atuais do concelho, é crucial que a informação de inventário seja atualizada na sequência da construção de uma nova obra de arte ou de alterações na mesma (reparações, reforços, alargamentos, substituições, demolições). Assim, por cada obra de arte nova deve ser preenchida a FID, adicionando-a ao inventário existente segundo a codificação de identificação e organização adotadas pelo Projeto Reconhecer. Dada a importância do conhecimento do histórico de cada obra de arte, todas as alterações efetuadas na obra de arte devem ser registadas, de forma normalizada

através da criação de fichas de registo associadas à obra de arte objeto de intervenção, e toda a informação deve ser armazenada de forma fácil e com rápido acesso, em suporte papel ou, preferencialmente, informático.

Devido ao efeito de proximidade, as juntas de freguesia podem desempenhar um papel importante na gestão da informação de base de alimentação do sistema de gestão, bem como proceder regularmente a ações de manutenção básicas, nomeadamente a limpeza de vegetação e detritos, principalmente nas freguesias com características mais rurais. Recomenda-se o registo da data da sua realização e uma periodicidade anual. Sugere-se que essa atividade seja realizada através de recursos humanos das juntas de freguesia com funções compatíveis com a execução de tais tarefas ou através da criação de brigadas municipais, também com funções similares que se adequem à realização das ações propostas, não sendo necessário que sejam exclusivamente dedicadas à manutenção de obras de arte. Há também que ter em consideração as comunicações efetuadas pela sociedade civil sobre o estado de conservação e anomalias nas obras de arte, pois geralmente são responsáveis pelo primeiro nível de alerta.

3.4. Aplicação da metodologia a um conjunto de obras de arte

Neste subcapítulo, será exemplificada a aplicação da metodologia Projeto Reconhecer a três obras de arte. O critério de seleção das mesmas é apresentarem especificidades que justificam algumas considerações e conceitos da metodologia aplicada. Note-se que, apesar de também exemplificarem estruturas suscetíveis de se encontrarem sob administração municipal, as obras de arte que serão descritas não representam as mais comuns.

3.4.1. Ponte Nova

A Ponte Nova, com o código de identificação PE.03.23, localiza-se na freguesia de Cossourado, a aproximadamente 13 km da sede de concelho (Figura 3.10). Esta ponte encontra-se integrada na Estrada Municipal EM 527, servindo de travessia ao Rio Neiva, e tem orientação N-S. Tendo sido uma das obras de arte assinaladas e localizadas pela junta de freguesia, em resposta ao Formulário Identifica, e validada pelo Projeto Reconhecer, a sua inspeção de inventário foi realizada em 11 e 13 de dezembro de 2019, no período da manhã. Tal como definido em 3.3.3., o

seu código identifica-a como uma ponte (PE), sendo a obra de arte n.º 3 registada na freguesia de Cossourado (freguesia n.º 23).

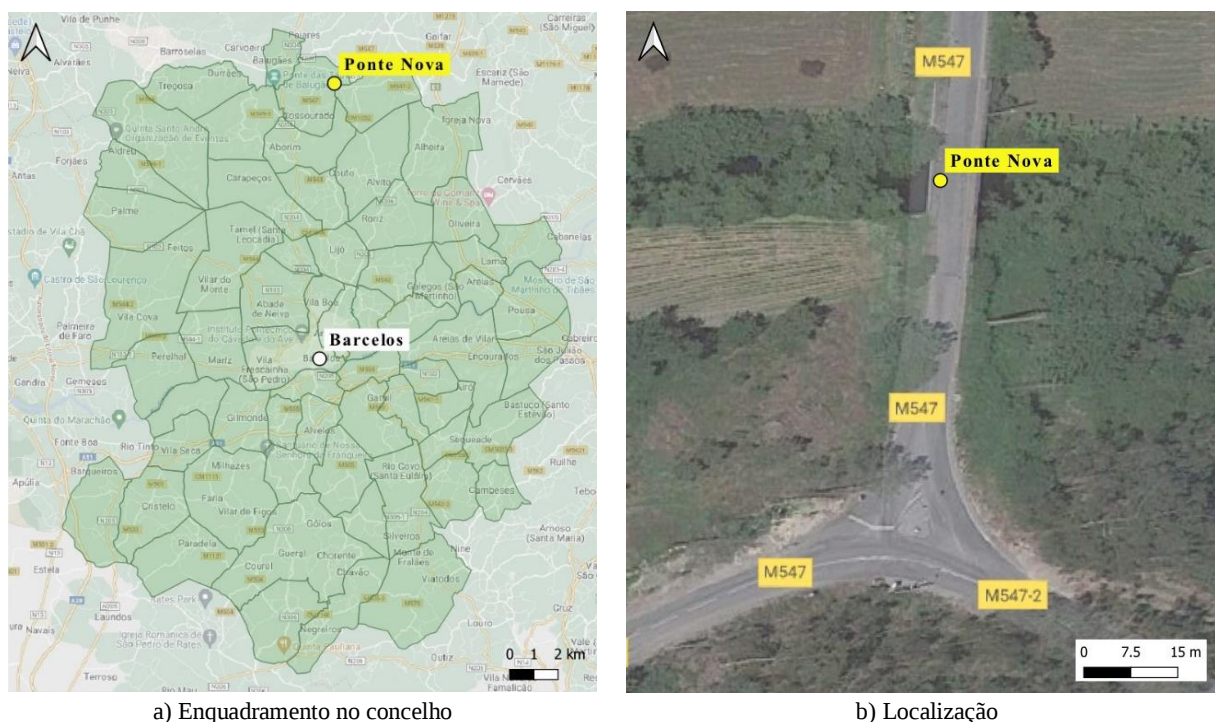


Figura 3.10 - Enquadramento no concelho e localização da Ponte Nova

A Ponte Nova, cujo alçado geral se pode observar na Figura 3.11, tem sistema estrutural longitudinal em viga simplesmente apoiada e seção transversal em laje, vencendo um vão de 12,50 m. Apresenta a particularidade de o material estrutural do seu tabuleiro ser betão armado e pré-esforçado e material cerâmico, com altura de 1,01 m (Figura 3.12).

Apesar de o betão não ser visível, considerou-se que o tabuleiro é constituído por vigotas de betão armado e pré-esforçado e abobadilhas de tijolo, uma solução encontrada em algumas obras de arte do concelho, mas normalmente em pontões com vãos pequenos.

Suportam o tabuleiro encontros de alvenaria de pedra, simétricos em relação ao eixo transversal à via, com muros de testa e de avenida de ambos os lados. Os materiais utilizados nos encontros e no tabuleiro indicam que este último terá sido substituído.



Figura 3.11 - Alçado geral da Ponte Nova



Figura 3.12 - Vista inferior do tabuleiro da Ponte Nova

Com desenvolvimento planimétrico retilíneo e trainel plano, a estrutura da Ponte Nova não tem juntas dilatação, correspondendo o seu comprimento total, de 13,53 m, ao comprimento aparente, um conceito que foi necessário introduzir pelo Projeto Reconhecer, tal como definido em 3.3.3.

O tabuleiro tem uma largura total de 6,81m, acomodando uma faixa de rodagem com duas vias, uma para cada sentido de circulação. A faixa de rodagem, em calçada de pedra, tem 5,11 m de largura. Apesar de se considerar apenas uma via quando a largura da faixa de rodagem era inferior a 5,50 m, tal como definido em 3.3.3., e de não existirem marcas horizontais de definição da faixa de rodagem no pavimento em calçada da ponte, estas marcas existem no pavimento em betuminoso da estrada em que esta ponte se insere, pelo que, neste caso, foi considerado que existem duas vias (Figura 3.13).



Figura 3.13 - Vista superior da Ponte Nova, Norte

Existem passeios em betão de ambos os lados da faixa de rodagem, com 0,68 m de largura. Os guarda-corpos são metálicos, com 1,04 m de altura, rematados nas extremidades por acrotérios de betão armado. Os taludes são em rampa lateral à via, em terra vegetal.

3.4.2. Ponte da Breia

Inserida na Estrada Nacional EN305, a Ponte da Breia, com o código de identificação PO.06.28, localiza-se na freguesia de Fragoso, a cerca de 19 km da sede de concelho (Figura 3.14). Esta ponte foi assinalada e localizada pela junta de freguesia, em resposta ao Formulário Identifica, e validada pelo Projeto Reconhecer. A sua inspeção de inventário foi realizada em 13 de novembro e em 10 de dezembro de 2019, no período da manhã.

A estrutura tem duas juntas de dilatação não aparentes e o comprimento total, de 9,40 m, corresponde à distância entre estas. Segundo as tipologias e critérios de validação de obras de arte definidas pelo Projeto Reconhecer, apresentados em 3.3.3., esta estrutura, com comprimento total inferior a 10 m, corresponde a um pontão, apesar da sua denominação. Assim, o seu código identifica-a como um pontão (PO), sendo a obra de arte n.º 6 registada na freguesia de Fragoso (freguesia n.º 28).



a) Enquadramento no concelho



b) Localização

Figura 3.14 - Enquadramento no concelho e localização da Ponte Nova

A Ponte da Breia, com orientação SO - NE, tem uma estrutura mista de alvenaria de pedra - betão armado (Figura 3.15), uma classificação quanto ao material estrutural definida pelo Projeto Reconhecer em 3.3.3, sendo constituída por uma estrutura em arco abatido de alvenaria de pedra na parte inferior, sobre a qual assenta um tabuleiro de betão armado que faz o alargamento da via.



a) Alçado, Este



b) Alçado, Oeste

Figura 3.15 - Alçados da Ponte da Breia

Na primeira visita a esta estrutura não foi possível aceder à sua parte inferior, devido ao nível elevado da água. Na segunda visita, passado cerca de um mês, verificaram-se condições que permitiam o acesso ao vão, com recurso a uma escada telescópica, e foi efetuada a sua medição com medidor de distância a laser.

Com seção transversal em laje, a Ponte da Breia tem um único vão, com 5,04 m. A altura do tabuleiro é de 1,09 m e corresponde ao somatório da altura do tabuleiro de betão armado, subtraindo a altura do passeio, e da altura do tabuleiro de alvenaria de pedra, sendo esta última definida como a distância da parte inferior da laje de betão armado à parte inferior do arco.

Os encontros são de alvenaria de pedra, embora exista um muro de testa em betão armado (Figura 3.16b) que também suporta o tabuleiro do mesmo material estrutural. Assim, os encontros são constituídos por muro de testa, hasteal e muros de ala, como se pode observar na Figura 3.16.



a) Hasteal, Sudoeste



b) Muro de ala, Sudoeste



c) Muro de ala, Nordeste

Figura 3.16 - Encontros da Ponte da Breia

A estrutura tem uma largura total de 10,80 m. A faixa de rodagem, com largura de 7,99 m, tem duas vias com dois sentidos de circulação e o seu pavimento é betuminoso (Figura 3.17). Existem passeios de ambos os lados da faixa de rodagem, de betão e com largura média de 0,91 m.



a) Vista superior, Nordeste



b) Vista superior, Sudoeste

Figura 3.17 - Vista superior da Ponte da Breia

Os guarda-corpos, também de ambos os lados da faixa de rodagem, são metálicos, com 0,95 m de altura, e têm acrotérios de betão armado a rematar as suas extremidades. O tabuleiro de betão armado tem cornijas de pedra com 0,17 m de largura. O sistema de drenagem é constituído por bueiros de descarga direta (Figura 3.18).



Figura 3.18 - Guarda-corpos, passeio e bueiro da Ponte da Breia

3.4.3. Ponte do Verdeal

A Ponte do Verdeal, com o código de identificação PE.05.35, localiza-se na freguesia de Macieira de Rates, a aproximadamente 13 km da sede de concelho (Figura 3.19).



a) Enquadramento concelhio



b) Localização

Figura 3.19 - Enquadramento concelhio e localização da Ponte do Verdeal

Tendo sido uma das obras de arte assinaladas e localizadas pela junta de freguesia em resposta ao Formulário Identifica e validada pelo Projeto Reconhecer, a sua inspeção de inventário foi realizada em 1 de junho de 2020, no período da tarde. Tal como definido em 3.3.3., o seu

código identifica-a como uma ponte (PE), sendo a obra de arte n.º 5 registada na freguesia de Macieira de Rates (freguesia n.º 35).

Servindo um caminho vicinal, a Ponte do Verdeal, cujo alçado na direção SO se apresenta na Figura 3.20, é uma estrutura de alvenaria de pedra com desenvolvimento planimétrico curvo e desenvolvimento altimétrico plano (Figura 3.21). Não existindo juntas de dilatação, o comprimento total corresponde ao seu comprimento aparente, de 19,58 m, sendo este um valor médio entre os comprimentos aparentes medidos do arco maior (20,80 m) e do arco menor (18,35 m) da curva que a ponte desenvolve em planta.



Figura 3.20 - Alçado da Ponte do Verdeal, Sudoeste



a) Vista superior, Noroeste



b) Vista superior, Sudeste

Figura 3.21 - Vista superior da Ponte do Verdeal

Verificou-se dificuldade em classificar esta estrutura quanto ao seu sistema estrutural longitudinal, devido a ser constituída por cinco vãos, mas apresentando a particularidade de um deles ser em arco (Figura 3.22) e os restantes em viga contínua (Figura 3.23). Como o somatório

dos comprimentos dos vãos em viga contínua é maior do que o comprimento do vão em arco, optou-se por classificar a estrutura de acordo com o seu sistema estrutural longitudinal preponderante, ou seja, em viga contínua.

O vão em arco tem um comprimento de 3,40 m e os restantes 1,58 m, 1,60 m, 1,65 m e 2,22 m. O vão menor, localizado no extremo direito da ponte na direção SO, atravessa os edifícios de alvenaria de pedra que se podem observar na Figura 3.22a.



Figura 3.22 - Vão em arco da Ponte do Verdeal



Figura 3.23 - Vãos em viga contínua da Ponte do Verdeal

A laje do tabuleiro é maioritariamente de alvenaria de pedra, tendo sido efetuado um alargamento do mesmo com laje de betão armado, assente em vigas longitudinais de aço que apoiam nos quatro pilares de alvenaria de pedra. As alturas dos tabuleiros são 0,20 m no de betão armado e 0,77 m, em média, no de alvenaria de pedra. As vigas têm 0,38 m de altura, não tendo sido possível medir a sua largura. Na Figura 3.24 pode observar-se um corte transversal da estrutura a meio do 2º vão, um dos vãos com sistema em viga contínua. As alturas do tabuleiro indicadas na figura correspondem às alturas medidas a meio desse vão. O sistema estrutural transversal é em laje.

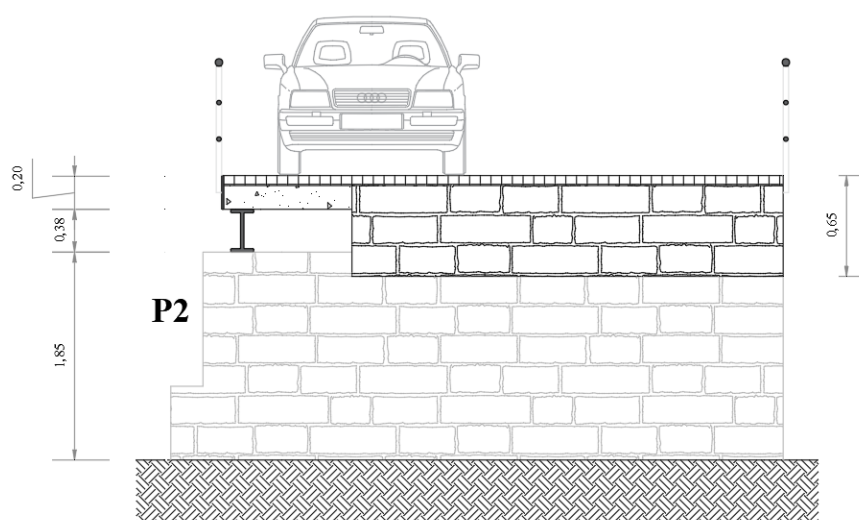


Figura 3.24 - Corte transversal a meio do 2º vão, Noroeste

Os encontros não são simétricos em relação ao eixo transversal à via, sendo constituídos por muro de testa de um lado e por muro de testa e de avenida do outro lado, ambos em alvenaria de pedra. Os quatro pilares são de alvenaria de pedra com as dimensões apresentadas na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Dimensão dos pilares da Ponte do Verdeal

Pilar	Altura (m)	Secção transversal (m²)
P1	1,86	1,23 × 5,00
P2	1,85	0,70 × 5,00
P3	1,71	2,82 × 4,84
P4	2,24	1,27 × 4,68

A Ponte do Verdeal tem 4,84 m de largura total e uma faixa de rodagem com 4,57 m de largura, com pavimento em calçada, sendo a circulação feita nos dois sentidos. Como não existem marcas horizontais de definição da faixa de rodagem e a via tem uma largura inferior a 5,50 m, considerou-se apenas uma via. Existem guarda-corpos com 1,04 m de altura de ambos os lados da faixa de rodagem.

3.5. Considerações finais

O inventário das obras de arte sob a responsabilidade da CMB é o primeiro passo para uma gestão eficiente deste património. Com efeito, só a partir do conhecimento detalhado das obras de arte existentes é possível a definição de uma política de gestão, envolvendo as operações de manutenção e de reparação necessárias para garantir a segurança, a funcionalidade e a durabilidade das obras de arte.

O Projeto Reconhecer, que resultou da celebração de um protocolo envolvendo a ULHT, o LNEC e a CMB, permitiu a inventariação de todas as obras de arte sob jurisdição direta do Concelho de Barcelos, através da implementação de uma metodologia que sistematiza e normaliza o procedimento de inventariação, tendo em conta as especificidades das estruturas sob jurisdição do município e a limitação de recursos financeiros disponíveis para a sua gestão.

A metodologia desenvolvida e aplicada pelo Projeto Reconhecer foi constituída por várias fases, nomeadamente, o Formulário Identifica, a FII, as inspeções de inventário, a FID e a realização de um relatório final.

O Formulário Identifica implicou a colaboração das juntas de freguesia e teve como objetivo a recolha de informações básicas sobre as obras de arte, como a denominação, a tipologia, a localização, o tipo de via em que se encontram inseridas (municipal ou vicinal), a georreferenciação e fotografias das mesmas. Estas informações foram fundamentais para auxiliar no desenvolvimento das Fichas de Inspeção de Inventário e indispensáveis para o planeamento das inspeções, permitindo localizar e georreferenciar todas as estruturas.

A FII foi concebida de forma a incluir todos os campos de informações e componentes estruturais necessários para caracterizar eficaz e detalhadamente as obras de arte do município de Barcelos, tendo em consideração as especificidades das estruturas sob sua jurisdição, quanto à sua diversidade de idades, tipologias e materiais, sistematizando e uniformizando o procedimento de inspeção. Esta ficha constitui o elemento mais relevante na metodologia de inventariação, pois a organização dos dados, a seleção criteriosa e o nível de detalhe do seu conteúdo, bem como o rigor de execução das inspeções de inventário, refletir-se-á na eficiência e no rigor do inventário das obras de arte. Como o inventário servirá de referência para as inspeções futuras, salienta-se a importância da contribuição da Ficha de Inspeção de Inventário para a eficácia do sistema de gestão de obras de arte.

A FII foi sendo testada e validada durante as inspeções e, em virtude das especificidades das obras de arte e da dificuldade em classificar e caracterizar algumas delas quanto ao seu material estrutural ou ao tipo de material de alguns dos seus componentes, foram introduzidos elementos e conceitos que se revelaram necessários para a sua caracterização. A cada obra de arte foi atribuído um código de identificação único, identificando a sua tipologia, a sua numeração dentro da freguesia em que foi registada e o número da respetiva freguesia por ordem alfabética.

As inspeções de inventário consistiram na validação de todas as obras de arte registadas pelas juntas de freguesia e na inventariação das estruturas validadas, segundo os critérios de validação definidos pelo Projeto Reconhecer. Todas as informações sobre as obras de arte foram recolhidas durante as inspeções de inventário, uma vez que não foi possível consultar os seus projetos. Durante as mesmas, procedeu-se ao preenchimento da Ficha de Inspeção de Inventário, à medição da geometria dos componentes das obras de arte, à realização do registo fotográfico e, quando necessário, ao desenho de esquemas.

Dado que o Projeto Reconhecer não dispunha de meios próprios especiais, como plataforma elevatória, acesso por cordas ou barcos, para efetuar a medição de elementos estruturais de difícil acesso, as inspeções de inventário foram realizadas recorrendo a equipamentos e ferramentas correntes. Este fato não inviabilizou a realização do inventário, existindo apenas algumas inspeções de inventário incompletas.

A FID contém os campos de informação da FII e a organização dos dados é idêntica. No entanto, a ficha de identificação apresenta informações adicionais, contendo o mapa de localização da estrutura, com a sua georreferenciação, e apresenta o seu registo fotográfico.

Da implementação do Projeto Reconhecer resultou um Relatório Final, que constitui o inventário das obras de arte de Barcelos. Este relatório contém a compilação das FID's das 116 obras de arte da CMB, bem como uma caracterização detalhada do parque de obras de arte do município e recomendações futuras relativas ao inventário e a atividades básicas de manutenção das obras de arte. É crucial que a informação do inventário seja atualizada aquando da construção de uma nova obra de arte ou quando são efetuadas alterações nas já existentes. Recomenda-se também que, devido ao efeito de proximidade, as juntas de freguesia procedam, com uma periodicidade anual, a ações de manutenção básicas, como a limpeza de vegetação e detritos, principalmente nas freguesias com características mais rurais, e que se tenha em consideração as

comunicações efetuadas pela sociedade civil sobre o estado de conservação e anomalias nas obras de arte, pois geralmente são responsáveis pelo primeiro nível de alerta.

Algumas obras de arte sob administração da CMB apresentaram particularidades que dificultaram a sua classificação e caracterização. Descreveram-se, como exemplo, obras de arte com tabuleiro de vigotas de betão armado e pré-esforçado com abobadilhas de tijolo, como a Ponte Nova na freguesia de Cossourado, com estrutura em arco em alvenaria de pedra sobre a qual assenta um tabuleiro de betão armado, como a Ponte da Breia, ou obras de arte com vãos com diferentes sistemas estruturais longitudinais entre si, sendo um em arco e os restantes em viga contínua, como a Ponte do Verdeal. Assim, foi necessário ter em consideração as suas especificidades e introduzir na FII materiais estruturais, elementos e conceitos que se revelaram necessários para as caracterizar detalhadamente, adaptando a metodologia de inventariação de forma a ser transversal a todos os tipos de estruturas e adequada ao âmbito municipal.

4. O PARQUE DE OBRAS DE ARTE DO CONCELHO DE BARCELOS

4.1. Considerações iniciais

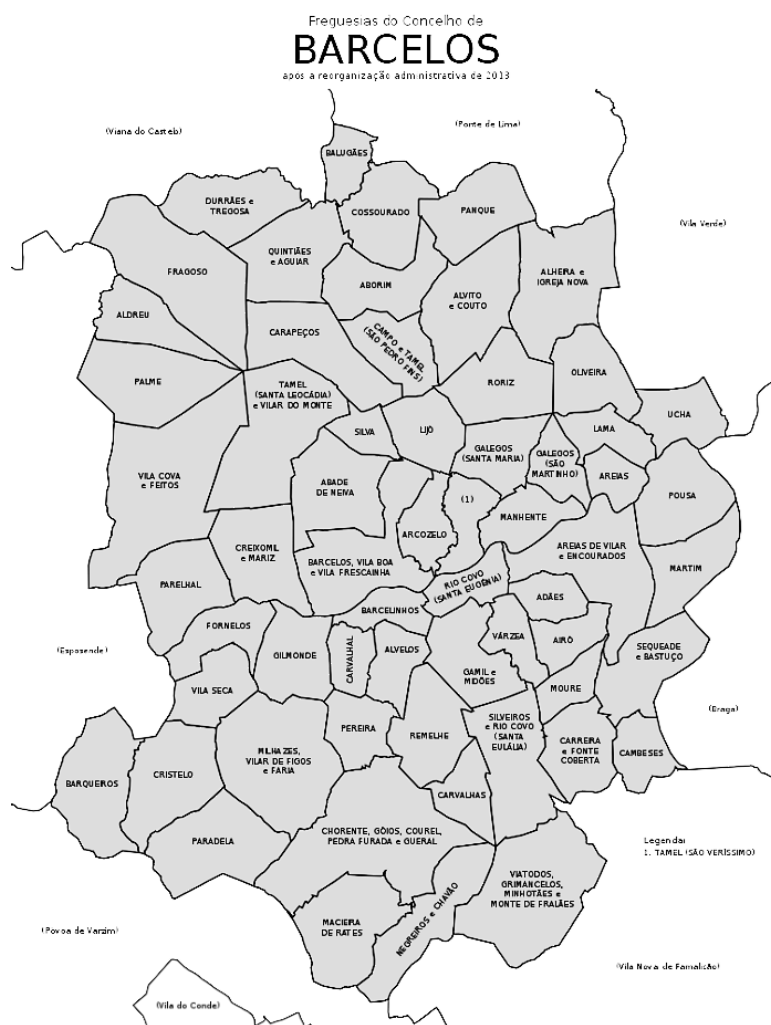
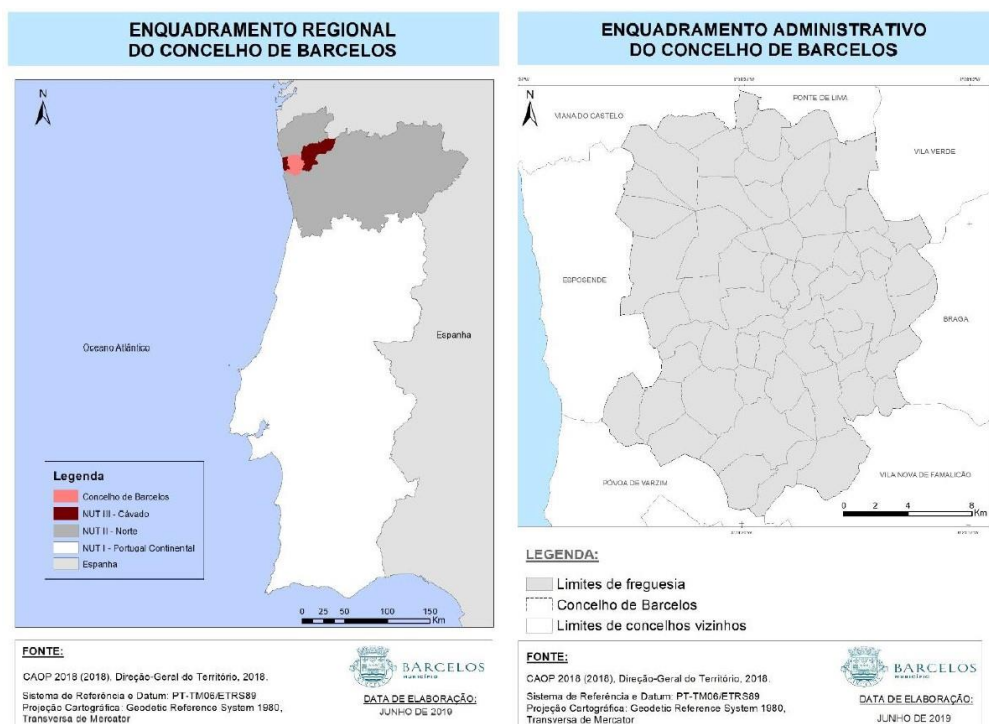
No presente capítulo, é feita inicialmente uma breve caracterização morfológica do município de Barcelos, considerando o seu enquadramento territorial, a sua geomorfologia, as suas hidrologia e hipsometria, o seu clima, a sua demografia e a estrutura do seu povoamento. Segue-se a caracterização da rede viária do município, iniciando pela realização dos seus enquadramentos regional e regulamentar. É também abordado o património arquitetónico do município, assinalando as suas obras de arte classificadas ou vias de classificação. Pretende-se, assim, evidenciar a dimensão territorial e as características do município de Barcelos que podem justificar o seu número de obras de arte, bem como a distribuição espacial e tipologias das mesmas.

Por fim, é caracterizado o parque de obras do Concelho de Barcelos, após a realização do inventário de 116 obras de arte, cuja metodologia foi descrita no Capítulo 3. É apresentada a localização das obras de arte e estas são caracterizadas por: tipologia, material estrutural e sistema estrutural longitudinal; sistema estrutural transversal e material da laje; número e dimensão dos vãos; pilares, aparelhos de apoio e encontros; e tipo de utilização e elementos não estruturais.

4.2. Caracterização morfológica

4.2.1. Enquadramento territorial

O Concelho de Barcelos pertence ao distrito de Braga, inserindo-se na NUT II – Região Norte e na NUT III - Sub-região Cávado. Possui uma área de 379 Km², repartida por um total de 61 freguesias (Figura 4.2), sendo o concelho português com maior número de freguesias e um dos maiores concelhos do país em território. Muito próximo da costa atlântica, apresenta-se envolvido por sete concelhos: Braga, Vila Nova de Famalicão, Póvoa de Varzim, Esposende, Viana do Castelo, Ponte de Lima e Vila Verde (Figura 4.1). Encontra-se a uma distância de 50 km do Porto, 18 km de Braga e 30 km de Viana do Castelo (CMB, REOT, 2019).



4.2.2. Geomorfologia

A Região Norte caracteriza-se por fortes contrastes de orografia, havendo, no entanto, uma transição gradual entre a zona de vale e a de montanha amenizada por uma subida progressiva da altitude, atravessado por vales no sentido nascente - poente que se abrem ao Atlântico. É exatamente nesta zona de transição que se localiza o Concelho de Barcelos. Em termos de unidades geomorfológicas, é abrangido por duas das sete divisões básicas da Região Norte: a Orla Litoral, plataforma de abrasão formada por planícies extensas de maior ou menor largura em relação à costa; e a Área de Transição para Montanha, caracterizada por um relevo vigoroso, vertentes de forte pendor, vales encaixados ou estreitos plainos aluvionares (CMB, PDM, 2002). Estes condicionalismos fazem com que esta região seja medianamente acidentada, com ampla orla litoral, vales abertos e diversos alvéolos de erosão que abrem largas clareiras intensamente agricultadas (CMB, PMDFCI, 2016).

4.2.3. Hidrologia e Hipsometria

O Concelho de Barcelos encontra-se abrangido, total ou parcialmente, pelas seguintes bacias hidrográficas: bacia hidrográfica do Lima (Rio Neiva); bacia hidrográfica do Cávado (Rio Cávado); e bacia hidrográfica do Ave (Rio Este) (CMB, PDM, 2014). A maioria do concelho está inserida na bacia hidrográfica do Cávado (67,1% da área total do concelho). As restantes bacias ocupam valores semelhantes, isto é, a bacia do Neiva corresponde a 18,4% do concelho, enquanto a bacia do Ave corresponde a 14,5% da área total do concelho (CMB, PMDFCI, 2016). Na Figura 4.3 e na Figura 4.4 podem observar-se, respetivamente, a localização da bacia hidrográfica do Cávado a nível regional e as principais bacias hidrográficas existentes no Concelho de Barcelos.

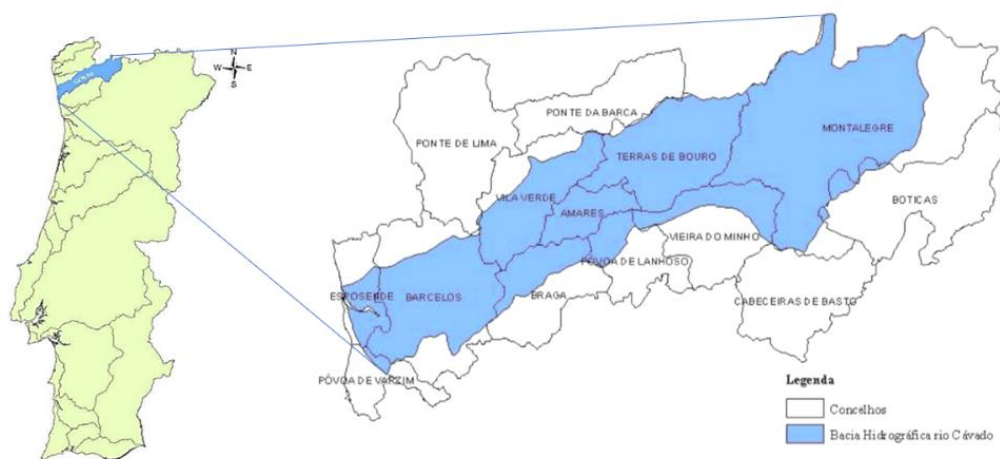


Figura 4.3 - Concelhos abrangidos pela bacia hidrográfica do Rio Cávado (Adaptada de EDP & ICNB, 2008)

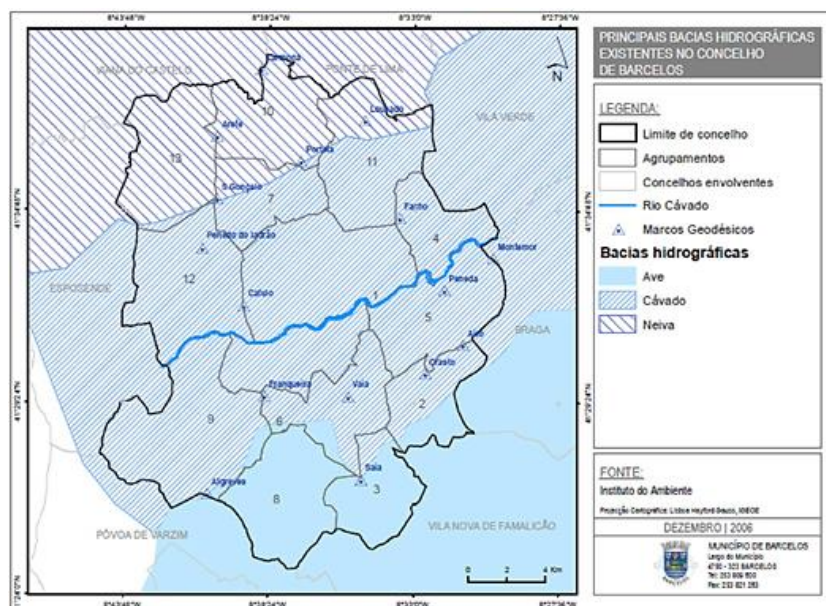


Figura 4.4 - Principais bacias hidrográficas existentes no Concelho de Barcelos (Fonte: PMDFCI, 2016)

Foram identificadas doze sub-bacias hidrográficas no interior do concelho (Figura 4.5): a Ribeira da Aldeia, Ribeira de S. Vicente e Ribeiro da Pica que drenam para o Rio Neiva; a Ribeira das Pontes, Ribeira de Mouriz, Ribeiro de Sapogal, Ribeira de Caveiro, Rio Lima, Rio Covo, Ribeiro de Selores e Rio Labriosca que drenam para o Cávado, enquanto a Ribeira de Macieira drena para o Rio Este (afluente do Rio Ave). A bacia com menor área é a que corresponde ao ribeiro de Selores ($8,2\text{km}^2$), enquanto no extremo oposto se encontra a que drena o ribeiro do Sapogal ($55,2\text{km}^2$). De igual modo, estas duas bacias apresentam os valores extremos no que toca ao perímetro, com 13,3 km e 34,3 km, respetivamente.

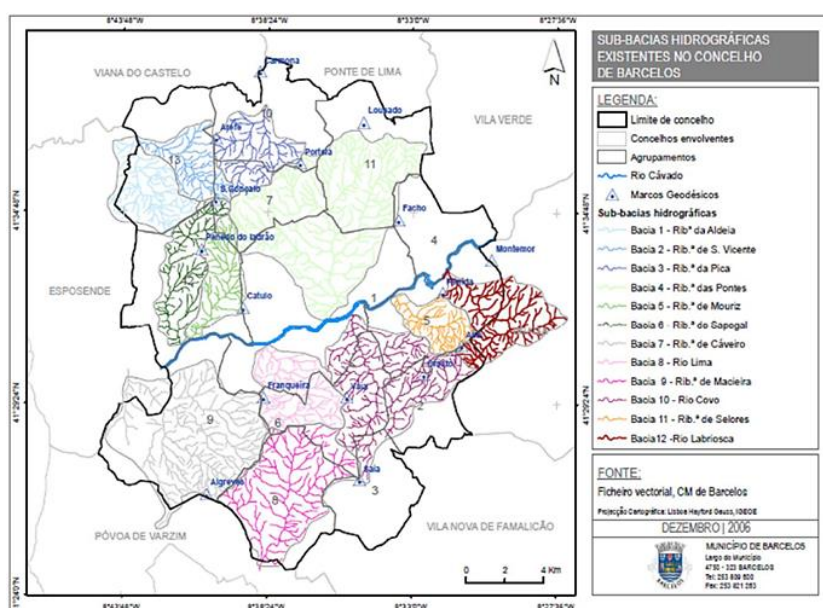


Figura 4.5 - Sub-bacias hidrográficas existentes no Concelho de Barcelos (Fonte: PMDFCI, 2016)

O principal curso de água do concelho é o Rio Cávado, que atravessa o concelho dividindo-o sensivelmente a meio no sentido do seu curso nascente/poente. Possui um caudal substancial, revelando em algumas zonas estrangulamentos ligeiros. À medida que se aproxima da foz, em Esposende, a largura fluvial expande-se consideravelmente. O concelho é ainda atravessado a norte pelo Rio Neiva e na extremidade sudeste pelo Rio Este, afluente do Rio Ave. Estes são rios de menor expressão na sua passagem pelo concelho (CMB, REOT, 2019).

O vale do Cávado é limitado a norte e a sul por um conjunto de colinas que atingem os seus pontos mais altos, a norte, no Monte de S. Gonçalo, com 492 m, e Monte do Facho, 324 m e, a sul, no Monte de Airó, 413 m, e Monte da Franqueira, 303 m, separando-o da bacia do rio Neiva, que corre a norte no limite do concelho, e da bacia do rio Ave que corre a sul já fora do concelho (CMB, PDM, 2014).

Quanto à distribuição da área pelas classes hipsométricas (Figura 4.6), verifica-se que predominam as altitudes mais baixas (entre 25 e 150 metros de altitude) com 78,7% de área total. A partir desta altitude verifica-se que a área para as restantes classes vai diminuindo, sendo que a classe mais elevada (altitudes superiores a 425 m) representa apenas 0,4% (CMB, PMDFCI, 2016).

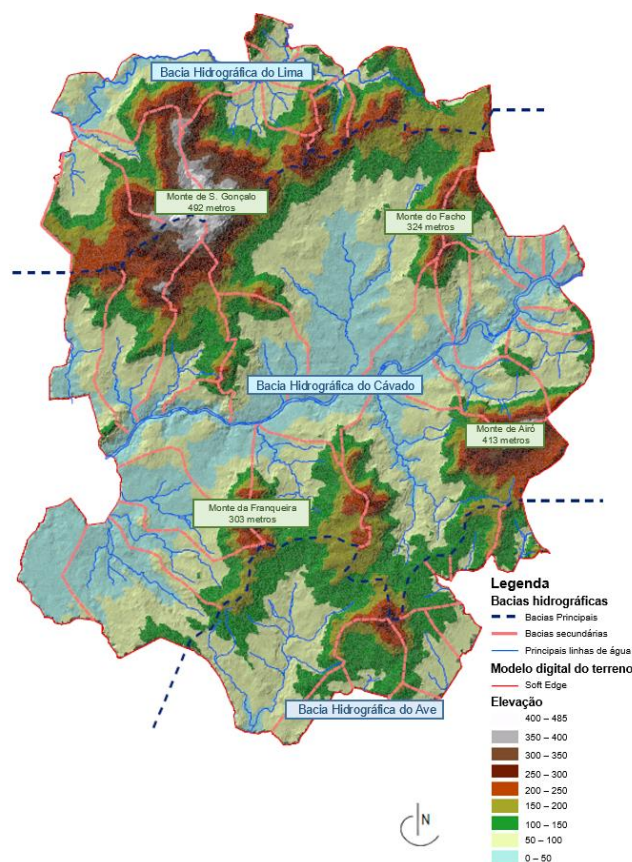


Figura 4.6 - Modelo digital de terreno e bacias hidrográficas do Concelho de Barcelos (Adaptado de CMB, PDM, 2002)

4.2.4. Clima

Do ponto de vista climático, os fatores regionais que mais condicionam a climatologia no concelho são o relevo e a posição relativamente ao Oceano Atlântico. De facto, trata-se de uma região com afinidades mediterrâneas, mas com forte influência atlântica, traduzindo-se num clima de temperaturas amenas, com pequenas amplitudes térmicas e forte pluviosidade média, resultado da sua posição geográfica, da proximidade do Atlântico e da forma e disposição dos principais conjuntos montanhosos (CMB, PMDFCI, 2016).

O Concelho de Barcelos é caracterizado por verões temperados (com uma temperatura máxima entre os 23°C e 32°C) e invernos moderados (sendo a temperatura mínima média do mês mais frio da ordem de 2°C a 4°C), não ascendendo o número de dias com temperatura mínima inferior a 0° C a mais de 30 por ano. A temperatura média anual é a mesma para toda a área e oscila entre 12,5°C e 15°C (CMB, PDM, 2014).

A quantidade de chuva é variável na área do município, notando-se os efeitos opostos das duas condicionantes climáticas (a influência do Atlântico e o relevo), bem como da maior arborização, que determinam uma maior pluviosidade em várias zonas. A precipitação anual é variável na área do município (entre 1000 mm e 2000 mm). A neve é um fenómeno raríssimo, mas o nevoeiro e a geada são relativamente frequentes, ocorrendo em cerca de 20 a 30 dias por ano (CMB, PDM, 2014).

4.2.5. Demografia

De acordo com os resultados provisórios dos censos de 2021, o Concelho de Barcelos regista um total de 116.766 habitantes e uma densidade populacional de 308 hab./km², sendo o terceiro concelho com maior densidade populacional da Sub-região Cávado (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Densidade populacional dos concelhos da Sub-região Cávado

Concelhos do NUTS III	Densidade populacional (N.º habitantes/ km ²)
Amares	220,7
Barcelos	305,1
Braga	997,4
Esposende	358,1
Terras de Bouro	22,8
Vila Verde	204,5

A situação demográfica do Concelho de Barcelos revela realidades muito diversas, quer no que diz respeito ao número de residentes, quer à densidade populacional por freguesia (CMB, REOT, 2019), verificando-se uma distribuição geográfica dos residentes bastante desigual. As freguesias mais densamente povoadas são Arcozelo, com 3.729 hab./km², e UF de Barcelos, Vila Boa e Vila Frescainha (São Martinho e São Pedro) com 1.120 hab./km², seguidas da freguesia de Tamel S. Veríssimo com 875 hab/km², valores bastante superiores à média do concelho, que é de 308 hab/km², confirmando a concentração populacional e urbana nestas freguesias.

Atendendo à relação entre o número de habitantes e a superfície, verifica-se que no concelho o povoamento é mais concentrado na área urbana da cidade e freguesias limítrofes, bem como a nascente e sul do concelho, conforme se pode verificar na Figura 4.7.

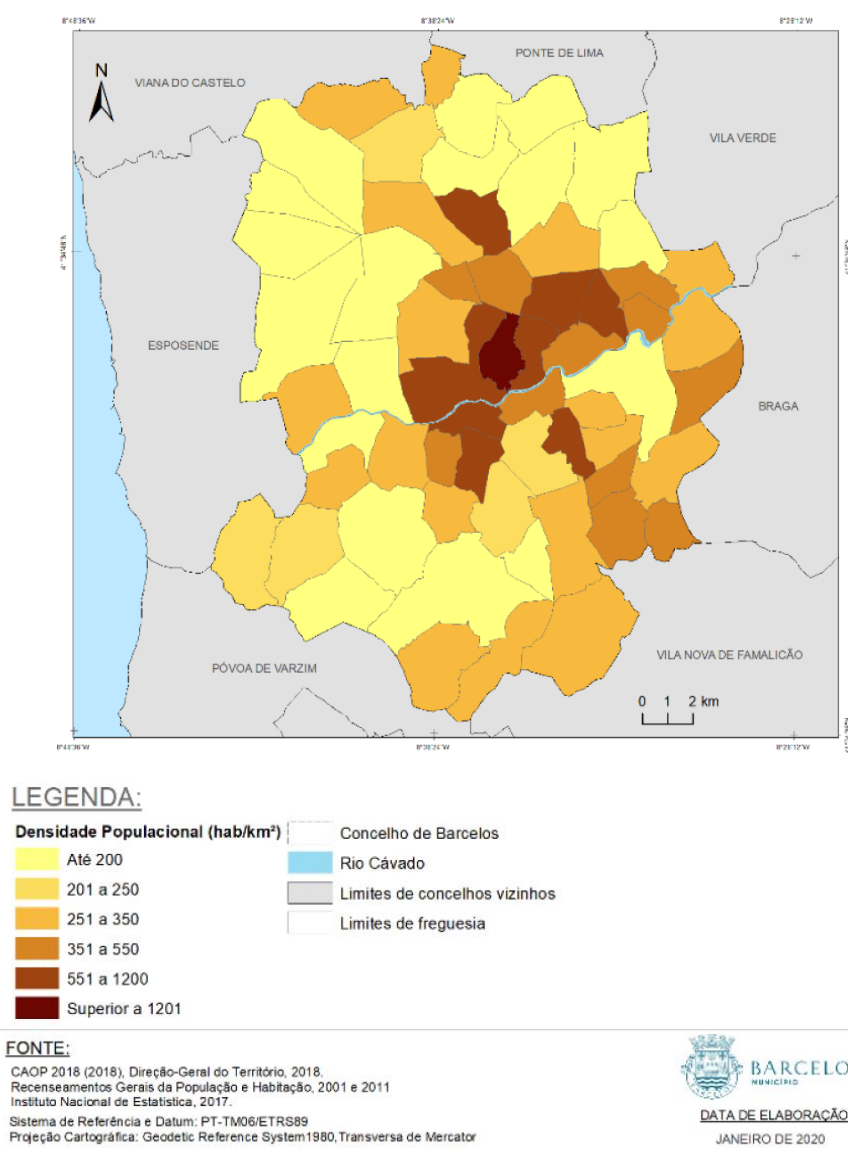


Figura 4.7 - Densidade Populacional do Concelho de Barcelos (Fonte: CMB, REOT, 2019)

4.2.6. Estrutura do povoamento

O Concelho de Barcelos é eminentemente rural, destacando-se apenas o perímetro urbano central, integrando as freguesias de Barcelos, Barcelinhos e Arcozelo e partes de outras freguesias adjacentes (Figura 4.8). A população concentra-se próximo do perímetro urbano central e distribui-se de forma irregular pelo território, numa estrutura linear ao longo dos eixos viários principais e secundários. Para além desta concentração e da aproximação à estrutura viária, não há uma lógica muito regular na ocupação urbana do território, sendo que 84% das freguesias manifestam uma ocupação difusa do território. São factores que contribuem para este tipo de povoamento o traçado da rede viária, a dispersão das atividades económicas, em particular pelas indústrias, e a disponibilidade da rede de transportes públicos.

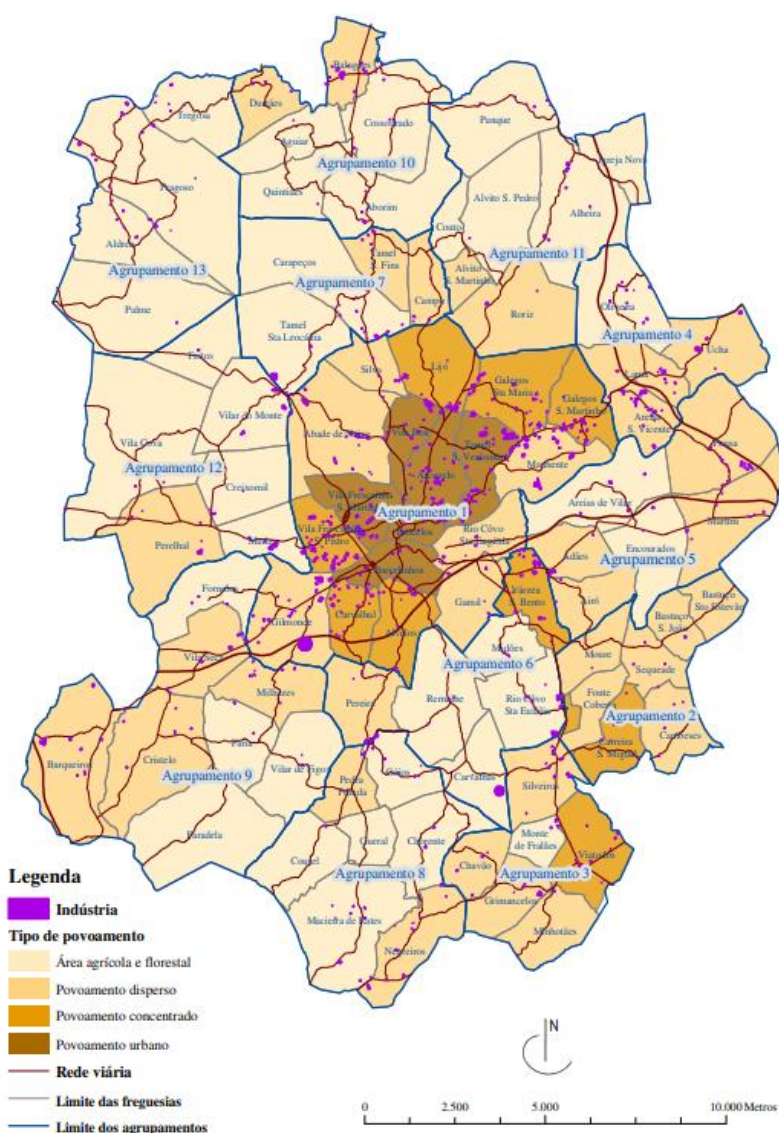


Figura 4.8 - Tipo de povoamento e distribuição espacial da indústria no Concelho de Barcelos (Fonte: CMB, Relatório 5 da Revisão do PDM, 2002)

4.2.7. Rede rodoviária de Barcelos

4.2.7.1. Enquadramento regional

Barcelos tem a maior área territorial dos municípios da sub-região do Cávado, é o segundo em número de população e o terceiro em densidade populacional. A posição geográfica, a dimensão territorial e populacional, e a estrutura e crescimento demográfico do Município de Barcelos conferem-lhe uma posição singular nesta sub-região e um papel de charneira entre os diferentes concelhos do Cávado e de algumas das sub-regiões do Entre-Douro-e-Minho.

A sub-região do Cávado, assim como as sub-regiões limítrofes a Norte e a Sul, o Minho-Lima e o Ave, estão atualmente dotadas de uma rede de vias decorrentes dos planos rodoviários de âmbito nacional, PRN 85 e PRN 2000, que transformaram radicalmente o quadro das comunicações rodoviárias desta região.

Na sub-região do Cávado, Barcelos é o concelho com maior extensão de rede rodoviária classificada, com 34,5% do total (Tabela 4.2). É ainda o terceiro concelho com maior densidade territorial de rede rodoviária classificada, com 1,70 km/km², e o de maior densidade de rede rodoviária da sub-região do Cávado, quando se considera a extensão dos Caminhos Vicinais (CV's) e da rede rodoviária sem classificação.

Tabela 4.2 - Extensão da rede rodoviária classificada nos municípios da sub-região do Cávado (Adaptado de CMB, Relatório 10 da Revisão do PDM, 2006)

Extensão (km) da rede rodoviária classificada nos municípios da sub-região do Cávado										
Concelho / Sub-região	IP's	IC's	VU's	EN's	ER's	ED's	EM's	CM's	Total	% Concelho / Sub-região
Barcelos	12	19	23	47	38	68	163	276	646	34,5
Braga	15	5	45	46	10	49	75	132	377	20,1
Esposende	-	20	10	8	1	33	33	68	173	9,2
Vila Verde	-	-	8	51	9	-	119	186	373	19,9
Terras de Bouro	-	-	-	26	17	19	40	68	170	9,1
Amares	-	-	-	15	21	9	24	67	136	7,3
Cávado	27	44	86	193	96	178	454	797	1875	100,0
IP's – Itinerários Principais / IC's – Itinerários Complementares / VU's – Variantes Urbanas / EN's – Estradas Nacionais / ER's – Estradas Regionais / ED's – Estradas Desclassificadas / EM's – Estradas Municipais / CM's – Caminhos Municipais										

4.2.7.2. Enquadramento regulamentar

A desclassificação e respectiva mudança de tutela das estradas nacionais é um processo que se iniciou em 1979 e prosseguiu com maior intensidade em 2004 e 2005, com a assinatura dos Autos de Transferência entre a EP e a CMB de uma parte significativa da rede viária desclassificada no PRN 2000. Do total da rede viária proposta para desclassificação no PRN 2000, 68,4 km foram transferidos para a tutela do município de Barcelos 53,7 km, mantendo-se 14,7 km sob tutela da EP. O objectivo a prazo do PRN2000 é integrar todas as estradas desclassificadas na rede municipal, transferindo, consequentemente, a sua tutela para o município de Barcelos.

4.2.7.3. Caracterização da rede rodoviária municipal

A densa rede rodoviária da CMB apresenta uma configuração radial, tendo como ponto central a cidade de Barcelos. Esta configuração é resultado, maioritariamente, da topografia do terreno e dos fluxos rodoviários historicamente dominantes, ligando, assim, as freguesias do concelho e a cidade de Barcelos com os outros concelhos circundantes.

O município de Barcelos estabelece uma hierarquia funcional da sua rede rodoviária dependente da jurisdição das estradas, dos seus níveis de desempenho funcional e das suas características. As categorias de hierarquização funcional da rede rodoviária municipal fixadas no PDM de Barcelos são as seguintes:

- **Estradas sob jurisdição extramunicipal:** rede a cargo da administração central, através da IP, e a exploração e gestão de alguns troços destes itinerários concessionados a operadores privados de serviços de autoestradas.
- **Estradas sob a jurisdição do Município** (Rede Primária, Rede Secundária, Rede Terciária e Rede de Acesso Local):
 - Vias que integram o PRN2000, pertencem à Rede Nacional Complementar e à Rede Regional, e estão classificadas como Estradas Nacionais (EN's), Estradas Regionais (ER's), Estradas Desclassificadas (ED's), nos troços onde foi efectuado o protocolo de transferência entre a IP e a Autarquia, e Variantes Urbanas (VU's);

- vias classificadas como Estradas Municipais (EM's), Caminhos Municipais (CM'S) e Caminhos Vicinais (CV's).

De acordo com os dados disponíveis no Relatório de Infraestruturas de Transporte da Revisão do PDM de Barcelos de 2002/2005, a rede rodoviária do Concelho de Barcelos tem 2871,0 km de extensão, dos quais 2135,3 km (74,4%) não têm classificação (Figura 4.9). A extensão da rede rodoviária classificada é de 735,6 km (36%), dos quais 581,2 km estão sob a jurisdição do município (79,0%) e 154,5 km (21,0%) sob jurisdição extramunicipal (Figura 4.10). Note-se que poderão ter ocorrido alterações dos dados que constam no relatório acima referido desde a sua realização, devido ao fato de a transferência da tutela para o município das estradas desclassificadas ainda se encontrar a decorrer.

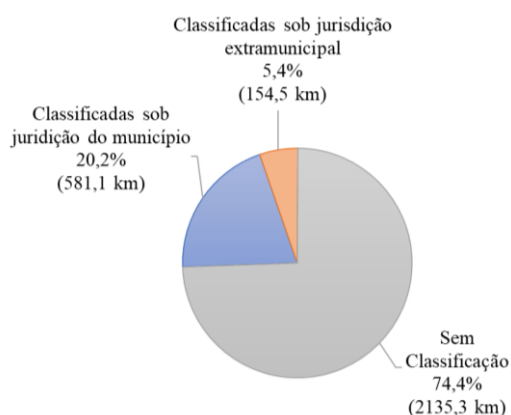


Figura 4.9 - Distribuição das vias da rede viária do Concelho Barcelos



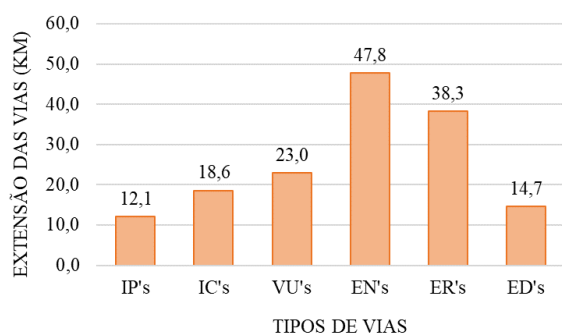
Figura 4.10 - Distribuição das vias da rede viária classificada do Concelho Barcelos

A rede classificada sob jurisdição extramunicipal representa apenas 5,4% da rede viária do município de Barcelos (Tabela 4.3). Os tipos de vias com maior extensão sob tutela da IP são as EN's, com 47,8 km, e as Estradas Regionais, com 38,3 km. As ED's, ainda sob tutela da IP, têm uma extensão de 14,7 km, representando 2,0% da rede classificada e 0,5% do total da rede viária municipal (Figura 4.11 e Figura 4.12).

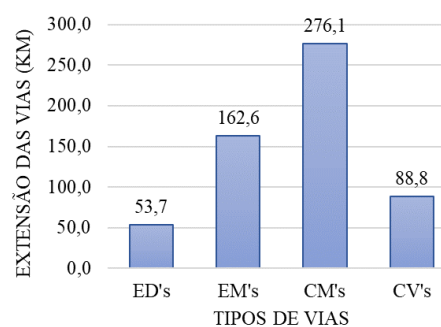
Tabela 4.3 - Distribuição quilométrica e o peso percentual das categorias das vias da rede viária do Concelho de Barcelos (Adaptado de CMB, Relatório 10 da Revisão do PDM, 2006)

Rede	Tipos de vias	Extensão (km)	Total parcial (km)	Total (km)	Peso na rede classificada (%)	Peso na rede classificada (%)	Peso na rede total do município (%)	Peso na rede total do município (%)
Rede classificada sob jurisdição extramunicipal	IP's	12,1	53,7	735,7	1,6%	7,3%	0,4%	1,9%
	IC's	18,6			2,5%		0,6%	
	VU's	23,0			3,1%		0,8%	
	EN's	47,8	100,8		6,5%	13,7%	1,7%	3,5%
	ER's	38,3			5,2%		1,3%	
	ED's	14,7			2,0%		0,5%	
Rede classificada sob jurisdição municipal	ED's	53,7	581,2		7,3%	79,0%	1,9%	20,2%
	EM's	162,6			22,1%		5,7%	
	CM's	276,1			37,5%		9,6%	
	CV's	88,8			12,1%		3,1%	
Rede não classificada sob jurisdição do município	Caminhos sem classificação	2135,3		2135,3				74,4%
Total da rede do município				2871,0				

Na rede classificada sob jurisdição do município, os tipos de vias com maior expressão são os CM's, com 276,1 km, e as Estradas Municipais, com 162,6 km, representando 37,5% e 22,1% da rede classificada e 9,6% e 5,7% do total da rede viária, respetivamente. As ED's sob sua tutela têm 53,7 km de extensão e representam 7,3% da rede classificada e 1,9% do total da rede viária do município (Tabela 4.3). O mapa da rede rodoviária classificada do Concelho de Barcelos é apresentado na Figura 4.13.



a) Distribuição quilométrica das vias da rede classificada sob jurisdição da IP na rede viária do Concelho de Barcelos



b) Distribuição quilométrica das vias da rede classificada sob jurisdição municipal na rede viária do Concelho de Barcelos

Figura 4.11 - Distribuição dos tipos de vias da rede viária classificada do Concelho de Barcelos

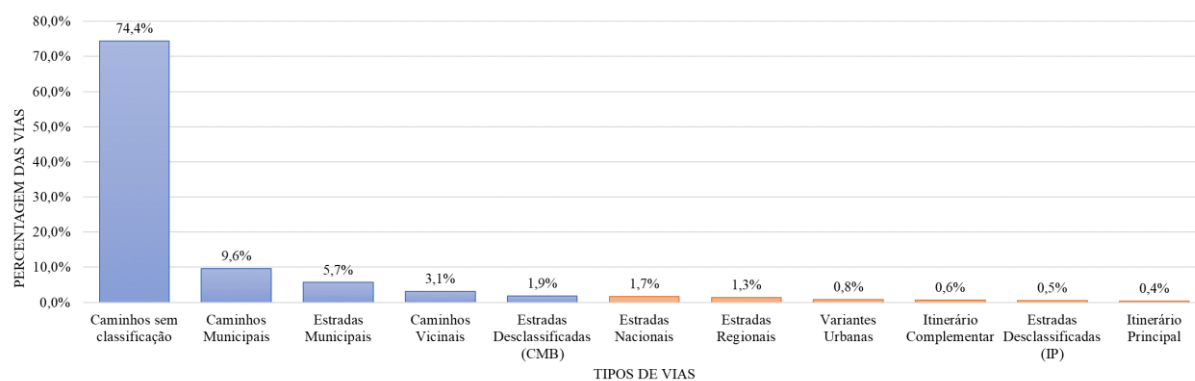
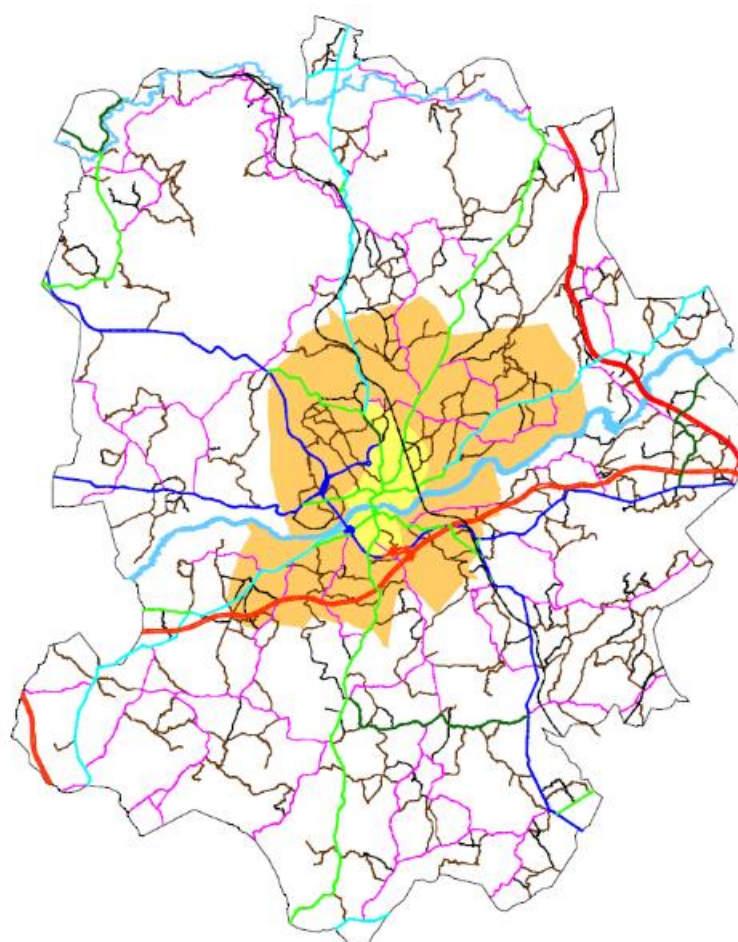


Figura 4.12 - Distribuição dos tipos de vias da rede viária do Concelho de Barcelos



PLANO RODOVIÁRIO NACIONAL

REDE NACIONAL FUNDAMENTAL

Itinerário Principal - IP (D.L. 222/98 DE 17/07/98)

REDE NACIONAL COMPLEMENTAR - PRN 2000

Itinerário Complementar - IC (D.L. 222/98 DE 17/07/98)

Estradas Nacionais - EN (D.L. 222/98 DE 17/07/98)

REDE REGIONAL

Estradas Regionais - ER (D.L. 222/98 DE 17/07/98)

REDE NACIONAL DESCLASSIFICADA

Estradas Desclassificada - ED (D.L. 222/98 DE 17/07/98) - Posse IEP

Estradas Desclassificada - ED (D.L. 222/98 DE 17/07/98) - Posse CMB

REDE MUNICIPAL - CLASSIFICADA

Estrada Municipal - EM (D.L. 42 271 DE 20/05/99)

Caminho Municipal - CM (D.L. 45 952 de 30/01/64)

Caminho Vicinal - CV (PDM - R.C.M. 64/95 de 4 Julho)

Figura 4.13 - Rede rodoviária classificada do Concelho de Barcelos (Fonte: CMB, Relatório 10 - Infraestruturas de Transporte, 2006)

As acessibilidades rodoviárias diretas ao Concelho de Barcelos são realizadas no âmbito regional, nacional e internacional por algumas das vias, integradas na Rede Nacional Fundamental (IP1/A3), e na Rede Nacional Complementar, (IC1/A28 e o IC14/A11).

Ao nível intermunicipal, nomeadamente entre as sedes dos concelhos, as acessibilidades são asseguradas pelas EN's, que se integram na Rede Nacional Complementar, pelas ER's e por vias municipais, (ED's e EM's), que são relevantes nas ligações entre freguesias ou áreas limítrofes dos concelhos vizinhos.

4.2.8. Património arquitetónico

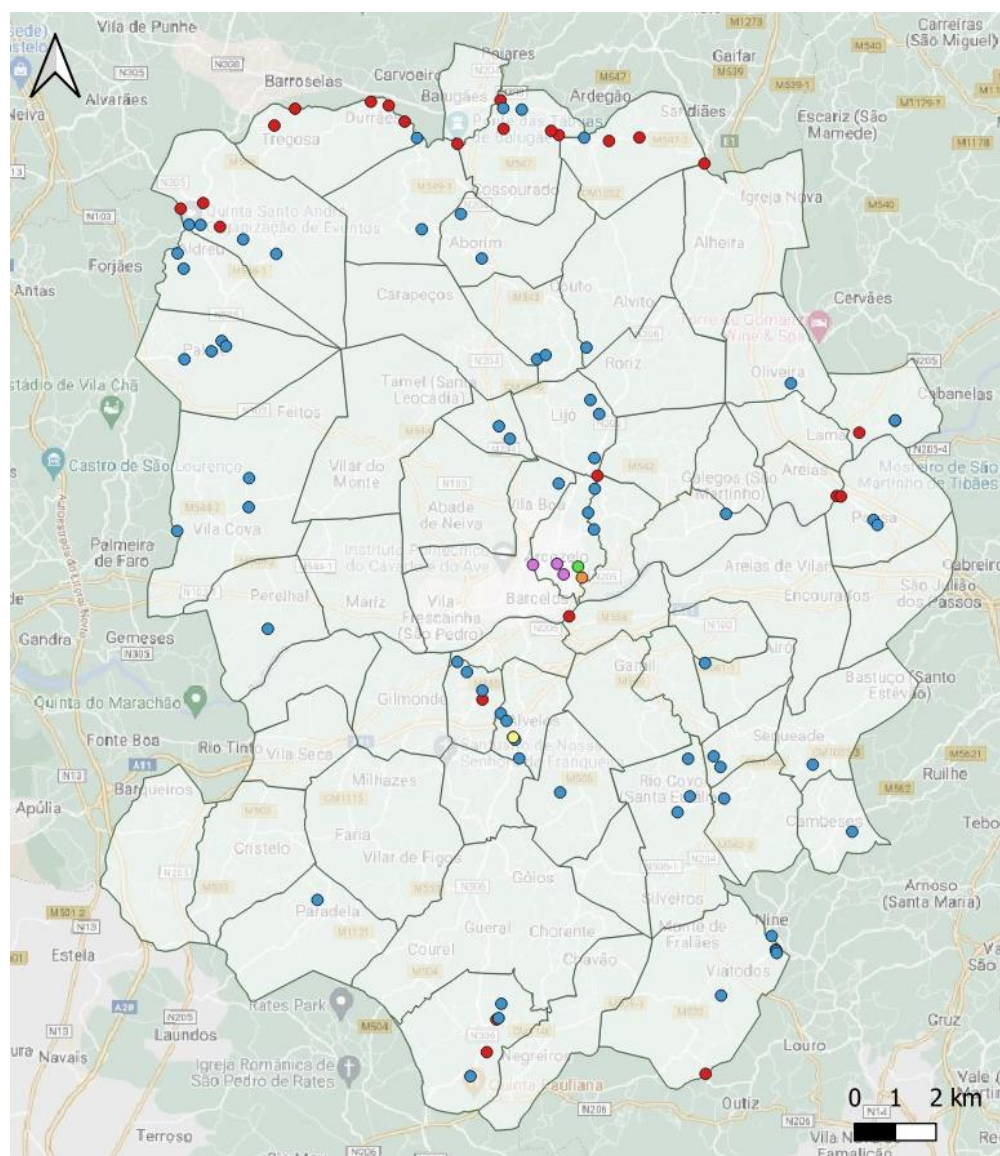
A CMB possui o inventário do património arquitetónico classificado existente no concelho, bem como de todos os valores patrimoniais com potencial arquitetónico. São património as seguintes obras de arte: a Ponte sobre o Cávado (na freguesia de Barcelos), a Ponte de Real (na UF de Durrães e Tregosa), a Ponte de Fragoso (na freguesia de Fragoso), a Ponte de Cerquedo (na freguesia de Palme, onde existe uma outra ponte classificada ou em vias de classificação, mas sem designação específica), a Ponte das Tábuas (no limite das freguesias de Balugães, Cossourado e UF de Quintiães e Aguiar), a Ponte da Caridade (na freguesia de Cossourado) e a Ponte de Anhel (na UF de Alheira e Igreja Nova). Estas obras de arte foram inventariadas pelo Projeto Reconhecer, excepto a ponte sem designação específica em Palme e a Ponte sobre o Cávado.

4.3. Caracterização do parque de obras de arte

O parque de obras de arte sob responsabilidade do Município de Barcelos compreende um total de 116 obras de arte. O elevado número de estruturas poderá justificar-se pela extensão do território do concelho e pelas suas densas redes viária e hidrográfica. Procedeu-se em seguida à caracterização das estruturas sob jurisdição deste município, com base nas informações recolhidas durante as inspeções de inventário realizadas no âmbito do Projeto Reconhecer. Não foi possível caracterizar as obras de arte quanto à sua idade devido à insuficiência de dados. A Ponte de Barcelos, também designada por Ponte medieval de Barcelos, não se encontra incluída no inventário de obras de arte realizado pelo Projeto Reconhecer, tendo sido objeto de estudos e ensaios pela Universidade do Minho.

4.3.1. Localização das obras de arte

Na Figura 4.14 pode-se observar o mapa das 61 freguesias do Concelho de Barcelos, com a localização das obras de arte inventariadas.



Legenda

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ● Ponte | ● Pontão | ● Passagem pedonal |
| ● Passagem superior | ● Passagem inferior | ● Passagem agrícola |

Figura 4.14 - Mapa de localização das obras de arte por freguesia

4.3.2. Tipologia, material estrutural e sistema estrutural longitudinal

Com base nas informações recolhidas, conclui-se que as obras de arte mais comuns são dos tipos pontão (54,4%) e ponte (40,5%) (Figura 4.15). O material estrutural utilizado na maioria das obras de arte ao nível do tabuleiro é o betão armado (61,2%), utilizado em 71 estruturas, como ilustrado na Figura 4.16. A pedra natural ou a alvenaria de pedra foi identificada em 30 obras de arte (25,9%). São sete as obras de arte mistas de alvenaria de pedra-betão (6,0%), ou seja, cujo tabuleiro é constituído por alvenaria de pedra e betão armado, existindo também seis em betão armado e pré-esforçado (5,2%). Foram identificadas duas obras de arte metálicas em aço (1,7%).

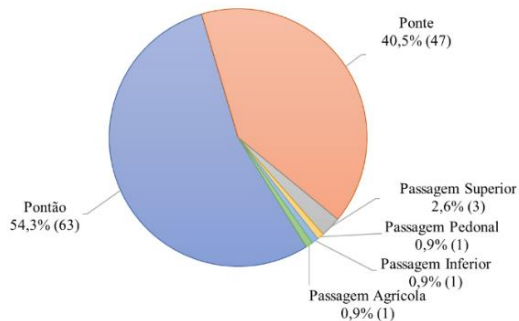


Figura 4.15 - Distribuição das obras de arte por tipologia

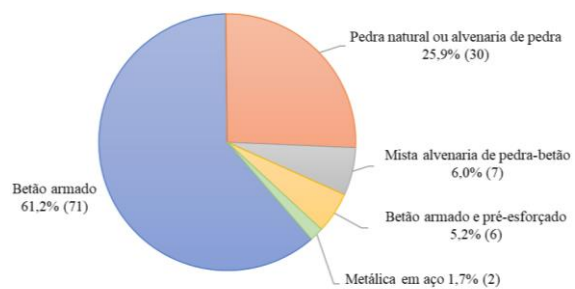


Figura 4.16 - Distribuição das obras de arte por tipo de material estrutural

Analisando a relação entre os materiais estruturais e os diferentes tipos de obras de arte, que se pode observar na Figura 4.17 e na Figura 4.18, constata-se que os pontões são maioritariamente de betão armado (81,0%) e a maioria das pontes são de alvenaria de pedra (48,9%). Quase todas as obras de arte mistas de alvenaria de pedra-betão armado são pontes (6). O betão armado pré-esforçado é utilizado apenas em duas passagens superiores, numa ponte e em três pontões, nestes últimos em laje de vigotas com abobadilha.

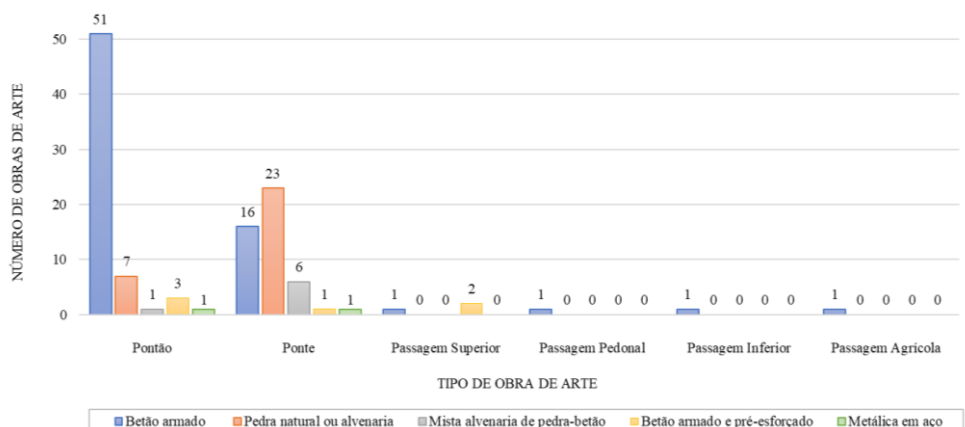


Figura 4.17 - Número de obras de arte por tipologia em função do material estrutural

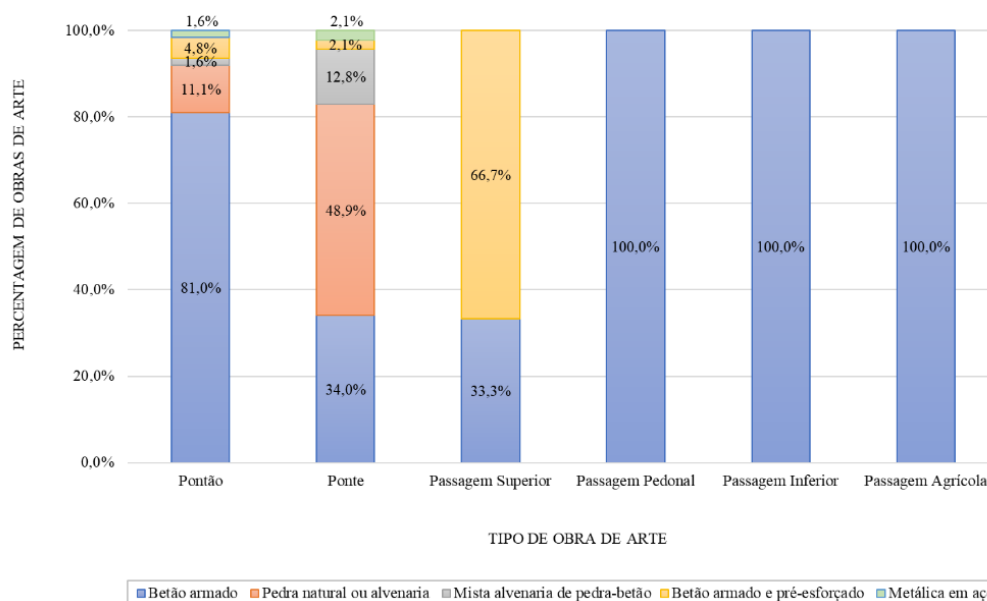


Figura 4.18 - Percentagem de obras de arte por tipologia em função do material estrutural

Relativamente ao tipo de sistema estrutural longitudinal, pode-se concluir através da observação da Figura 4.19 que os mais utilizados são a viga simplesmente apoiada (66,4%), o arco (14,7%) e a viga contínua (12,1%), também denominadas de estruturas de vãos múltiplos. As estruturas em pórtico são as menos comuns (6,9%), existindo apenas oito obras de arte deste tipo.

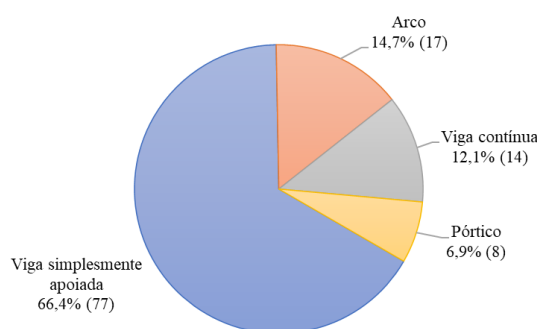


Figura 4.19 - Distribuição das obras de arte por tipo de sistema estrutural longitudinal

Analisando os sistemas estruturais longitudinais das obras de arte por tipologia, verifica-se que na grande maioria dos pontões o sistema estrutural é do tipo viga simplesmente apoiada (84,1%), sendo a viga contínua o sistema menos utilizado (1,6%). Os pórticos foram identificados somente em pontões (11,1%), sendo o segundo sistema estrutural mais utilizado nesta tipologia de obras de arte, como ilustrado na Figura 4.20.

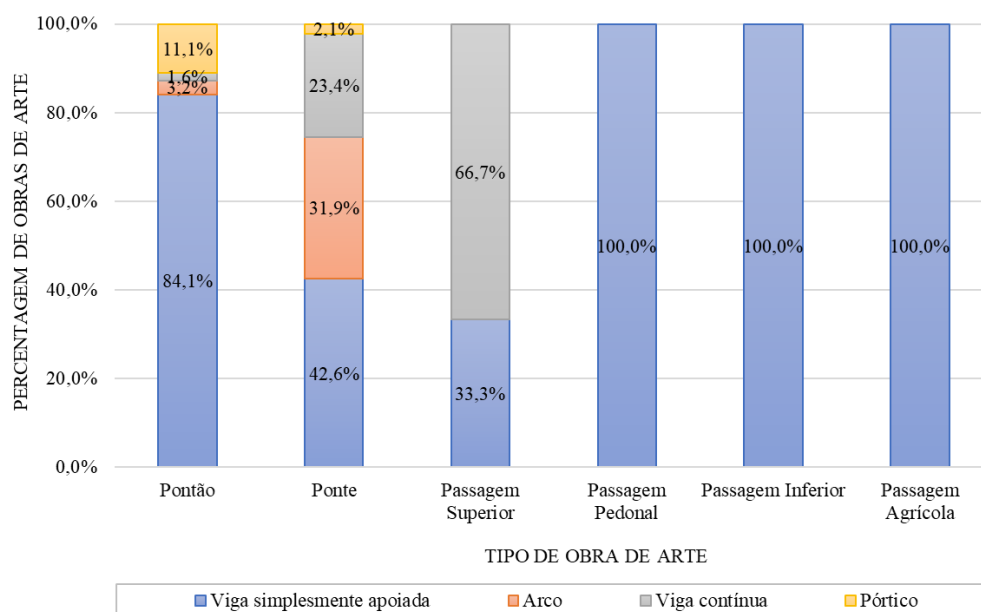


Figura 4.20 - Percentagem de obras de arte por tipologia e em função do sistema estrutural longitudinal

O sistema estrutural longitudinal mais comum em pontes é também do tipo viga simplesmente apoiada (42,6%). Os sistemas em arco e em viga contínua são utilizados, respectivamente, em cerca de um terço (31,9%) e um quarto (23,4%) das pontes. As estruturas em arco apenas foram identificadas em pontes e pontões.

Dado que os pontões e as pontes correspondem a mais de 90% das obras de arte inventariadas, aprofunda-se a sua caracterização, analisando a relação entre o material estrutural e o tipo de sistema estrutural longitudinal em cada uma das tipologias.

Na Figura 4.21 é representado o número de pontões por material e por tipo de sistema estrutural longitudinal e na Figura 4.22 as respectivas percentagens. Conforme se pode verificar, as obras de arte do tipo pontão são principalmente de betão armado com sistema em viga simplesmente apoiada (68,3%), em pórtico de betão armado (11,1%) ou em alvenaria de pedra com viga simplesmente apoiada (9,5%). Na Figura 4.23 encontram-se exemplos das obras de arte mais comuns do tipo pontão.

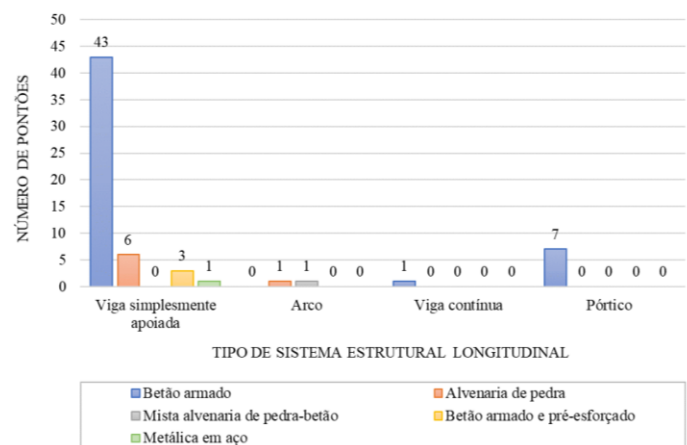


Figura 4.21 - Número de pontões por material e por tipo de sistema estrutural longitudinal

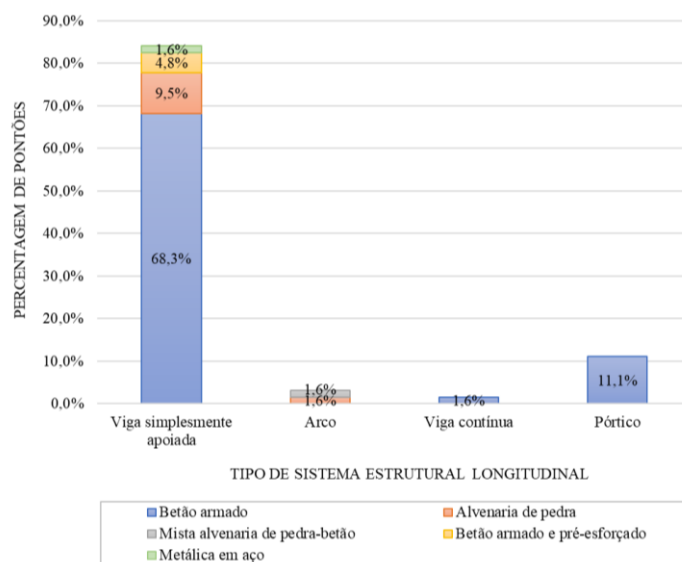


Figura 4.22 - Percentagem de pontões por tipo de sistema estrutural longitudinal e por material



a) Pontão de betão armado com sistema em viga simplesmente apoiada (freguesia de Alvelos)



b) Pontão em pórtico de betão armado (Ponte de Enxate, na UF de Vila Cova e Feitos)



c) Pontão de alvenaria de pedra com viga simplesmente apoiada (freguesia de Fragoso)

Figura 4.23 - Obras de arte mais comuns do tipo pontão

Analisando o número de pontes por material e por tipo de sistema estrutural longitudinal, na Figura 4.24, e as respectivas percentagens, na Figura 4.25, conclui-se que as obras de arte do tipo ponte mais comuns são em alvenaria de pedra com viga simplesmente apoiada (23,4%), em arco de alvenaria de pedra (19,1%) ou em betão armado com sistema do tipo viga contínua (17,0%), ou seja, estruturas de vão múltiplo. Na Figura 4.26 apresentam-se exemplos das obras de arte mais comuns do tipo ponte.

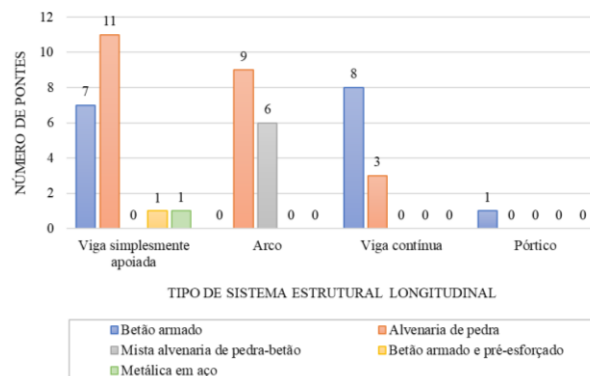


Figura 4.24 - Número de pontes por tipo de sistema estrutural longitudinal e por material

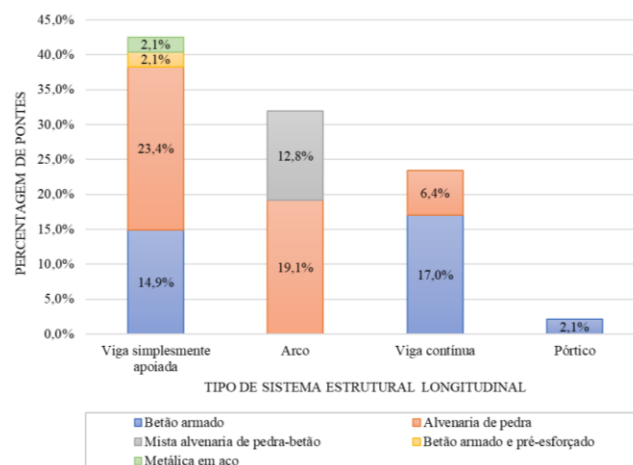


Figura 4.25 - Percentagem de pontes por tipo de sistema estrutural longitudinal e por material



a) Ponte de alvenaria de pedra com viga simplesm. apoiada (Ponte do Rio Este, freg. de Cambeses)



b) Ponte em arco de alvenaria de pedra (Ponte do Fulão, na freguesia de Fragoso)



c) Ponte de betão armado com viga contínua (freguesia de Galegos - Santa Maria)

Figura 4.26 - Obras de arte mais comuns do tipo ponte

4.3.3. Sistema estrutural transversal e material da laje

O sistema estrutural transversal utilizado em quase todas as obras de arte é a laje (92,2%). No que se refere ao material da laje, tal como se pode observar na Figura 4.27, o material predominante é o betão armado (63,4%), havendo ainda uma percentagem significativa de obras de arte com laje em alvenaria de pedra (24,1%). O betão armado e pré-esforçado bem como o material cerâmico são utilizados em laje de vigotas com abobadilha.

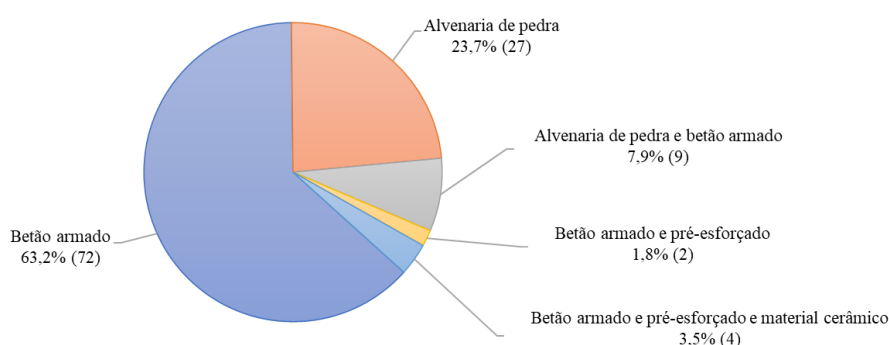


Figura 4.27 - Distribuição das obras de arte por material da laje

4.3.4. Número e dimensão dos vãos

A maioria das obras de arte é constituída por um único vão (79), como se pode observar na Figura 4.28. Observando a Tabela 4.4 pode concluir-se que quase metade das obras de arte (53) é constituída por um vão entre 2 m e 5 m, sendo pouco comum o caso de estruturas com vão ou somatório de vãos entre 20 m e 50 m (5), ilustradas na Figura 4.29, ou superior a 50 m (2), apresentadas na Figura 4.30. Nestas últimas não foi possível medir todos os vãos, tendo sido incluídas na dimensão referida através da relação entre os vãos e o seu comprimento total.

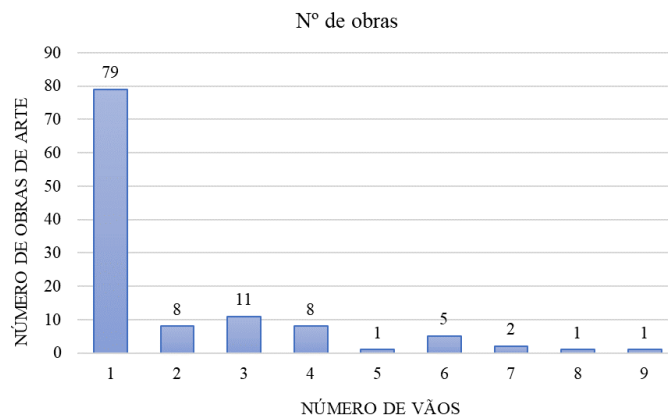


Figura 4.28 - Distribuição das obras de arte por número de vãos

Tabela 4.4 - Distribuição das obras de arte por dimensão dos vãos

Dimensão dos vãos	Número de obras de arte
2 – 5 m	53
5 – 10 m	33
10 – 20 m	23
20 – 50 m	5
> 50 m	2



a) Ponte Centenária de Tregosa (UF de Durrães e Tregosa)



b) Ponte de Vale (UF de Durrães e Tregosa)



c) Passagem pedonal (freguesia de Arcozelo)



d) Passagem superior da Circular de Barcelos (freguesia de Arcozelo)



e) Ponte da Calça (freguesia de Fragoso)

Figura 4.29 - Obras de arte com vão ou somatório de vãos entre 20 e 50 m



b) Ponte de Santa Eugénia (UF de Barcelos, Vila Boa e Vila Frescainha)



a) Ponte entre Areias e Pousa (freguesia de Areias)

Figura 4.30 - Obras de arte com vão ou somatório de vãos superior 50 m

4.3.5. Pilares, aparelhos de apoio e encontros

A maioria das obras de arte não possui pilares (69%), sendo constituída por apenas um vão, como se pode observar na Figura 4.31. Em todo o caso, existem 36 obras de arte com pilares, sendo o mais comum dois ou três pilares (Figura 4.32).

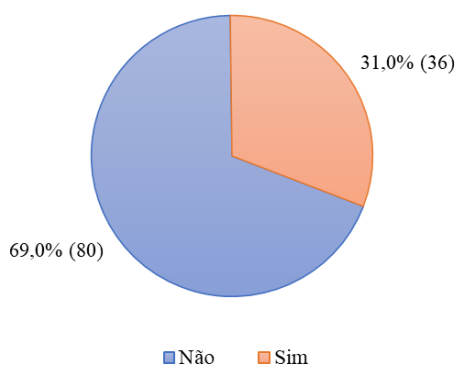


Figura 4.31 - Obras de arte com pilares

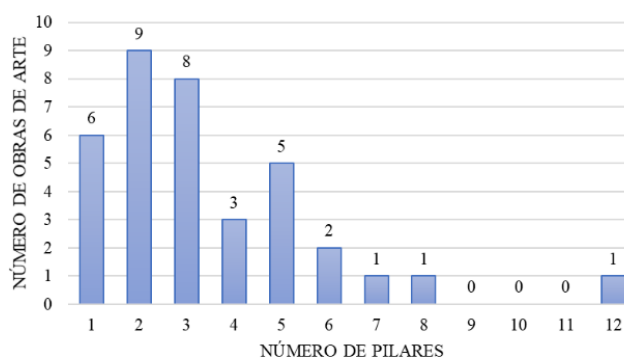


Figura 4.32 - Número de obras de arte por nº de pilares

Observando a Figura 4.33 pode constatar-se que o material mais utilizado nos pilares é a pedra natural ou alvenaria de pedra (69,4%), sendo o betão armado utilizado nos pilares em oito obras de arte e uma combinação de alvenaria de pedra e betão em três. Raramente os pilares estão equipados com aparelhos de apoio, tendo estes sido observados em apenas duas obras de arte Figura 4.34. No entanto, não foi possível identificar os seus tipos.

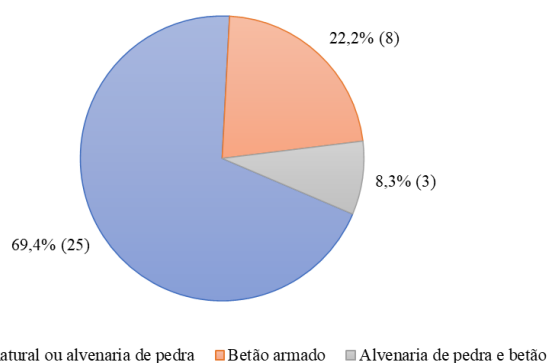


Figura 4.33 - Distribuição das obras de arte com pilares por tipo de material dos pilares



a) Ponte de Santa Eugénia (UF de Barcelos, Vila Boa e Vila Frescainha)



b) Passagem Superior da Circular de Barcelos (freguesia de Arcozelo)

Figura 4.34 - Obras de arte com aparelhos de apoio

Relativamente aos encontros, os materiais mais utilizados são a alvenaria de pedra (44,0%) e o betão armado (24,1%) (Figura 4.35); em termos de configuração, é mais comum encontrarem-se o muro de testa de ambos os lados (38) ou muro de testa de um lado e muros de testa e de ala do outro (24) (Figura 4.36). Os encontros das obras de arte não foram considerados individualmente, mas sim o conjunto dos encontros de ambos os lados da obra de arte, pois muitas vezes estes são diferentes do lado esquerdo e do lado direito.

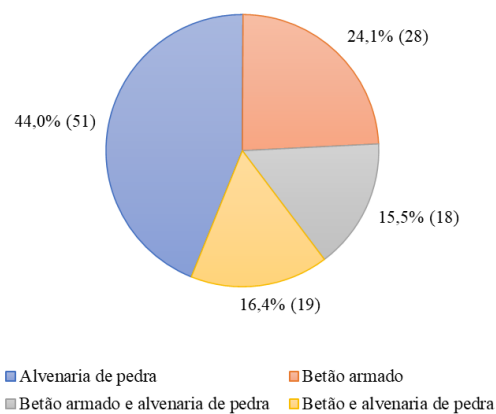


Figura 4.35 - Distribuição das obras de arte por material do conjunto de encontros (esquerdo e direito)



Figura 4.36 - Conjunto de encontros observados nas obras de arte



Figura 4.37 - Muro de testa de ambos os lados (pontão de betão armado na UF de Viatodos, Grimancelos, Minhotães e Monte de Fralães)

4.3.6. Tipo de utilização, elementos não estruturais e alterações aparentes

As obras de arte têm na sua maioria traçado retilíneo (92,2%) e trainel plano (93,1%), sendo o seu tráfego predominante rodoviário (90,5%), existindo frequentemente sobrecarga de veículos pesados (61,0%).

Considerando apenas uma via quando a largura da faixa de rodagem é inferior a 5,50 m, como referido em 3.3.3., as faixas de rodagem das obras de arte são constituídas normalmente por uma só via. Têm pavimentos predominantemente betuminosos (53,3%), mas também há uma quantidade relevante em calçada (22,9%) e em betão (18,1%) (Figura 4.38).

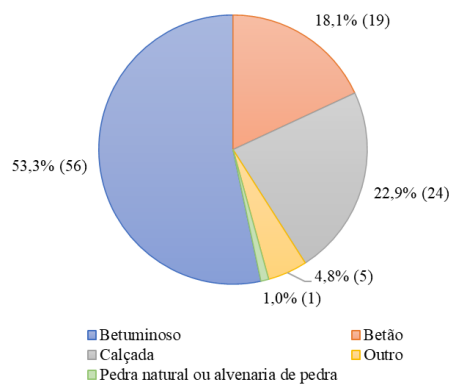


Figura 4.38 - Distribuição das obras de arte por tipo de pavimento da faixa de rodagem

Em relação às juntas de dilatação, através da Figura 4.39 e da Figura 4.40 pode perceber-se que se encontram juntas de dilatação em 21,6% das obras de arte, sendo as juntas não aparentes as mais comuns, correspondendo a 60% (Figura 4.41).

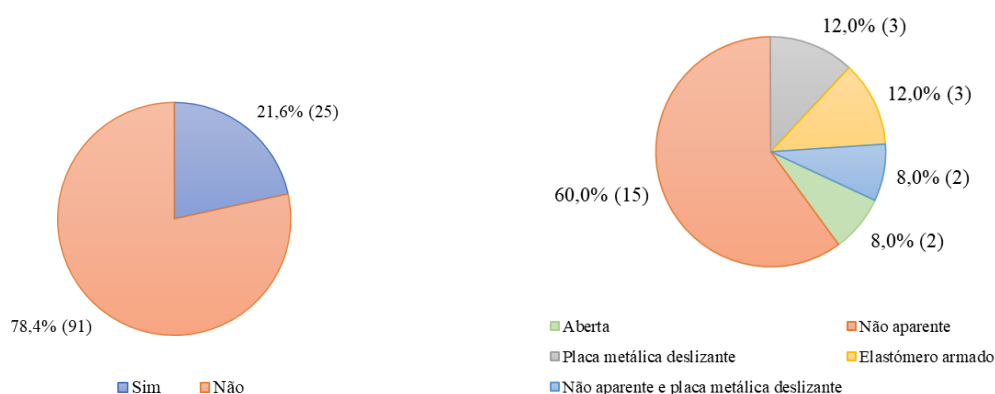


Figura 4.39 - Obras de arte com juntas de dilatação

Figura 4.40 - Distribuição do tipo de juntas de dilatação

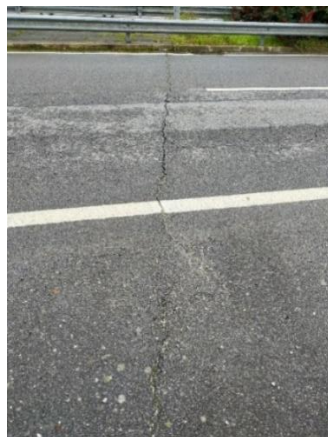


Figura 4.41 - Junta de dilatação não aparente (passagem agrícola na freguesia de Arcozelo)

Algumas obras de arte têm passeios (35), geralmente dos dois lados (82,9%) e de betão (85,7%). A grande maioria das obras de arte tem guarda-corpos de ambos os lados (95), metálicos (63,3%) ou combinando metal e betão armado (22,4%).

Em algumas obras de arte (16) existem acrotérios no alinhamento dos guarda-corpos, sendo quase na totalidade em betão armado. Existem apenas cinco obras de arte com guardas de segurança, sendo na sua maioria perfis W de aço.

No que diz respeito à drenagem, analisando a Figura 4.42, pode perceber-se que a utilização de bueiros (Figura 4.43), usados como único órgão de drenagem na obra de arte, é a solução mais comum.

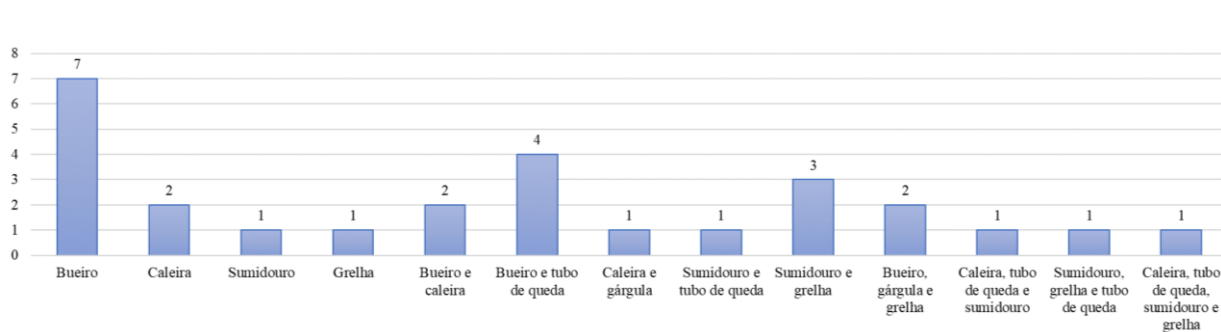


Figura 4.42 - Distribuição das obras de arte por tipo de sistema de drenagem



Figura 4.43 - Bueiro (ponte entre Areias e Pousa, UF de Areias de Vilar e Encourados)

Existem algumas obras de arte (20) com cornijas, normalmente em betão armado. Cerca de metade das obras de arte possui taludes (44,8%), quase sempre em rampa lateral à via (94,2%) e em terra vegetal (94,2%). A Figura 4.44 ilustra o tipo de taludes mais comum.



Figura 4.44 - Talude em rampa lateral à via em terra vegetal (Ponte da Igreja, freguesia de Pousa)

Por fim, note-se que a maioria das obras de arte foi objeto de intervenção (68,1%), como se ilustra na Figura 4.45, sendo a intervenção mais comum a substituição do tabuleiro, em 82,3% dos casos, tendo sido efetuado um alargamento em apenas nove e aparentemente realizadas intervenções de conservação em cinco (Figura 4.46).

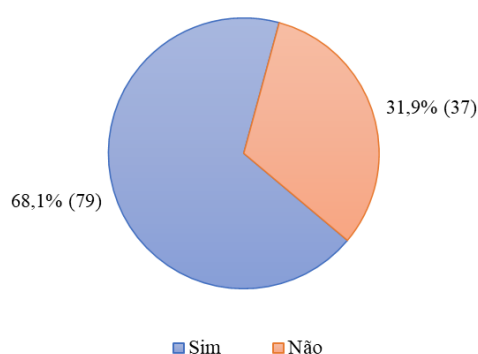


Figura 4.45 - Obras de arte com intervenções/alterações aparentes

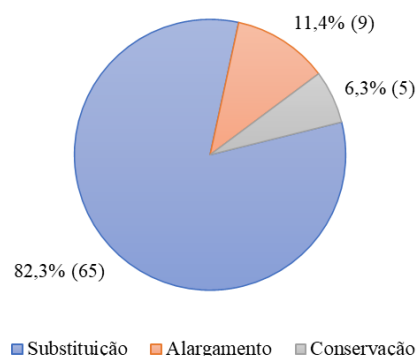


Figura 4.46 - Distribuição dos tipos de intervenções/alterações aparentes

4.4. Considerações finais

Inserido na NUT II – Região Norte e na NUT III - Sub-região Cávado, o concelho de Barcelos, pertence ao distrito de Braga, é o maior em termos de número de freguesias (61), um dos maiores em termos de território e o que tem maior área territorial dos municípios da sub-região do Cávado. Nesta sub-região, Barcelos é o segundo maior concelho em número de população e o terceiro em densidade populacional.

O concelho possui vastas redes hidrográfica e viária. Encontra-se abrangido, total ou parcialmente, por três bacias hidrográficas e existindo ainda doze sub-bacias hidrográficas no seu interior. Na sub-região do Cávado, Barcelos é o concelho com maior extensão de rede rodoviária classificada, o terceiro concelho com maior densidade territorial de rede rodoviária classificada e o de maior densidade de rede rodoviária da sub-região do Cávado. Estes fatores podem justificar o número elevado de obras de arte existentes no concelho.

A rede rodoviária do concelho de Barcelos tem 2871,0 km de extensão, dos quais 2135,3 km não têm classificação. A extensão da rede rodoviária classificada é de 735,6 km (36%), dos quais 581,2 km estão sob a jurisdição do município (79,0%) e 154,5 km (21,0%) sob jurisdição extramunicipal. A rede classificada sob jurisdição extramunicipal representa apenas 5,4% da rede viária do município.

O parque de obras de arte sob responsabilidade do Município de Barcelos compreende um total de 116 obras de arte. Com base nas informações recolhidas nas inspeções de inventário às obras de arte deste concelho no âmbito do Projeto Reconhecer, conclui-se que as freguesias com maior número de obras de arte são Cossourado (8), Arcozelo (7) e Fragoso (7).

As obras de arte mais comuns são dos tipos pontão (54,3%) e ponte (40,5%), sendo os pontões majoritariamente de betão armado (81,0%) e a maioria das pontes de alvenaria de pedra (48,9%).

As obras de arte do tipo pontão são principalmente de betão armado com sistema em viga simplesmente apoiada (68,3%), em pórtico de betão armado (11,1%) ou em alvenaria de pedra com viga simplesmente apoiada (9,5%).

As obras de arte do tipo ponte mais comuns são em alvenaria de pedra com viga simplesmente apoiada (23,4%), em arco de alvenaria de pedra (19,1%) ou em betão armado com sistema do tipo viga contínua (17,0%).

Os sistemas estruturais longitudinais mais utilizados são a viga simplesmente apoiada (66,4%), o arco (14,7%) e a viga contínua (12,1%). O sistema estrutural transversal utilizado em quase todas as obras de arte é a laje (92,2%).

Quase metade das obras de arte (53) é constituída por um vão entre 2 m e 5 m, existindo apenas cinco estruturas com vão ou somatório de vãos entre 20 m e 50 m e duas com vão ou somatório de vãos superior a 50 m. Além disso, as obras de arte têm na sua maioria traçado retilíneo (92,2%) e trainel plano (93,1%), sendo o seu tráfego predominante rodoviário (90,5%), existindo frequentemente sobrecarga de veículos pesados (61,0%).

Relativamente aos encontros, os materiais mais utilizados são a alvenaria de pedra (44,0%) e o betão armado (24,1%); em termos de configuração, é mais comum encontrarem-se o muro de testa de ambos os lados (38) ou muro de testa de um lado e muros de testa e de ala do outro (24).

Em termos de pilares, observa-se que a maioria das obras de arte não tem pilares (80) e, quando existem, o mais comum é que o seu número seja dois ou três. O material utilizado é a alvenaria de pedra (69,4%) e raramente os pilares estão equipados com aparelhos de apoio. Em relação às juntas de dilatação, observa-se que as mais comuns são as não aparentes (60,0%).

As faixas de rodagem das obras de arte têm pavimentos predominantemente betuminosos (53,3%), mas também há uma quantidade relevante em calçada (22,9%) e em betão (18,1%). Algumas obras de arte têm passeios (35), geralmente dos dois lados (82,9%) e de betão (85,7%). A grande maioria das obras de arte tem guarda-corpos de ambos os lados (95), metálicos (63,3%) ou combinando metal e betão armado (22,4%). Em algumas obras de arte (16) existem acrotérios no alinhamento dos guarda-corpos, sendo quase na totalidade em betão armado. Existem apenas cinco obras de arte com guardas de segurança.

No que diz respeito à drenagem, a utilização de bueiros é a solução mais comum. Existem algumas obras de arte (20) com cornijas, normalmente em betão armado. Cerca de metade das obras de arte possui taludes, quase sempre em rampa lateral à via e em terra vegetal.

Por fim, note-se que a maioria das obras de arte foi objeto de intervenção (68,1%), sendo a substituição parcial ou total a mais frequentemente observada (82,3%).

5. SUMÁRIO, CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

5.1. Sumário

Os requisitos fundamentais que uma obra de arte tem de satisfazer são a segurança, a funcionalidade e a durabilidade. A durabilidade das obras de arte só pode ser assegurada controlando a deterioração das estruturas em todas as fases do seu ciclo de vida. O processo deve iniciar-se com o desenvolvimento de um projeto de durabilidade que minimize e facilite os trabalhos de manutenção e conservação, por exemplo através da escolha dos materiais adequados e da previsão de acessos para inspeção, seguido da implementação de um conjunto de procedimentos durante a construção para garantir as especificações definidas em projeto, de forma a mitigar as anomalias que ocorrem ao longo da vida das obras de arte devido a erros de projeto ou de execução.

Porém, existem fatores que comprometem a durabilidade prevista em projeto e que aceleram a degradação natural das estruturas. O ambiente a que estas estruturas estão expostas é mais agressivo do que no passado e as cargas a que as obras de arte estão a ser submetidas são por vezes mais elevadas do que as previstas em projeto, provocadas por um volume crescente de tráfego e um aumento do peso máximo dos veículos individuais. Aos factos anteriores podem-se somar ainda a ausência de práticas de inspeção e manutenção periódicas durante a fase de serviço. O cenário descrito compromete a durabilidade das obras de arte, podendo reduzir o período de vida útil para o qual foram concebidas, implicando uma maior frequência de ações de manutenção e conservação, além das previstas, com consequente aumento dos custos referentes a estas atividades e, possivelmente, reduzindo também a sua capacidade de carga, podendo colocar em causa a funcionalidade ou mesmo aumentando o risco de colapso. Durante a fase de serviço, a mais longa do ciclo de vida das estruturas, para que a degradação seja atempadamente controlada e as obras de arte atinjam o período de vida útil para o qual foram concebidas e se possam garantir os requisitos de segurança e funcionalidade, é imprescindível que as mesmas sejam acompanhadas, implementando ações de inspeção, manutenção e conservação.

Os custos de manutenção e conservação de obras de arte são cada vez mais importantes. Com efeito, além da acelerada degradação das estruturas, do seu envelhecimento, das novas solicitações a que estão sujeitas e da preocupação com a segurança, a funcionalidade e a durabilidade que oferecem, o número de obras de arte é muito elevado torna cada vez maior o investimento necessário para a inspeção e conservação das mesmas. No entanto, os recursos financeiros disponíveis são limitados e genericamente insuficientes para cobrir todas as intervenções necessárias. Isto significa que tem de existir um processo de priorização na gestão de obras de arte e que tem de ser encontrado um equilíbrio entre o desempenho pretendido e os recursos financeiros disponíveis.

Note-se também que a demora em iniciar a manutenção de uma obra de arte torna os reparos mais trabalhosos e onerosos no futuro. A estratégia de manutenção mais correta em obras de arte, tal como noutros equipamentos, é a manutenção preventiva, que permite, em muitos casos, prevenir anomalias que implicam, muitas vezes, dispendiosos trabalhos de reparação e restrições à utilização da obra de arte. Na fase de manutenção preventiva, as operações necessárias a assegurar as boas condições da estrutura durante o período da sua vida útil podem ser cinco vezes mais económicas do que aguardar a apresentação de patologias que requeiram ações manutenção corretiva.

As medidas de manutenção preventiva baseiam-se na realização de inspeções periódicas, que permitem efetuar a avaliação da condição das obras de arte, detetar atempadamente as anomalias e classificá-las, em termos da sua gravidade, da sua complexidade e urgência da sua reparação. A hierarquização das deficiências existentes vai permitir definir a forma de despender racionalmente os limitados fundos monetários disponíveis e o desempenho pretendido das estruturas. Importa referir que a realização periódica de inspeções permite identificar necessidades de manutenção, muitas delas sem nenhuma complexidade e baixo custo, cuja não realização reiterada pode dar origem a anomalias graves, carecendo de reparação complexa e custo elevado. Exemplo disto é a limpeza do sistema de drenagem, que se estiver bloqueado promove a acumulação de água na estrutura, que se vai infiltrar provocando corrosão das armaduras ou dos perfis metálicos.

Assim, a gestão criteriosa de um parque de obras de arte tem como principais objetivos assegurar a sua segurança estrutural, a sua funcionalidade e a sua durabilidade, mas também minimizar os custos de conservação e otimização da utilização dos recursos disponíveis, o que

para além das vantagens económicas se revela também benéfico do ponto de vista ambiental e da preservação do património. Os sistemas de gestão de obras de arte são instrumentos que visam reduzir o risco de colapso, mas também apoiar a decisão dos gestores na priorização e no planeamento ações preventivas e corretivas ao longo da vida útil das estruturas e na utilização mais racional dos limitados recursos disponíveis.

Nos sistemas de gestão de obras de arte as inspeções têm uma importância crucial, pois a manutenção e a conservação das obras de arte baseiam-se, fundamentalmente, nos resultados obtidos nas atividades de inspeção, permitindo a constituição de uma base de dados, a preconização e priorização dos trabalhos de manutenção e conservação necessários, a previsão dos custos dos mesmo e a construção de modelos de deterioração.

Existem vários tipos de inspeção, cada um com um objetivo diferente, geralmente divididos em cinco categorias: inspeção de inventário, inspeção de rotina, inspeção principal, inspeção especial e inspeção subaquática. O inventário é uma componente fundamental num sistema de gestão de obras de arte, uma vez que consiste numa base de dados com o registo das características de carácter permanente das obras de arte, de uma forma sistemática e uniformizada, que precedem e servem de base para a futura realização das atividades de inspeção, manutenção ou conservação. O inventário é o primeiro passo para a implementação desses sistemas.

Com o objetivo de conhecer as atuais práticas de gestão de obras de arte em Portugal, identificaram-se os principais gestores destas estruturas no nosso País, concretamente a IP e a Brisa. Constatou-se também que os municípios responsáveis por um vasto parque de obras de arte.

A IP e a Brisa acompanham as estruturas através da implementação de sistemas de gestão de obras de arte, o SGOA IP e o GOA, respectivamente. Para este efeito, realizam inspeções periódicas, possuem manuais de inspeção que estabelecem um procedimento comum a ser executado pelos inspetores, que asseguram uma atualização contínua do estado das obras de arte. A condição das obras de arte sob jurisdição destas entidades é conhecida: em março de 2022, 90% das obras de arte a cargo da IP apresentavam um estado de conservação que varia entre o bom e o razoável; e em 2013, apenas 7% das obras de arte da Brisa necessitavam de intervenção.

A gestão de obras de arte sob jurisdição municipal apresenta, no entanto, uma realidade bastante diferente e pouco discutida. A maior parte da rede rodoviária corresponde à Rede Rodoviária Municipal, com 80 000 km, cuja gestão se encontra repartida por 278 autarquias locais. Os municípios são responsáveis por um vasto conjunto de obras de arte inseridas na rede viária sob sua jurisdição.

Com os planos PRN 85 e PRN 2000, a tutela de parte das estradas portuguesas, por via da sua desclassificação, passou a ser da responsabilidade das autarquias. Passados quase vinte anos desde a publicação do PRN 2000, foi publicada a Lei-quadro n.º 50/2018, de 16 de agosto, que estabelece o quadro da transferência de competências da Administração Central para as autarquias locais e para as entidades intermunicipais. Esta transferência irá abranger cerca de 4 171 km de estradas, incluindo 3 563 km estradas desclassificadas, 109 km e 165 km de estradas que atravessam sedes de concelho com ou sem acordos de entrega de gestão, respetivamente, e ainda 334 km de estradas que atravessam perímetros urbanos. Isto significa um aumento do número de obras de arte geridas pelos municípios. Além disso, não existe atualmente legislação, nem se tem conhecimento que esteja prevista a sua elaboração, que contemple a regulação das atividades de inspeção e de manutenção das obras de arte sob tutela municipal, de forma a uniformizar os procedimentos a nível nacional. Assim, a legislação pretende descentralizar as competências da Administração Central transferindo a responsabilidade pelas estradas nacionais e por estradas que atravessam os perímetros urbanos para as autarquias, ficando estas, por consequência, responsáveis também pela gestão das obras de arte nelas inserida, mas não existe legislação que regule as inspeções de obras de arte de modo que esta atividade seja sistemática, regular, com procedimentos uniformizados e que estabeleça requisitos de segurança ou de conservação mínimos a que todos os donos de pontes tenham de atender.

A escassez de informações sobre as obras de arte municipais e a sua gestão torna difícil efetuar a sua caracterização. Atualmente, tal como no passado, continua a desconhecer-se a quantidade e a condição deste património, pois a maioria das autarquias não possui um inventário das suas estruturas. Apenas se pode concluir que o conjunto de obras de arte sob a tutela dos municípios é muito heterogéneo no que se refere à idade, tipologia ou condição e que, quanto ao material destas estruturas, muitas serão de alvenaria de pedra. A maioria dos municípios não realiza inspeções periódicas e ações de manutenção regulares às suas estruturas, e a grande maioria não possui um sistema de gestão de obras de arte. Os municípios consideram

como principais entraves à realização de uma gestão eficaz das obras de arte sob sua tutela os limitados recursos financeiros e técnicos, e a falta de documentação técnica adaptada à realidade municipal.

5.2. Conclusões do inventário

O Concelho de Barcelos é o concelho português com maior número de freguesias (61), um dos maiores concelhos do país em território e com a maior área territorial dos municípios da sub-região do Cávado. Nesta sub-região, Barcelos é o segundo em número de população e o terceiro em densidade populacional. O concelho possui vastas redes hidrográfica e viária. A rede classificada sob jurisdição da IP ou de outras concessionárias representa apenas 5,4% da rede viária do município. Tal como muitos municípios portugueses, o Município de Barcelos não possuía o inventário das suas obras de arte.

O Projeto Reconhecer, que resultou da celebração de um protocolo envolvendo a ULHT, o LNEC e a CMB, realizou a inventariação a 116 obras de arte sob jurisdição direta do Concelho de Barcelos, através da implementação de uma metodologia que sistematiza e normaliza o procedimento de inventariação, tendo em conta as especificidades das estruturas sob jurisdição municipal.

A metodologia desenvolvida e aplicada pelo Projeto Reconhecer foi constituída por várias fases, nomeadamente, o Formulário Identifica, a Ficha de Inspeção de Inventário, as inspeções de inventário, a Ficha de Identificação da Obra de Arte e, por fim, a realização de um relatório final.

O Formulário Identifica implicou a colaboração das juntas de freguesia e teve como objetivo a recolha de informações básicas sobre as obras de arte, que foram fundamentais para auxiliar no desenvolvimento das Fichas de Inspeção de Inventário e indispensáveis para o planeamento das inspeções.

A Ficha de Inspeção de Inventário, o elemento mais relevante na metodologia do Projeto Reconhecer, foi concebida de forma a incluir todos os campos de informações e componentes estruturais necessários para caracterizar eficaz e detalhadamente as obras de arte do município de Barcelos, tendo em consideração as especificidades das estruturas sob sua jurisdição, quanto à sua diversidade de idades, tipologias e materiais, sistematizando e

uniformizando o procedimento de inspeção. A cada obra de arte foi atribuído um código de identificação único, identificando a sua tipologia, a sua numeração dentro da freguesia em que foi registada e o número da respetiva freguesia por ordem alfabética.

As inspeções de inventário consistiram na validação de todas as obras de arte registadas pelas juntas de freguesia e na inventariação das estruturas validadas, segundo os critérios de validação definidos pelo Projeto Reconhecer. Durante as mesmas, procedeu-se ao preenchimento da Ficha de Inspeção de Inventário, à medição da geometria dos elementos estruturais, à realização do registo fotográfico e, quando necessário, ao desenho de esquemas. Todas as informações sobre as obras de arte foram recolhidas durante as inspeções de inventário, uma vez que não foi possível consultar os seus projetos.

A Ficha de Identificação da Obra de Arte contém os campos de informação da Ficha de Inspeção Inventário e a organização dos dados é idêntica. No entanto, a ficha de identificação apresenta informações adicionais, contendo o mapa de localização da estrutura, com a sua georreferenciação, e apresenta o seu registo fotográfico.

Da implementação do Projeto Reconhecer resultou um Relatório Final, que constitui o inventário das obras de arte de Barcelos. Este relatório contém a compilação das Fichas de Identificação das 116 obras de arte da CMB, bem como uma caracterização detalhada do parque de obras de arte do município e recomendações futuras relativas ao inventário e a atividades básicas de manutenção das obras de arte.

Com base nas informações recolhidas nas inspeções de inventário às obras de arte do município de Barcelos, foi possível caracterizar o seu parque de obras de arte e conclui-se que este património é constituído maioritariamente por pontões (54,3%, 63) e pontes (40,5%, 47), sendo os pontões maioritariamente em betão armado (81,0%, 51) e a maioria das pontes em alvenaria de pedra (48,9%, 23). Note-se que a maioria das obras de arte foi objeto de intervenção (68,1%, 79), sendo a substituição parcial ou total a mais frequentemente observada (82,3%, 65).

5.3. Conclusões gerais

Comparando os patrimónios de obras de arte rodoviárias dos principais gestores, a IP e a Brisa, com o da CMB, verifica-se que:

- A IP e a Brisa não possuem pontões, sendo esta a tipologia de obras de arte predominante da CMB (54,3%);
- A percentagem de pontes do município de Barcelos (40,5%) é cerca do dobro da percentagem de pontes sob domínio da IP (19,0%);
- A CMB não possui passagens hidráulicas, correspondendo esta tipologia de obras de arte à mais comum da IP, 43,0%, e a 16,0 % de estruturas da Brisa;
- Não existem viadutos no inventário da CMB, constituindo estes 5,0% e 12,0% dos parques de obras da IP e da Brisa.
- As percentagens de passagens superiores (2,6%), passagens inferiores (0,9%), passagens pedonais (0,9%) e passagens agrícolas (0,9%) da CMB são inferiores às da IP (10,0%, 11,0%, 4,0% e 8,0%, respetivamente);
- Sendo as tipologias de obras de arte mais comuns da Brisa as passagens superiores (34,0%) e as passagens inferiores (31,0%), as suas proporções são significativamente superiores às da CMB;
- As percentagens de passagens pedonais da CMB e da Brisa (1,0%) são aproximadas;
- A CMB possui uma maior proporção de estruturas de betão armado (61,2%) e uma menor proporção de estruturas de alvenaria de pedra (25,9%) do que a IP (37,0% e 35,0%, respetivamente). A percentagem de obras de arte de betão armado e pré-esforçado da IP (21,0%) é superior ao da CMB (6,2%). A maioria das obras de arte da Brisa são de betão armado ou de betão armado e pré-esforçado (93,7%), sendo, naturalmente, a percentagem deste tipo de estruturas superior ao da CMB (66,4%). Não existem estruturas de alvenaria de pedra no património de obras de arte da Brisa;
- As percentagens de obras de arte de outros materiais, como mistas ou metálicas, são similares na CMB, na IP e na Brisa (7,7%, 7,0% e 6,3%, respetivamente);
- A percentagem de obras de arte com extensão inferior a 10 m da CMB (56,0%) é semelhante à da IP (53,0%), predominando as obras de extensão reduzida em ambos os patrimónios. Em relação às de obras de arte com extensão entre 10 m e 50 m, a CMB apresenta uma percentagem significativamente superior à da IP (40,0% e 28,0%, respetivamente). Apenas 5 obras de arte da CMB têm uma

extensão superior a 50 m, correspondendo a 4,0% do seu património, sendo superior a percentagem de obras da IP com essa extensão (19,0%).

A IP e a Brisa acompanham as suas estruturas, conhecem o seu património de obras de arte, bem como a sua condição, possuindo o seu inventário e realizando inspeções periódicas assentes em procedimentos uniformizados definidos nos seus manuais de inspeção. Os sistemas de obras de arte que possuem permitem programar, sistematizar e otimizar os procedimentos periódicos de inspeção e de manutenção e os recursos financeiros de que dispõem para a realização dessas atividades. A CMB possui agora o inventário do seu património de obras de arte, que possibilita a implementação de um sistema de obras de arte.

5.4. Desenvolvimentos futuros

O inventário das obras de arte sob a responsabilidade da CMB foi o primeiro passo para implementação de um sistema de gestão de obras de arte que permita o acompanhamento da condição das estruturas e garantir a segurança, a funcionalidade e a durabilidade das obras de arte deste município.

Para que seja possível a implementação de uma cultura de gestão de obras de arte a nível municipal, garantindo a segurança das estruturas e a gestão racional dos recursos financeiros disponíveis, é necessário que os municípios que desconhecem e não acompanham o seu património de obras de arte iniciem pela sua inventariação e, posteriormente, implementem um sistema de gestão de obras de arte. O inventário não representa um investimento avultado e pode ser realizado utilizando ferramentas e equipamentos correntes.

A atempada definição uma estratégia de gestão e implementadas ações de inspeção, manutenção e conservação podem evitar que a sua realização seja demasiado tardia e impulsionada por eventos trágicos, prevenindo as consequências extremamente gravosas que podem advir da falta de acompanhamento das estruturas.

Assim, é pertinente a definição de uma estratégia que apoie os municípios portugueses enquanto entidades gestoras de obras de arte e que permita implementar uma cultura de gestão de obras de arte ao nível municipal, tendo em consideração a ausência de fundos financeiros especialmente vocacionados para este fim, as limitações financeiras e técnicas das autarquias,

e a inexistência de regulamentos ou normas que regulem a gestão de obras de arte de modo que esta atividade seja sistemática, regular, com procedimentos uniformizados, que estabeleça requisitos de segurança ou de conservação mínimos e que seja adequada à realidade municipal.

A gestão das obras de arte por parte dos municípios portugueses carece de um financiamento adequado e de verbas afetadas para a manutenção das estruturas. Como proposta para a solução da enorme dificuldade de investimento das autarquias, a ANMP sugeriu, relativamente à gestão das vias municipais, a criação de uma linha de crédito específica, estabelecendo uma parceria do Governo e da IP com os municípios, ou a afetação de uma percentagem do imposto sobre os produtos petrolíferos de modo a existir uma verba anual permanente que permita fazer o investimento na manutenção. António Laranjo refere que o Plano de Recuperação e Resiliência (PRR), um instrumento estratégico de política pública nacional, que resulta de uma resposta concertada, a nível europeu, aos impactos da pandemia de Covid-19, financiado pela União Europeia, poderá auxiliar neste investimento.

Dado o número elevado de obras de arte sob jurisdição municipal, as limitações de recursos financeiros para realizar a sua gestão e a carência de verbas estatais afetadas para a sua manutenção, é importante que os municípios implementem sistemas de gestão de obras de arte, de modo a priorizar os trabalhos de manutenção e conservação necessários, minimizar os custos de conservação e utilizar racionalmente os seus recursos financeiros.

É necessária a elaboração de regulamentos ou documentos normativos que sejam aplicáveis às obras de arte municipais, que orientem e regulem a realização sistemática das atividades de inspeção, manutenção ou conservação das estruturas e que uniformize os procedimentos de gestão de obras de arte a nível nacional. Sendo a IP a principal e com mais experiência gestora de obras de arte a nível nacional, perante a ausência de um documento regulador ou normativo seria um contributo importante a colaboração da IP com os municípios, através da disponibilização da sua documentação técnica, como manuais de inventário, inspeção, diagnóstico e manutenção, orientando as autarquias relativamente aos procedimentos de gestão de obras de arte e permitindo a uniformização dos mesmos.

Tal como o Município de Barcelos, algumas autarquias que não possuem capacidade técnica para realizar as atividades de gestão das suas obras de arte, reconhecem a importância e a contribuição que as instituições de ensino superior podem ter nessa gestão e têm colaborado com as mesmas através do estabelecimento de protocolos ou cooperando na realização de

trabalhos académicos de investigação sobre esta temática, como os de autores referidos ao longo desta dissertação. Assim, seria benéfico que a IP disponibilizasse a sua documentação técnica também a estas instituições ou, preferivelmente, que permitisse o acesso público à mesma no seu site, esclarecendo assim também toda a sociedade civil. Da mesma forma, seria desejável que as entidades públicas municipais gestoras de obras de arte publicassem as informações de que dispõem sobre as suas estruturas e sobre o acompanhamento que fazem das mesmas, no sentido de colmatar a lacuna de informação existente sobre esta matéria.

Apesar de muitas das atividades de gestão de obras de arte exigirem recursos humanos com formação e competência técnica para a sua realização, como as inspeções, algumas atividades podem ser realizadas pelas juntas de freguesia sem a necessidade de um acompanhamento técnico especializado. Devido ao efeito de proximidade, as juntas de freguesia podem desempenhar um papel importante na gestão da informação de base de alimentação do sistema de gestão, bem como proceder regularmente a ações de manutenção básicas, nomeadamente a limpeza de vegetação e detritos, principalmente nas freguesias com características mais rurais. É recomendável o registo da data da sua realização e uma periodicidade anual. Essa atividade pode ser realizada através de recursos humanos das juntas de freguesia com funções compatíveis com a execução de tais tarefas ou através da criação de brigadas municipais, também com funções similares que se adequem à realização das ações propostas, não sendo necessário que sejam exclusivamente dedicadas à manutenção de obras de arte. Há também que ter em consideração as comunicações efetuadas pela sociedade civil sobre o estado de conservação e anomalias nas obras de arte, pois geralmente são responsáveis pelo primeiro nível de alerta.

Salienta-se o facto de que, apesar da limitação de recursos financeiros, foi possível realizar o inventário das 116 obras de arte deste município sem recurso a equipamentos especiais ou sofisticados, como plataforma elevatória ou acesso por cordas ou barcos, utilizando apenas ferramentas e equipamentos expeditos e correntes, como fitas métricas, telemóvel, escada telescópica e fios de prumo. A limitação de verbas para a realização do inventário das obras de arte não inviabilizou a realização do inventário, existindo apenas algumas inspeções de inventário incompletas, não tendo sido possível efetuar, essencialmente, a medição da altura de pilares inseridos em águas profundas. Note-se também que o investimento municipal na realização do inventário das suas obras de arte não é avultado. O valor investido na realização deste inventário corresponde, por exemplo, apenas a 0,3% do valor que o Município de Barcelos

irá investir a partir de 2022 para, em quatro anos, pavimentar os caminhos em terra batida no concelho.

BIBLIOGRAFIA

- 24.sapo.pt. (2018). *Acidente em Borba foi o alerta. Associação disponível para ajudar municípios a poupar para investir em infraestruturas*. Obtido em 20 de Março de 2019, de <https://24.sapo.pt/https://24.sapo.pt/atualidade/artigos/acidente-em-borba-foi-o-alerta-associacao-disponivel-para-ajudar-municipios-a-poupar-para-investir-em-infraestruturas>
- Aires, C. M. (2018). *Solução para o aeroporto é atamancada e mal resolvida*. (R. Santos Ferreira, & A. Vasconcelos Moreira, Entrevistadores) *Jornal Económico*. Obtido em 30 de Abril de 2019, de http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/noticias/je_1.pdf
- Almeida, J. (2013). *Sistema de gestão de pontes com base em custos de ciclo de vida*. Porto: Tese de Doutoramento. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Almeida, J. M. (2003). *Gestão de pontes rodoviárias - Um modelo aplicável em Portugal*. Porto: Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto.
- AMT. (2019). *1º Relatório das concessões de infraestruturas rodoviárias*. Obtido de https://www.amt-autoridade.pt/media/3013/relatorio_concessoes_infraestruturas_rodoviaras_2019.pdf
- AMT. (2021). *Concessões das infraestruturas rodoviárias*. Autoridade da Mobilidade e dos Transportes (AMT). Obtido de https://www.amt-autoridade.pt/media/3012/relatorio_das_concessoes_2019_amt.pdf
- ASCE. (2017). *2017 Infrastructure Report Card*. American Society of Civil Engineers [ASCE]. Obtido em 16 de Março de 2019, de <https://www.infrastructurereportcard.org/https://www.infrastructurereportcard.org/wp-content/uploads/2017/01/Bridges-Final.pdf>
- Barros, P. (2013). 2ª edição das Jornadas da Construção em Cimento. *Gestão de Obras de Arte na Rede Brisa - Reabilitação e Requalificação*. Obtido de http://atic.label.com.pt/wp-content/uploads/2019/01/III.3.Paulo_Lima_Barros_BRISA.pdf
- Barros, P. L. (2013). Seminário Internacional - Structural Condition Assessment of Bridges: Past, Present, and Future. *Gestão de pontes e estado actual da condição das pontes da rede rodoviária da Brisa*. Lisboa: Seminário Internacional - Structural Condition Assessment of Bridges: Past, Present, and Future, Universidade Católica Portuguesa.
- Barros, P., Oliveira, D., Martins, N., Perdigão, V., & Costa, A. (2013). *A Gestão das Obras de Arte no âmbito da Operação, Manutenção e Requalificação*. Lisboa: 7º Congresso Rodoviário Português, LNEC.

- Branco, F. (2018). Os 4 (+1) inimigos das pontes. (V. Azevedo, Entrevistador) Obtido em 7 de Abril de 2019, de <https://expresso.pt/sociedade/2018-08-22-Os-4---1--inimigos-das-pontes#gs.42cyzz>
- Branco, F. A. (2009). *Cap. IV Vida útil das construções*. Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- Branco, F. A., & Brito, J. (2004). *Handbook of Bridge Management*. Reston, EUA: ASCE Press.
- Branco, F., & Brito, J. (2011). *Projetar pontes para uma vida útil de 120 anos*. Maputo, Moçambique: 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia [CLME'2011].
- Brito, J. (2001). *Normalização de Processos na Inspecção de Pontes*. Obtido de https://www.researchgate.net/publication/285056461_Normalizacao_de_Processos_na_Inspeccao_de_Pontes
- Brito, J. d. (1992). *Desenvolvimento de um sistema de gestão de obras de arte em betão*. Lisboa: Tese de Doutoramento. Instituto Superior Técnico.
- Brito, J., & Branco, F. (1991). *Decision strategies for bridge management*. Obtido de https://www.researchgate.net/publication/282703696_Decision_Strategies_for_Bridge_Management
- Brito, J., Santos, S., & Branco, F. (2002). *Inspecção e manutenção de obras de arte em Portugal*. Obtido de <https://docplayer.com.br/53649276-Inspeccao-e-manutencao-de-obras-de-arte-em-portugal.html>
- Capelo, S. (2018). *Estradas: municípios queixam-se de falta de investimento e cooperação*. Obtido em 30 de Abril de 2019, de <https://www.sabado.pt/portugal/detalhe/estradas-municipios-queixam-se-de-falta-de-investimento-e-cooperacao>
- Cardoso, A. (2009). Atas do 1º Congresso de Segurança e Conservação de Pontes. "*Acerca da necessidade de um observatório da segurança de pontes*". Lisboa: 1º Congresso de Segurança e Conservação de Pontes.
- CMB. (2002). *Relatório 5 dos Estudos de Revisão do Plano Director Municipal - Habitação e Povoamento*. Câmara Municipal de Barcelos (CMB).
- CMB. (2002). *Relatório 6 dos Estudos de Revisão do Plano Director Municipal - Caracterização Biofísica e Ambiental*. Câmara Municipal de Barcelos (CMB).
- CMB. (2006). *Relatório 10 dos Estudos de Revisão do Plano Director Municipal - Infraestruturas de Transporte*. Câmara Municipal de Barcelos (CMB).
- CMB. (2014). *Relatório da 1ª Revisão do Plano Director Municipal de Barcelos*. Câmara Municipal de Barcelos (CMB).

- CMB. (2016). PMDFCI. *Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios do Concelho de Barcelos (Caderno I – Informação Base)*. Câmara Municipal de Barcelos (CMB).
- CMB. (2019). *Relatório sobre o estado de ordenamento do território de Barcelos (REOT 2019)*. Barcelos: Câmara Municipal de Barcelos (CMB).
- Costa, A. (2014). Folhas de apoio às aulas de Reabilitação e Reforço de Estruturas. *Durabilidade de Estruturas de Betão*. Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- Coutinho, R. (2018). Manutenção e reparação em tempo “são o segredo da longevidade” das pontes. (A. Maia, Entrevistador) *Jornal Público*. Obtido em 7 de Maio de 2019, de <https://www.publico.pt/2018/08/15/sociedade/entrevista/manutencao-e-reparacao-em-tempo-sao-o-segredo-da-longevidade-das-pontes-1841157>
- Cruz, M. (2019). *Mais de 90% das pontes rodoviárias foram avaliadas com conservação satisfatória ou boa em 2018*. Obtido em 20 de Março de 2019, de <https://24.sapo.pt/https://24.sapo.pt/atualidade/artigos/mais-de-90-das-pontes-rodoviarias-foram-avaliadas-com-conservacao-satisfatoria-ou-boa-em-2018>
- Cruz, P. J. (2006). *Inspecção, diagnóstico, conservação e monitorização de pontes*. Estoril: IV Congresso Rodoviário Português – Estrada. 2006, “Política Rodoviária – Os Próximos 10 Anos”.
- Cruz, P. J. (2006). *Linhas orientadoras de uma política de manutenção, conservação e inspecção de pontes*. Lisboa: 4as Jornadas Portuguesas de Engenharia de Estruturas.
- EDP, & ICNB. (2008). *Relatório final do plano de melhoria do estado de conservação dos peixes migradores e dos seus habitats no setor terminal do Rio Cávado*. Obtido em 2022, de https://www.edp.com/sites/default/files/Relatorio_Final_Cavado.pdf
- Feio, E. (2021). Conferência digital "Gestão da Rede Rodoviária - transferência de competências para os municípios: riscos e oportunidades". (OE, Ed.) OE.
- Figueiredo, E. (2018). *Artigo de opinião "Ponto de inflexão na política de conservação das infra-estruturas municipais"*. Obtido de <https://www.publico.pt/https://www.publico.pt/2018/11/28/sociedade/opinioao/ponto-inflexao-politica-conservacao-infraestruturas-municipais-1852608>
- Figueiredo, E. (2019). Artigo de opinião "Delegar competências, mas não responsabilidades". *Jornal Sol*.
- Figueiredo, E., Moldovan, I., & Marques, M. B. (2013). *Condition Assessment of Bridges: Past, Present and Future*. Lisboa: Universidade Católica Editora.

- GAO. (2016). *HIGHWAY BRIDGES - Linking Funding to Conditions May Help Demonstrate Impact of Federal Investment*. NW Washington DC, EUA: United States Government Accountability Office [GAO].
- Government Europa. (2019). *European bridge maintenance: monitoring safety in Germany*. Obtido em 16 de Março de 2019, de <https://www.governmenteuropa.eu/https://www.governmenteuropa.eu/european-bridge-maintenance/92201/>
- Graça, J. P. (2017). *Inspeção de um conjunto de pontes - Contribuição para o sistema de gestão municipal*. Coimbra: Dissertação de Mestrado. Universidade de Coimbra.
- Henriques, A. A. (2018). *Artigo de opinião: Estradas: seguimos a alta velocidade contra um muro*. Obtido em 17 de Março de 2019, de <https://eco.sapo.pt/https://eco.sapo.pt/opiniao/opiniao-de-antonio-almeida-henriques-estradas-seguimos-a-alta-velocidade-contra-um-muro/>
- Henriques, S. (2018). *Bastonário dos Engenheiros. "Receio que continuem a existir infraestruturas em risco em Portugal"*. Obtido em 16 de Março de 2019, de <https://www.dn.pt/https://www.dn.pt/pais/interior/bastonario-dos-engenheiros-receio-que-continuem-a-existir-infraestruturas-em-risco-em-portugal-10207182.html>
- Horta, C. S. (2018). *Conservação periódica de redes - Rede IP*. Lisboa: 5as Jornadas técnicas sobre betumes CEPESA/CRP.
- Infraestruturas de Portugal. (2019). *Sobre nós*. Obtido em 7 de Maio de 2019, de <https://www.infraestruturasdeportugal.pt/https://www.infraestruturasdeportugal.pt/sobre-nos>
- IP. (2016). *Rede rodoviária*. Obtido em 7 de Maio de 2019, de <https://www.infraestruturasdeportugal.pt/rede/rodoviaria:https://www.infraestruturasdeportugal.pt/rede/rodoviaria>
- IP. (2017). *89% das Obras de Arte da Rede Rodoviária IP classificadas com estado de conservação bom ou muito bom*. Obtido em 9 de Maio de 2019, de <https://www.infraestruturasdeportugal.pt/centro-de-imprensa/89-das-obras-de-arte-da-rede-rodoviaria-ip-classificadas-com-estado-de>
- IP. (2018). *Estado de conservação das obras de arte rodoviárias e ferroviárias da IP*. Obtido em 6 de Maio de 2019, de <https://www.infraestruturasdeportugal.pt/centro-de-imprensa/estado-de-conservacao-da-obras-de-arte-rodoviaras-e-ferroviarias-da-ip>
- IP. (2018). *IP vai investir mais de 100 milhões de euros em conservação corrente da rede rodoviária nacional*. Obtido em 16 de Março de 2019, de <https://www.infraestruturasdeportugal.pt/https://www.infraestruturasdeportugal.pt/centro-de-imprensa/ip-vai-investir-mais-de-100-milhoes-de-euros-em-conservacao-corrente-da-rede>

- IP. (2021). *Cerca de 4 Mil Inspeções Realizadas a Obras de Arte*. Obtido de <https://www.infraestruturasdeportugal.pt/pt-pt/cerca-de-4-mil-inspecoes-realizadas-obras-de-arte>.
- IP. (2022). *Inspeção e Diagnóstico*. Obtido em 16 de junho de 2022, de <https://www.infraestruturasdeportugal.pt/pt-pt/inspecao-diagnostico-rodoviario>
- IP. (2022). *Inspecionado o estado de conservação de 6.200 obras de arte*. Obtido em 16 de junho de 2022, de <https://www.infraestruturasdeportugal.pt/pt-pt/inspecionado-o-estado-de-conservacao-de-6200-obras-de-arte>
- IP. (2022). *Rede Ferroviária*. Obtido em 16 de junho de 2022, de <https://www.infraestruturasdeportugal.pt/pt-pt/rede-ferroviaria-ip>
- IP. (2022). *Rede Rodoviária*. Obtido de <https://www.infraestruturasdeportugal.pt/pt-pt/rede-rodoviaria-ip>.
- IP. (2022). *Rede Rodoviária*. Obtido em 16 de junho de 2022, de <https://www.infraestruturasdeportugal.pt/>
- IPQ. (2009). *NP EN 1990*. IPQ. Obtido de https://www.academia.edu/14604240/NP_EN_1990_2009_Portugues
- J. Filinto, T., Rodrigues, C., Costa, A., Mendonça, A., Guedes, P., Alves, F., . . . Félix, C. (2016). *Formação em Inspeção de Estruturas: A experiência do ISEP (Porto, Portugal)*. Burgos, Espanha: Euro-American Congress (REHABEND 2016).
- Jesus, R. F. (2015). *Inspeção e reabilitação de pontes e viadutos em betão armado na R.A.M.* . Funchal: Dissertação de Mestrado. Universidade da Madeira.
- Kirk, R., & Mallett, W. (2018). *Highway Bridge Conditions:Issues for Congress*. SE Washington DC : Congressional Research Service [CRS].
- Laranjo, A. (2021). *Gestão da Rede Rodoviária Nacional - O papel da Infraestruturas de Portugal*. Conferência digital "Gestão da Rede Rodoviária - transferência de competências para os municípios: riscos e oportunidades".
- LNEC. (2010). *Abordagem sobre a evolução na construção de pontes metálicas*. Lisboa: LNEC. Obtido de http://repositorio.lnec.pt:8080/bitstream/123456789/1001187/3/Rel%20366_10.pdf
- Lobo, L. (2002). *Reabilitação de pontes de alvenaria*. Lisboa: Revista Pedra & Cal nº14. Obtido de http://www.gecorpa.pt/Upload/Revistas/Rev14_Revista_Completa.pdf
- Lopes, E. (2008). *O sistema de gestão de conservação de obras de arte*. Lisboa: Seminário Gestão da Segurança e da Operação e Manutenção de Redes Rodoviárias e Aeroportuárias.

- Lopes, M. J. (2018). *Associação Nacional de Municípios - “Há milhares de quilómetros de estradas por esse país fora” sem manutenção*. Obtido em 16 de Março de 2019, de <https://www.publico.pt/>: <https://www.publico.pt/2018/11/20/politica/noticia/ha-milhares-quilometros-estradas-pais-manutencao-1851759>
- Lopes, N. (2016). *Inspeção e diagnóstico de pontes ferroviárias; Sistema de Gestão de Obras de Arte da IP*. Tomar: Encontro 30 anos de Engenharia Civil do Instituto Politécnico de Tomar.
- Medeiros, M. H., Andrade, J. J., & Helene, P. (2011). *Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto*. Florianópolis, Brasil: 53º Congresso Brasileiro do Concreto [IBRACON 2011].
- Oliveira, C., Greco, M., & Pereira, S. (2018). *Modelos de deterioração e sua importância para a gestão de pontes rodoviárias*. Rio de Janeiro: XX Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas [XCBPE].
- Pereira, S. A. (2018). *Inspeção de obras de arte metálicas e mistas - Caso de estudo: Ponte de D. Luís s/ o rio Tejo*. Lisboa: Dissertação de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa.
- Poças, R. d. (2009). *Gestão do ciclo de vida de pontes*. Braga: Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho.
- Póvoa, A., Freire, L., & Santos, F. (2017). O Sistema de Gestão de Obras de Arte da IP - SGOA IP.
- RAC Foundation. (2018). *Number of substandard bridges rises*. Obtido em 16 de Março de 2019, de <https://www.racfoundation.org/>: <https://www.racfoundation.org/media-centre/number-of-substandard-bridges-rises>
- Rodrigues, N., & Pinho Ramos, A. (2012). *As obras de arte classificadas sob jurisdição da EP - Estradas de Portugal, S.A. - Metodologias de manutenção e reabilitação*. Lisboa: Conferência Internacional sobre Reabilitação de Estruturas Antigas de Alvenaria (CIRea2012).
- Ryall, M. J. (2010). *Bridge Management, Second Edition*. Oxford, Reino Unido: Butterworth-Heinemann.
- Santos, L. O. (2007). *Gestão, Inspeção e Observação de Pontes*. (LNEC, Ed.)
- Santos, L. O. (2012). Seminário Internacional - Structural Condition Assessment of Bridges: Past, Present, and Future. *Visual inspections as a tool to detect damage: current practices and new trends*. Lisboa: Universidade Católica Portuguesa.
- Silva, A. I. (2018). *A gestão da manutenção das obras de arte ferroviárias*. Lisboa.
- Sousa, C. M. (2008). *Aplicação de um sistema de gestão de pontes a um conjunto de pontes portuguesas*. Braga: Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho.

- Sousa, G. J. (2017). *Implementação BIM no contexto de inspeção e gestão da manutenção de pontes em betão armado: proposta de metodologia e aplicação piloto*. Braga: Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho.
- Sousa, M. A. (2017). *Gestão de obras de arte sob tutela municipal - Estudo de pontes em alvenaria*. Viana do Castelo: Dissertação de Mestrado. Instituto Politécnico de Viana do Castelo.
- Tomaz, A. (2021). Conferência digital "Gestão da Rede Rodoviária - transferência de competências para os municípios: riscos e oportunidades". (OE, Ed.)
- TSF. (2019). *Em 2018, mais de 90% das pontes tinham conservação "boa" ou "satisfatória"*. Obtido em 7 de Maio de 2019, de <https://www.tsf.pt/sociedade/seguranca/interior/mais-de-90-das-pontes-rodoviaras-com-conservacao-satisfatoria-ou-bo-a-em-2018---ip-10644321.html>

APÊNDICES

APÊNDICE I – Ficha de Inspeção de Inventário (FII)

FICHA DE INSPEÇÃO DE INVENTÁRIO			
ID da Obra de Arte: _____	Denominação: _____		
Equipa/Técnico: _____	Data: _____	Hora: <i>Início</i> _____	<i>Fim</i> _____

DADOS GERAIS			
Identificação e localização			
Freguesia: _____	Via de comunicação (referência)*: _____		
Rua: _____	Ano de construção: _____		
Coordenadas GPS: <i>Latitude</i> _____	<i>Longitude</i> _____		
Corresponsabilidade: <i>Sim</i> ☐ <i>Não</i> ☐	Entidade corresponsável: _____		
*Referências do PDM (Estrada Nacional, Estrada Municipal, Caminho Municipal, Caminho Vicinal). Exemplo: CM140.			
Obstáculo intersetado			
Linha de água ☐	Designação: _____		
Via de comunicação ☐	Designação/Rua: _____		
Observações: _____			

Tipo de obra de arte			
PE. Ponte ☐	PI. Passagem Inferior ☐	PH. Passagem Hidráulica ☐	
VI. Viaduto ☐	PP. Passagem Pedonal ☐	PO. Pontão ☐	
PS. Passagem Superior ☐	PA. Passagem Agrícola ☐	TU. Túnel ☐	
Tipo de material estrutural			
Pedra natural ou alvenaria ☐	Betão ☐	Mista aço-betão ☐	Ferro ☐
Betão armado e pré-esforçado ☐	Betão armado ☐	Mista alvenaria de pedra-betão ☐	Aço ☐
Tipo de sistema estrutural longitudinal			
Viga simplesmente apoiada ☐	Viga contínua ☐	Pórtico ☐	Tubular ☐ Arco ☐

Tipo de secção transversal				
Laje ☐	Laje nervurada ☐	Laje vigada ☐	Circular ☐	Caixão ☐
Características plani-altimétricas				
Planimetria:	Rectilíneo ☐	Perfil:	Trainel plano ☐	
	Curvo ☐		Trainel ascendente ☐	
			Trainel descendente ☐	
Tipo de utilização				
Em funcionamento: Sim ☐ Não ☐				
Tráfego predominante:	Sobrecarga de pesados:	Intervenções/alterações aparentes:		
Pedonal ☐	Frequente ☐	Sim ☐ Não ☐		
Rodoviário ☐	Ocasional ☐	Tipo de intervenções/alterações aparentes:		
Ferrovário ☐	Inexistente ☐	Substituição ☐ Alargamento ☐		
		Conservação ☐		
Observações*: _____				
*Tráfego geral (intensidade), falta de sinalização, existência de sinalização de pesados, etc.				

CARACTERIZAÇÃO DA OBRA DE ARTE				
Geometria global				
Comprimento total: _____ m	Comprimento dos vãos:			
Largura total: _____ m	Vão 1 _____ m	Vão 4 _____ m	Vão 7 _____ m	
Gabarit*: _____ m	Vão 2 _____ m	Vão 5 _____ m	Vão 8 _____ m	
Número de vãos: _____	Vão 3 _____ m	Vão 6 _____ m	Vão 9 _____ m	
*Não se aplica em pontes e pontões.				
Tabuleiro				
Altura do tabuleiro: _____ m				
Material da laje:	Betão armado ☐	Betão armado e PE ☐	Alvenaria de pedra ☐	Material cerâmico ☐ Aço ☐
Material das vigas:	Betão armado ☐	Betão armado e PE ☐	Alvenaria de pedra ☐	Ferro ☐ Aço ☐
Número de vigas: _____	Viga: _____	Dimensões da secção transversal: _____ X _____ m ²		
	Viga: _____	Dimensões da secção transversal: _____ X _____ m ²		
Observações*: _____				
*Bermas, pingadeiras, drenos, etc.				

Juntas de dilatação			
Sim ☐ Não ☐ Número: _____			
Tipo: <i>Aberta</i> ☐ <i>Placa metálica deslizante</i> ☐ <i>Elastômero simples</i> ☐ <i>Elastômero comprimido</i> ☐ <i>Não aparente</i> ☐ <i>Selada com material elástico</i> ☐ <i>Betume modificado</i> ☐ <i>Elastômero armado</i> ☐			
Encontros			
Sim ☐ Não ☐			
Tipo: <i>Perdido</i> ☐ <i>Muro de contenção</i> ☐ <i>Muro de ala</i> ☐ <i>Muro de avenida</i> ☐ <i>Hasteal</i> ☐			
Material: <i>Betão</i> ☐ <i>Alvenaria de pedra</i> ☐ <i>Betão armado</i> ☐ <i>Terra armada</i> ☐			
Aparelhos de apoio			
Sim ☐ Não ☐ Número: _____			
Tipo: <i>Elastômero deslizante</i> ☐ <i>Elastômero cintado</i> ☐ <i>Metálico de pêndulo ou balanceiro</i> ☐			
Pilares			
Material: <i>Pedra natural ou alvenaria</i> ☐ <i>Betão armado</i> ☐ <i>Ferro</i> ☐ <i>Aço</i> ☐			
Número : _____			
Pilar: _____	Altura: _____ m	Dimensões da secção transversal: _____ X _____	m ²
Pilar: _____	Altura: _____ m	Dimensões da secção transversal: _____ X _____	m ²
Pilar: _____	Altura: _____ m	Dimensões da secção transversal: _____ X _____	m ²
Pilar: _____	Altura: _____ m	Dimensões da secção transversal: _____ X _____	m ²
Pilar: _____	Altura: _____ m	Dimensões da secção transversal: _____ X _____	m ²
Pilar: _____	Altura: _____ m	Dimensões da secção transversal: _____ X _____	m ²
Pilar: _____	Altura: _____ m	Dimensões da secção transversal: _____ X _____	m ²
Pilar: _____	Altura: _____ m	Dimensões da secção transversal: _____ X _____	m ²
Faixa de rodagem			
Largura: _____ m			
Número de vias: _____			
Número de sentidos: _____			
Material do Pavimento: <i>Betuminoso</i> ☐ <i>Betão</i> ☐ <i>Calçada</i> ☐ <i>Outro:</i> _____			
Passeios			
Sim ☐ Não ☐			
Dos dois lados: <i>Sim</i> ☐ <i>Não</i> ☐			
Largura: _____ m			
Material do Pavimento: <i>Betuminoso</i> ☐ <i>Betão</i> ☐ <i>Calçada</i> ☐			

Guarda-corpos	
Sim ☐	Não ☐
Dos dois lados: Sim ☐ Não ☐	
Altura: _____ m Largura: _____ m	
Material:	
Betão ☐	Metálico ☐
Betão armado ☐	Alvenaria de pedra ☐
Madeira ☐	
Observações*: _____	
*Cor, etc.	
Acrotérios	
Sim ☐	Não ☐
Material: Betão ☐ Betão armado ☐ Alvenaria de pedra ☐ Outro: _____	
Guardas de segurança	
Sim ☐	Não ☐
Material: Betão ☐ Aço ou ferro ☐ Pedra natural ☐ Betão armado ☐	
Tipo: Perfil W ☐ Perfil U ☐ "New Jersey" ☐ Outro: _____	
Drenagem	
Sim ☐	Não ☐
Sistema: Bueiro ☐ Caleira ☐ Sumidouro ☐ Tubo de queda ☐ Grelha ☐ Gárgula ☐	
Cornijas	
Sim ☐	Não ☐
Largura: _____ m	
Material: Betão ☐ Betão armado ☐ Aço ☐ Pedra natural ☐ Madeira ☐	
Taludes	
Sim ☐	Não ☐
Tipo: Saia ☐ Rampa sob a obra ☐ Rampa lateral à via ☐	
Material: Pedra arrumada ☐ Terra vegetal ☐ Outro: _____	

NOTAS GERAIS*	

*Definição ou esclarecimento de características particulares de um determinado campo, não explicitados nos itens anteriores.	

ESQUEMAS

APÊNDICE II – Ficha de Identificação da Obra de Arte (FID)

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DA OBRA DE ARTE		
Freguesia		ID da Obra de Arte
Denominação		
Mapa de localização da obra de arte		Foto da obra de arte

DADOS GERAIS					
Localização					
Tipo de via		Via de comunicação (referência)		Hierarquia funcional	
Rua				Ano de construção	
Coordenadas GPS		Corresponsabilidade		Entidade corresponsável	
Latitude		Longitude			
Obstáculo intersetado					
Linha de água		Via de comunicação		Designação/Rua	
Observações					
Tipo de obra de arte		Tipo de material estrutural		Tipo de sistema estrutural longitudinal	
Tipo de secção transversal		Características plani-altimétricas			
		Planimetria		Perfil	
Tipo de utilização					
Em funcionamento		Tráfego predominante		Sobrecarga de pesados	
				Intervenções/alterações aparentes	
				Tipo	
Observações					

CARACTERIZAÇÃO DA OBRA DE ARTE

Geometria global						
Comprimento total (m)	Largura total (m)	Gabarit (m)	Número de vãos	Comprimento dos vãos		
				Vão 1 (m)	Vão 2 (m)	Vão 3 (m)

Tabuleiro								
Altura do tabuleiro (m)	Material da laje	Material das vigas	Número de vigas	Dimensões da secção transversal das vigas				
				Viga 1		Viga 2		
				Altura(m)	Largura(m)	Altura(m)	Largura(m)	
Observações								

Juntas de dilatação			Encontros		
Existência	Número	Tipo	Existência	Material	Tipo

Aparelhos de apoio			Pilares					
Existência	Número	Tipo	Material	Número	Pilar 1		Pilar 2	
					Altura (m)	Secção transversal (m²)	Altura (m)	Secção transversal (m²)

Faixa de rodagem				Passeios			
Largura (m)	Número de vias	Número de sentidos	Material do Pavimento	Existência	Dos dois lados	Largura (m)	Material do Pavimento

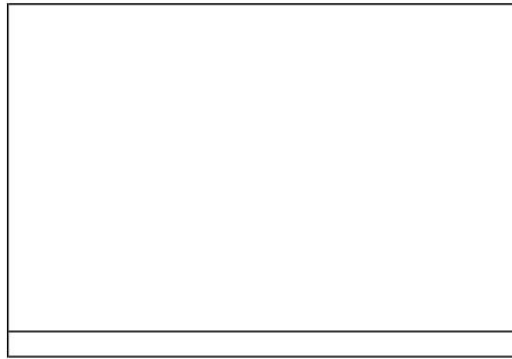
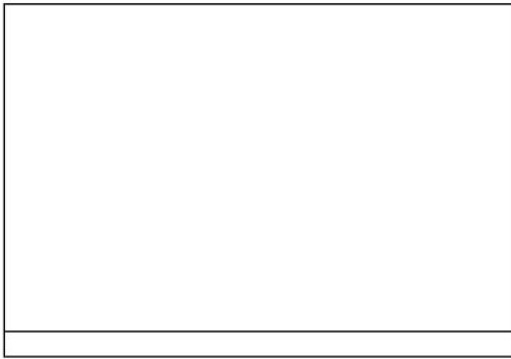
Guarda-corpos					Acrotérios	
Existência	Dos dois lados	Altura (m)	Largura (m)	Material	Existência	Material
Observações						

Guardas de segurança			Drenagem	
Existência	Material	Tipo	Existência	Sistema

Cornijas			Drenagem		
Existência	Largura (m)	Material	Existência	Tipo	Material

NOTAS GERAIS

FOTOGRAFIAS



ESQUEMAS

