

**Universidade do Minho**  
Instituto de Ciências Sociais

Beatriz Pinto Queirós Cunha e Castro

**Gestão do Risco de Inundação: Avaliação dos  
Impactes Hidrológicos das Pontes e outras  
Estruturas de Passagem na Ecovia de  
Guimarães.**

Dissertação de Mestrado  
Mestrado em Geografia  
Especialização em Riscos e Proteção Civil

Trabalho efetuado sob a orientação do  
**Professor Doutor Francisco da Silva Costa**

## DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



Atribuição-NãoComercial-

SemDerivaçõesCC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

## AGRADECIMENTOS

Nesta página, quero expressar a minha gratidão a todos que acreditaram em mim e estiveram ao meu lado ao longo deste percurso, incentivando-me a dar o meu melhor.

Aos meus avós, mãe e padrinho, o meu mais profundo agradecimento pelo apoio e dedicação dando-me a oportunidade de tornar mais um sonho em realidade.

Às amigas de longa data um especial obrigada pelo suporte incondicional, em particular à Elena e Gabriela.

Àqueles que, pela força do destino, cruzaram o meu caminho em Guimarães, obrigada por terem feito desta cidade a minha casa. Agradeço pelos conselhos, incentivos e sobretudo pelas memórias inesquecíveis que construímos juntos, mostrando-me que nunca caminhamos sozinhos. Um agradecimento especial à Diana, Tamara, Mafalda e Ana Rita por tudo o que vivemos e pelo que ainda nos espera.

A toda a equipa do Laboratório da Paisagem, agradeço pela ajuda fornecida e ensinamentos ao longo deste trabalho, pelas experiências e memórias partilhadas, por me mostrarem que o trabalho pode, de facto, reconectar-nos aos nossos sonhos de infância.

Ao meu orientador, Doutor Professor Francisco da Silva Costa, pelos incentivos e dedicação durante este trabalho, especialmente pelo rigor e exigência, que me têm ajudado a aprimorar-me cada vez mais.

E a ti, agora chamado de Senhor Professor Diogo Salsa, com quem tive a sorte de partilhar cinco anos académicos de uma amizade excepcional. A tua ajuda constante e determinação, motivaram-me em cada etapa a procurar sempre mais, alimentando em mim uma busca incessante pelo conhecimento.

A todos vocês o meu eterno obrigada!

## DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo, que não recorri à prática de plágio, nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados, em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração. Mais declaro, que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

## RESUMO

As inundações ocorrem devido a desequilíbrios no ciclo hidrológico, que levam a acumulação de água em áreas com capacidade limitada para gerenciá-la. Em Portugal os cursos de água enfrentam diversas problemáticas, frequentemente agravadas pela urbanização desordenada, alterações no uso do solo nos espaços ribeirinhos que alteram a estrutura natural das margens e vegetação, alterando as funções de regularizações causando impactos associados às inundações. Entre os principais fatores de risco as pontes destacam-se pela influência da sua estrutura física, gerando processos como assoreamento, a retenção do fluxo da água e o congestionamento de detritos. Esses fatores não apenas aumentam a exposição das áreas ribeirinhas, mas também aceleram a erosão das próprias estruturas.

Nesta dissertação, pretende-se identificar e avaliar os principais impactos hidrológicos das pontes e outras estruturas de passagem nas ecovias do rio Ave e rio Selho e como essas estruturas podem potenciar e intensificar o risco de inundação. Para isso foi desenvolvido um conjunto de metodologias específicas que visam analisar de forma integrada os impactos físicos e ambientais provocados por essas pontes. O estudo revelou a existência do total de 18 pontes inseridas em áreas de elevado grau de exposição no concelho de Guimarães, onde os impactos físicos associados às suas características, combinados com outros fatores ambientais e antrópicos, representam um agravante considerável para as inundações. A pesquisa propõe metodologias eficazes para a identificação e avaliação desses impactos, procurando apresentar medidas de prevenção e mitigação nas pontes onde o risco de inundação é elevado e muito elevado. Esperados procurar fortalecer a gestão integrada dos riscos de inundação, promovendo intervenções mais sustentáveis e desenvolvendo medidas com foco na segurança das populações e na prevenção dos riscos hidrológicos.

Palavras-chave: Inundações; Pontes; Ecovias; Gestão do Risco; Impactes; Riscos Hidrológicos.

## Abstract

Floods occur due to imbalances in the hydrological cycle, which lead to the accumulation of water in areas with limited capacity to manage it. In Portugal, watercourses face a number of problems, often aggravated by disorderly urbanization, changes in land use in riverside areas that alter the natural structure of the banks and vegetation, altering the regularization functions and causing impacts associated with flooding. Among the main risk factors, bridges stand out due to the influence of their physical structure, generating processes such as siltation, the retention of water flow and the congestion of debris. These factors not only increase the exposure of riverside areas, but also accelerate the erosion of the structures themselves.

The aim of this dissertation is to identify and evaluate the main hydrological impacts of bridges and other crossing structures on the Ave and Selho river ecovias and how these structures can increase and intensify the risk of flooding. To this end, a set of specific methodologies was developed to analyze the physical and environmental impacts caused by these bridges in an integrated manner. The study revealed the existence of a total of 18 bridges in areas of high exposure in the municipality of Guimarães, where the physical impacts associated with their characteristics, combined with other environmental and anthropogenic factors, represent a considerable aggravating factor for flooding. The research proposes effective methodologies for identifying and assessing these impacts, seeking to present prevention and mitigation measures on bridges where the risk of flooding is high and very high. The aim is to strengthen the integrated management of flood risks, promoting more sustainable interventions and developing measures focused on the safety of populations and the prevention of hydrological risks.

Keywords: Floods; Bridges; Ecovias; Risk Management; Impacts; Hydrological

# Índice

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Agradecimentos.....                                                                                                | ii |
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                                                                | 14 |
| 2. CHEIAS E INUNDAÇÕES: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....                                                                 | 17 |
| 2.1 Causas de inundações .....                                                                                     | 19 |
| 2.1.1 Condições meteorológicas.....                                                                                | 20 |
| 2.1.2 Características da bacia hidrográfica .....                                                                  | 21 |
| 2.1.3 Uso e ocupação nos espaços ribeirinhos .....                                                                 | 23 |
| 2.1.3.1 Aspetos estruturais e influência sobre o regime hidrológico de pontes e outras estruturas de passagem..... | 25 |
| 2.2 Descrição e classificação de inundações .....                                                                  | 29 |
| 2.3 Impactes das inundações.....                                                                                   | 31 |
| 3. GESTÃO DO RISCO DE INUNDAÇÃO.....                                                                               | 33 |
| 3.1 Enquadramento legal: Planeamento e gestão de risco de inundação em Portugal.....                               | 36 |
| 3.2 Normas e regulamentação sobre pontes.....                                                                      | 38 |
| 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....                                                                          | 39 |
| 4.1 Enquadramento das Ecovias do rio Ave e Selho no concelho de Guimarães .....                                    | 39 |
| 4.2 Caracterização do concelho de Guimarães .....                                                                  | 40 |
| 4.2.1 Características físicas .....                                                                                | 41 |
| 4.2.1.1 Clima.....                                                                                                 | 42 |
| 4.2.1.2 Revelo.....                                                                                                | 44 |
| 4.2.1.3. Hidrografia.....                                                                                          | 47 |
| 4.2.2 Caracterização demográfica e socioeconómica .....                                                            | 48 |
| 4.2.3 Uso e ocupação do solo .....                                                                                 | 50 |
| 5. MATERIAIS E MÉTODOS.....                                                                                        | 51 |
| 5.1 Inventariação das pontes.....                                                                                  | 51 |
| 5.2 Matriz de risco .....                                                                                          | 53 |

|       |                                                                                                                         |     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.3   | Modelação hidrológica e cartografia das zonas inundáveis .....                                                          | 57  |
| 5.4   | O Grau de Exposição e indicadores (GE) .....                                                                            | 59  |
| 6.    | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                                            | 61  |
| 6.1   | Risco de inundação nas Ecovias do Ave e do Selho.....                                                                   | 61  |
| 6.1.1 | Inundações no rio Ave e rio Selho .....                                                                                 | 62  |
| 6.2   | Zonas inundáveis das Ecovias do rio Ave e Selho.....                                                                    | 65  |
| 6.3   | Grau de Exposição ao perigo de inundação nas Ecovias do Ave e do Selho.....                                             | 66  |
| 6.4   | Cartografia de zonas inundáveis e grau de exposição: O caso do rio Selho .....                                          | 69  |
| 6.5   | Risco de inundação e a exposição das pontes das Ecovias do Rio Ave e Selho. ....                                        | 74  |
| 6.6   | Análise descritiva das pontes de alto e muito alto risco de inundação em áreas de médio e alto risco de exposição ..... | 77  |
| 6.6.1 | Pontes sobre o rio Selho .....                                                                                          | 80  |
| 6.6.2 | Pontes sobre o rio Ave.....                                                                                             | 96  |
| 7.    | PROPOSTAS DE MEDIDAS DE PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO PARA A REDUÇÃO DO RISCO DE INUNDAÇÃO NAS ECOVIAS DO AVE E DO SELHO .....  | 132 |
| 8.    | CONCLUSÕES.....                                                                                                         | 139 |
|       | Bibliografia.....                                                                                                       | 143 |
|       | Anexo I.....                                                                                                            | i   |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP – Analytic Hierarchy Survey

ANEPC – Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil

ANPC - Autoridade Nacional de Proteção Civil

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

CAOP – Carta Administrativa Oficial de Portugal

CMG – Câmara Municipal de Guimarães

COS – Carta de Ocupação do Solo

DAGRI – Diretiva de Avaliação e Gestão dos Riscos de Inundação

DGT – Diretiva-Geral do Território

DQA – Diretiva do Quadro da Água

ERA – Ecovia do rio Ave

ERAS – Ecovia do rio Ave e Selho

ERS - Ecovia do rio Selho

GE - Grau de Exposição

HEC-RAS - Hydrologic Engineering Center, River Analysis System

IC – Índice de Consistência

INAG - Instituto Nacional da Água

IR- Índice Randômico

ISDR - International Strategy for Disaster Reduction

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

LP – Laboratório da Paisagem

MA - Massa de Água

MDT - Modelo Digital de Terreno

NUT – Nomenclatura das Unidades Territoriais

PDM – Plano Diretor Municipal

PGRH - Planos de Gestão de Região Hidrográfica

PGRI - Planos de Gestão dos Riscos de Inundações

RC – Razão de Consistência

REFER – Rede Ferroviária Nacional

RH2 - Região Hidrográfica do Cávado, Ave e Leça

RHS - River Habitat Survey

SIG - Sistemas de Informação Geográfica

SNIRH - Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos

# ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Fatores desencadeantes e agravantes das inundações .....                           | 19 |
| Figura 2 - Esquema de uma bacia hidrográfica.....                                             | 21 |
| Figura 3 - Esquematisação das funções desempenhadas pela vegetação ripícola na paisagem. .... | 23 |
| Figura 4 - Estrutura de uma ponte em concreto armado.....                                     | 25 |
| Figura 5 - Esquema estático de ponte em viga contínua. ....                                   | 26 |
| Figura 6 - Ponte de Donim, rio Ave.....                                                       | 27 |
| Figura 7 - Características dos leitos dos rios.....                                           | 29 |
| Figura 8 - Esquema da relação entre os PGHR e os PGRI nas massas de água (MA) afetadas.....   | 37 |
| Figura 9 - Percorso das ecovias no concelho de Guimarães.....                                 | 39 |
| Figura 10 - Caracterização geográfica do concelho de Guimarães.....                           | 40 |
| Figura 11 - Gráfico termopluviométrico de Braga (1951 – 80) .....                             | 41 |
| Figura 12 - Precipitação máxima diária no concelho de Guimarães.....                          | 42 |
| Figura 13 - Carta hipsométrica do concelho de Guimarães .....                                 | 43 |
| Figura 14 - Exposição das vertentes.....                                                      | 44 |
| Figura 15 - Carta de declives do concelho de Guimarães.....                                   | 45 |
| Figura 16 - Enquadramento administrativo da bacia hidrográfica do Ave.....                    | 46 |
| Figura 17 - Principais linhas de água.....                                                    | 47 |
| Figura 18 - População residente no concelho de Guimarães.....                                 | 48 |
| Figura 19 - Setores de economia.....                                                          | 49 |
| Figura 20 - Carta de ocupação do solo.....                                                    | 50 |
| Figura 21 - Critérios do Grau de Exposição.....                                               | 59 |
| Figura 22 - Avaliação final do Grau de exposição.....                                         | 60 |
| Figura 23 - Carta das zonas inundáveis no concelho de Guimarães .....                         | 61 |
| Figura 24 - Deposição de lixo nas margens do rio Selho.....                                   | 63 |
| Figura 25 - Sistema de drenagem junto ao Laboratório da Paisagem .....                        | 64 |
| Figura 26 - Sistema de drenagem que inundava os campos .....                                  | 64 |
| Figura 27 - Zonas inundáveis no percurso das ecovias.....                                     | 65 |
| Figura 28 - Grau de Exposição ao risco de inundação no concelho de Guimarães.....             | 67 |
| Figura 29 - Habitações junto às margens do rio Selho.....                                     | 68 |
| Figura 30 - Habitações junto às margens do rio Ave.....                                       | 68 |
| Figura 31 - Zonas inundáveis no rio Selho com período de retorno 100 anos.....                | 70 |

|                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 32 - Carta do Grau de Exposição do rio Selho. ....                                                                | 72  |
| Figura 33 - Pontes sobre as Ecovias do rio Ave e Selho. ....                                                             | 74  |
| Figura 34 - Carta das pontes sobre o Grau de Exposição. ....                                                             | 78  |
| Figura 35 - P66: Deposição de detritos.....                                                                              | 121 |
| Figura 36 - P44: Assoreamento.....                                                                                       | 122 |
| Figura 37 - Bancos de areia a jusante das P12 e P44. ....                                                                | 123 |
| Figura 38 – P15: Estrutura física de ponte em viga. ....                                                                 | 124 |
| Figura 39 - P5 e P11: Congestionamento de detritos. ....                                                                 | 125 |
| Figura 40 - Congestionamento de detritos em frente ao cais de uma ponte e as suas consequências adaptado.....            | 125 |
| Figura 42 - Desenho esquemático mostrando o escoamento e as trajetórias da fluxo fluvial na proximidade de um pilar..... | 127 |
| Figura 41 - Fluxo junto do pilar da P15.....                                                                             | 127 |
| Figura 43 - Muros de contenção sobre as P54 e P25. ....                                                                  | 127 |
| Figura 44 - P3: Formação de bancos de areias a montante.. ....                                                           | 129 |
| Figura 45 - P4: Alto risco de colapso.. ....                                                                             | 131 |
| Figura 46 - Ecobarreira implementada a montante da P44. ....                                                             | 135 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 1- Taxa de crescimento (%) por década da população no concelho de Guimarães. ....                                               | 48  |
| Tabela 2 – Matriz de risco de inundação. ....                                                                                          | 54  |
| Tabela 3 – Escala fundamental de Saaty. ....                                                                                           | 55  |
| Tabela 4 – Indicador do grau de impacte da ponte sobre o risco. ....                                                                   | 56  |
| Tabela 5 – Grau de Exposição de Creixomil e Caldelas. ....                                                                             | 66  |
| Tabela 6 – Grau de Exposição de Selho S. Jorge. ....                                                                                   | 71  |
| Tabela 7 - Pontes Romanas e Românicas de Guimarães. ....                                                                               | 75  |
| Tabela 8 - Pontes classificadas como alto e muito alto risco de inundação face à matriz de risco. ....                                 | 77  |
| Tabela 9 - Pontes classificadas com alto e muito alto risco de inundação, localizadas em áreas de médio e alto grau de exposição. .... | 79  |
| Tabela 10 - P21: Características estruturais. ....                                                                                     | 80  |
| Tabela 11 - P21: Matriz de risco. ....                                                                                                 | 81  |
| Tabela 12 - P21: Análise descritiva. ....                                                                                              | 82  |
| Tabela 13 – P36: Características estruturais. ....                                                                                     | 84  |
| Tabela 14 – P36: Matriz de Risco. ....                                                                                                 | 85  |
| Tabela 15 – P36: Análise descritiva. ....                                                                                              | 86  |
| Tabela 16 – P41: Características estruturais. ....                                                                                     | 87  |
| Tabela 17 - P41: Matriz de Risco. ....                                                                                                 | 88  |
| Tabela 18 – P41: Análise descritiva. ....                                                                                              | 89  |
| Tabela 19 – P44: Características estruturais. ....                                                                                     | 90  |
| Tabela 20 – P44: Matriz de Risco. ....                                                                                                 | 91  |
| Tabela 21 – P44: Análise descritiva. ....                                                                                              | 92  |
| Tabela 22 – P66: Características estruturais. ....                                                                                     | 93  |
| Tabela 23 – P66: Matriz de Risco. ....                                                                                                 | 94  |
| Tabela 24 – P66: Análise descritiva. ....                                                                                              | 95  |
| Tabela 25 - P1: Características estruturais. ....                                                                                      | 96  |
| Tabela 26 – P1: Matriz de Risco. ....                                                                                                  | 97  |
| Tabela 27 - P1: Análise descritiva. ....                                                                                               | 98  |
| Tabela 28 – P3: Características estruturais. ....                                                                                      | 99  |
| Tabela 29 – P3: Matriz de Risco. ....                                                                                                  | 100 |
| Tabela 30 – P3: Análise descritiva. ....                                                                                               | 101 |

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 31 – P4: Características estruturais. ....                                                            | 102 |
| Tabela 32 – P4: Matriz de Risco. ....                                                                        | 103 |
| Tabela 33 – P4: Análise descritiva. ....                                                                     | 104 |
| Tabela 34 – P5: Características estruturais. ....                                                            | 105 |
| Tabela 35 – P5 :Matriz de Risco. ....                                                                        | 106 |
| Tabela 36 – P5: Análise descritiva. ....                                                                     | 107 |
| Tabela 37 – P6: Características estruturais. ....                                                            | 109 |
| Tabela 38 – P6: Matriz de Risco. ....                                                                        | 110 |
| Tabela 39 – P6: Análise descritiva. ....                                                                     | 111 |
| Tabela 40 – P7: Características estruturais. ....                                                            | 112 |
| Tabela 41 – P7: Matriz de Risco. ....                                                                        | 113 |
| Tabela 42 – P7: Análise descritiva. ....                                                                     | 114 |
| Tabela 43 – P9: Características estruturais. ....                                                            | 115 |
| Tabela 44 – P9: Matriz de Risco. ....                                                                        | 116 |
| Tabela 45 – P9: Análise descritiva. ....                                                                     | 117 |
| Tabela 46 – P10: Características estruturais. ....                                                           | 118 |
| Tabela 47 – P10:Matriz de Risco. ....                                                                        | 119 |
| Tabela 48 – P10: Análise descritiva. ....                                                                    | 120 |
| Tabela 49 - Anomalias observadas nas pontes do rio Ave e Selho. ....                                         | 130 |
| Tabela 50 - Propostas de medidas de prevenção e mitigação para a redução do risco de inundação nas ERAS..... | 134 |
| Tabela 51 - Propostas de medidas de prevenção e mitigação para a redução do risco de inundação nas ERAS..... | 137 |

# 1. INTRODUÇÃO

O risco de inundação é um dos desafios hidrológicos e ambientais mais significativos em Portugal, sendo responsável por impactos económicos e sociais ao longo do século XX (Sá *et. al.*, 2011). Estes fenómenos, particularmente nas áreas urbanas, são fortemente influenciados por fatores naturais e exacerbados por intervenções humanas. Nos últimos anos, os estudos de hidrologia urbana têm-se concentrado no impacto da urbanização sobre o escoamento potencial dos pequenos lençóis de água. As alterações hidrológicas provocadas pelo tecido urbano apresentam relações de 90 a 100% de escoamento superficial para 0 a 10% de infiltração, com elevados picos de escoamento em curtos períodos (Sá *et. al.*, 2011). Esta situação aumenta significativamente a probabilidade de inundações.

A ocupação do solo ao longo do tempo demonstra a forma como o ser humano adapta o ambiente às suas atividades socioeconómicas. Contudo, este processo de adaptação muitas vezes aumenta a vulnerabilidade das infraestruturas e das comunidades às inundações (Alonso *et. al.*, 2014). Por milhares de anos, os humanos construíram barreiras que alteram a fluxo dos rios, a fim de sustentar o crescimento urbano e económico. Estas intervenções intensificaram-se nos séculos XX e XXI, contribuindo para a fragmentação dos rios e modificando significativamente os padrões naturais do escoamento (Costa *et. al.*, 2023). Estas pontes ao fragmentarem os rios, perturbam a conectividade ecológica e intensificam o risco de inundação, uma vez que interferem diretamente no escoamento fluvial e a dinâmica natural dos cursos de água (Costa, 2013). A avaliação dos impactes das pontes face ao evento de inundação mostra-se fundamental para a gestão de risco. No concelho de Guimarães, diversas pontes atuam como barreiras ao longo dos rios Ave e Selho e interferem diretamente com o leito e margens dos rios, perturbando a dinâmica fluvial, e agravando os impactes durante inundações. As ecovias que atravessam o concelho, cruzam ambos os rios e exemplifica os desafios gerados por estas estruturas, que se transformam em obstáculos à dinâmica fluvial e potencializam os danos durante eventos de inundação. Cada vez mais na atualidade a reabilitação de obras de arte é de grande importância (Branco, 2014).

O desenvolvimento urbano em Guimarães também tem provocado alterações significativas nos elementos hidrológicos e geomorfológicos reduzindo a capacidade de infiltração do solo aumentando o escoamento superficial, o que agrava a probabilidade de inundação.

Este trabalho incorporou o estágio curricular que decorreu no Laboratório da Paisagem de Guimarães entre outubro de 2023 e abril de 2024 sobre a supervisão do Dr. Francisco André Costa Carvalho.

Este teve como objetivo principal o estudo dos impactes das pontes sobre a dinâmica fluvial e como essas estruturas podem influenciar o risco de inundações com foco nas especificidades do contexto local

do concelho de Guimarães. Para atingir o objetivo, foram desenvolvidas metodologias amplas visando avaliar o impacto das pontes face ao risco de inundação. Os principais objetivos específicos são:

- desenvolvimento de fichas técnicas de campo;
- utilização de matriz para avaliação dos impactos das pontes;
- avaliação das áreas potencialmente afetadas por inundação quanto ao grau de exposição;
- atualização das zonas inundáveis ao longo da ecovia do rio Selho;
- proposta de medidas de prevenção e mitigação para a redução do risco de inundação nas ecovias.

Do ponto de vista metodológico, foi necessário realizar um extenso processo de revisão bibliográfica sistemática que inclui artigos e obras sobre o tema da dissertação bem como planos e legislação referentes à gestão do risco de inundação. A pesquisa baseia-se nos documentos disponibilizados no Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal e Science (WOS), a partir da definição de um conjunto de palavras - chave. Também foram consultados documentos relacionados com legislação específica, planos e programas desenvolvidos em Portugal sobre o tema das inundações. Foram também recolhidos dados de cartografia disponibilizados pelo Laboratório da Paisagem, Câmara Municipal de Guimarães e a Agência Portuguesa do Ambiente, referentes ao planeamento e execução das Ecovias dos rios Ave e Selho (ERAS).

O inventário de uma ponte é o registo, de uma forma sistemática e organizada, das suas características no que respeita a manutenção e conservação, identificação e descrição, de acordo com critérios preestabelecidos, de forma a obter uma base documentada que permita, com eficiência, efetuar todos os procedimentos posteriores de gestão (Cruz, 2006).

Para a avaliação e observação *in-situ* do comportamento do rio mediante as estruturas de passagem foram realizadas 7 saídas de campo (entre os meses de janeiro a abril) às estruturas de passagem existentes nas ERAS. Durante essas saídas, a população local foi abordada para obter informações sobre eventos de inundações locais ou qualquer outra informação relevante sobre a área ou estrutura em questão. Em cada local foram registadas características físicas e estruturais das pontes. Isto permitiu documentar de forma sistemática os aspetos hidromorfológicos e condições de conservação das estruturas. A construção do índice de matriz de risco teve o intuito de identificar e avaliar como as pontes com base nos diferentes critérios apresentados, influenciam os impactos sobre os rios assim como o meio envolvente a estas. Para complementar a matriz de avaliação das estruturas foram elaboradas cartas de inundação para toda a área de estudo. A delimitação de cartas de inundação é fundamental como ferramenta de gestão das zonas inundáveis (Rocha, 1998). Neste trabalho, a carta de inundações para o rio Selho foi desenvolvida através do software HEC – RAS, tendo sido complementado com a

criação de cartas de grau de exposição, com o intuito de identificar as zonas mais vulneráveis a inundações.

Ao identificar zonas críticas e propor soluções de mitigação, espera-se contribuir para uma gestão mais sustentável e resiliente, assegurando a integridade das estruturas. A gestão adequada das pontes fluviais é essencial para mitigar o risco de inundação e garantir a segurança e bem-estar das comunidades que residem junto aos rios.

## 2. CHEIAS E INUNDAÇÕES: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As cheias e inundações representam fenômenos hidrológicos, que têm implicações significativas nas comunidades, infraestruturas e no ambiente envolvente. Embora muitas vezes o conceito de cheias e inundações sejam usados como sinónimo, é essencial destacar a distinção entre eles. Como afirmado por Ramos (2005), todas as cheias resultam de inundações, mas nem todas as Inundações são derivadas das cheias. Para uma melhor compreensão aprofundada desses termos, é fundamental explorar os conceitos individuais e identificar as suas principais divergências.

No ponto de vista estritamente hidrológico, uma situação de cheia numa secção de um curso de água acontece sempre que a precipitação dá origem à ocorrência de escoamento superficial direto, que se traduz na formação de um hidrograma de cheia (Carmo, 1996). O conceito de cheia está associado ao aumento significativo do caudal num curso de água, resultante da ocorrência de precipitação intensa ao longo de vários dias ou semanas, dando origem à subida na toalha freática (acima da superfície topográfica) e uma sobrecarga dos sistemas de drenagem artificiais dos aglomerados urbanos (Ramos, 2005). É um fenómeno que se traduz pelo aumento temporário dos caudais num curso de água, originando o aumento da velocidade corrente e a subida do nível das águas, provocando o transbordamento do leito normal desse curso de água (Zenha, 2015). O conceito não está perfeitamente uniformizado. Em alguns casos associa-se ao termo de uma ocorrência excecional, com inundação de terrenos contínuos ao leito de uma dada linha de água (Rodrigues *et. al.*, (n.d)). Segundo, Zêzere *et. al.* (n.d), as cheias são provocadas por precipitações excessivas que fazem aumentar o caudal dos cursos de água, originando o transbordo do leito menor e a inundação das margens e áreas circunvizinhas frequentemente ocupadas por atividades humanas.

Uma cheia ocorre quando a bacia hidrográfica é sujeita a uma enorme sobrecarga de água intensa e persistente onde o caudal excede a capacidade normal de escoamento ao longo da rede hidrográfica. Nisso é resultante o transbordamento, ultrapassando os limites normais e espalhando-se pelas áreas adjacentes. “Quando a cheia provoca o transbordamento do leito normal, dá-se a inundação em terrenos marginais” (Rocha, 1995). A maioria das inundações são provocadas por chuvas fortes ou contínuas que excedem a capacidade de absorção do solo e a capacidade de fluxo de rios, lagoas e ribeiros, causando transbordamentos nas suas margens (Costa, 2020).

As inundações são fenómenos hidrológicos extremos, de frequência variável, naturais ou resultados por ação humana, que consistem na submersão de uma área usualmente emersa (Costa, 2020). Azevedo (2002) afirma que o conceito de inundação não é muito preciso; no entanto, podemos referir que este está associado à ação de cobrir a água, devido a um excesso de pluviosidade em relação à capacidade de drenagem de determinada área.

De acordo com Rocha (1995), o conceito de inundação é intuitivo e está associado “à ação de cobrir água numa determinada superfície, de alargar, de espalhar água sobre uma área, contudo em termos técnicos, é necessário caracterizar além da ação de inundar, a origem da quantidade de água que provoca esta inundação”. Normalmente as grandes inundações são originadas pelo transbordamento dos rios durante a ocorrência de cheias.

As inundações podem ocorrer devido à impermeabilização do solo da bacia hidrográfica, ao assoreamento e estrangulamento da drenagem, dentre outros fatores (Santos, 2012). Estas também podem ocorrer devido a condições naturais ou geradas pelo uso do solo (Tucci, 1993). As inundações resultam quando a quantidade de água que chega ao rio é superior à sua capacidade de drenagem (Tucci, 1993).

## 2.1 Causas de inundações

As inundações constituem um dos riscos naturais que maior ameaça representa para o Homem, pois são o desastre com maior repartição à escala planetária, estando associados à proximidade de cursos de água e a processos do ciclo hidrológico (Azevedo, 2002). Para que ocorra uma inundação existem dois fatores principais de acordo com Ramos (2005), sendo eles os fatores desencadeantes das inundações e os fatores agravantes das inundações (Figura 1).

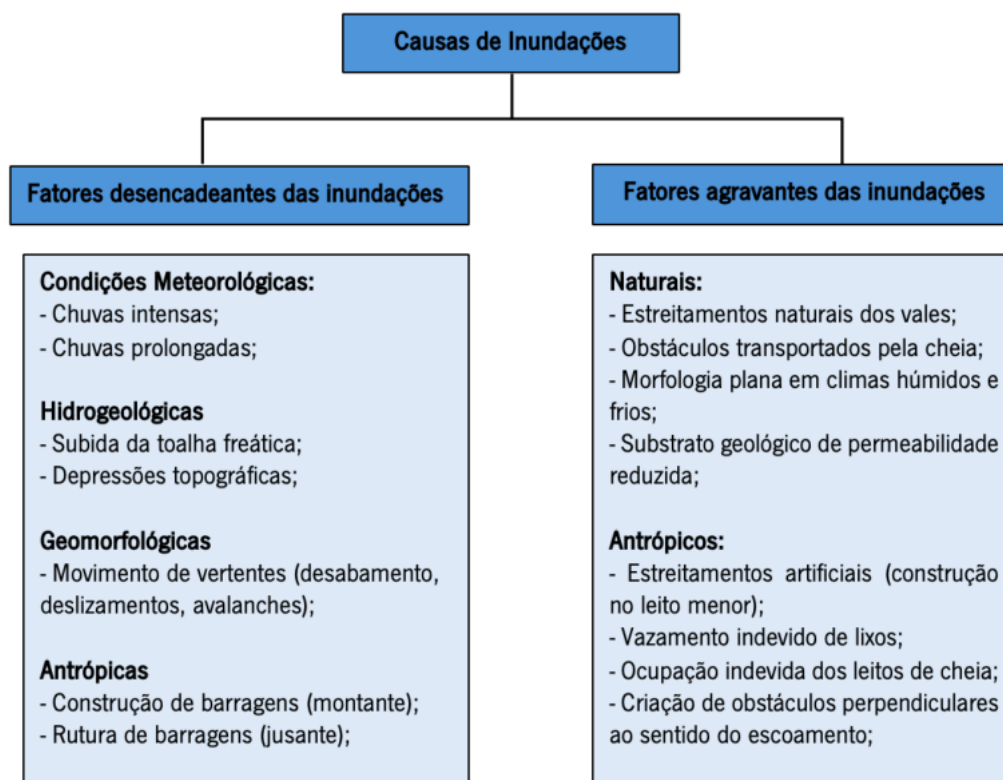


**Figura 1** - Fatores desencadeantes e agravantes das inundações, adaptado de Ramos (2005) e Costa (2020).

No que toca aos fatores desencadeantes das inundações, o comportamento da precipitação assume uma maior importância, isto devido à quantidade, duração, intensidade da precipitação, concentração temporal e distribuição espacial na bacia hidrográfica, mas também, devido a intervenções antrópicas, bem como possíveis falhas técnicas (rutura de condutores) (Pedrosa *et al.*, 2006). As inundações são provocadas por fenómenos naturais essencialmente incontrolláveis. No entanto, os fenómenos de precipitação são fortemente influenciados pelas atividades humanas (fatores antrópicos) como, abates de florestas na parte superior das bacias de retenção, desvios nos cursos do rio e supressão de planícies de inundação (Costa, 2020).

### 2.1.1 Condições meteorológicas

As inundações ocorrem nos cursos de água perante situações de escoamento abundante. Os principais fatores a ter em conta na ocorrência de uma inundação é o regime climático, a permeabilização do solo, as características, grau e tipo de ocupação e a utilização dos vales inundáveis a escala da bacia hidrográfica (Azevedo, 2002). Dentro das causas meteorológicas, a precipitação é a principal causa das inundações, da subida das águas subterrâneas e das inundações urbanas. As chuvas podem ser de dois tipos, as contínuas e prolongadas, estas podem não atingir grande intensidade, podendo originar cheias lentas e a subida da toalha freática, com inundação de áreas deprimidas, ou podem ser concentradas no tempo e no espaço, mas de grande intensidade, dando origem às cheias rápidas e às inundações urbanas (Ramos, 2005) . As áreas com uma maior ocorrência de chuva são as que também têm um maior escoamento fluvial, sendo que a precipitação é responsável pela retenção de água que entra mensalmente nas bacias (Ramos, 2005).

Devido à situação mediterrânica a que se encontra Portugal, a proximidade do Oceano Atlântico favorece a influência atlântica no território português. As principais serras funcionam como obstáculo/barreira às massas de ar húmidas vindo do Atlântico o que provoca elevada humidade em toda a região e abundante precipitação, sendo estas características dominantes do clima do Noroeste de Portugal (Teles, 2002). O Noroeste e a Cordilheira central, que divide o Norte do Sul do país, são as regiões de maiores valores de precipitação (1200 – 3000 mm/ano), pois, além de serem mais montanhosas, são frequentemente atravessadas por superfícies frontais ligadas a depressões subpolares (Ramos e Reis, 2001). A ocorrência de inundações em Portugal tem uma forte sazonalidade, uma vez que o semestre húmido ocorre entre outubro e março (Azevedo, 2002).

Determinadas situações meteorológicas estão associadas à ocorrência de inundações, quando a passagem repetida de superfícies frontais e depressões ligadas à frente polar, a que corresponde um fluxo zonal rápido de W em altitude, traduzindo em grande quantidade de precipitações, sob forma de chuva intensa e aguaceiros, na área da bacia hidrográfica, por longos períodos, provocando escoamento superficial e elevados caudais no curso de água (Azevedo, 2002).

### 2.1.2 Características da bacia hidrográfica

Rocha, (1995) afirma que a dimensão da bacia hidrográfica é fundamental para compreender as inundações, pois quanto maior for a área da bacia, mais lenta será a subida de água durante a cheia. A ocorrência de inundações é principalmente determinada pelas condições meteorológicas na bacia, embora a intervenção humana também tenha um papel importante. A caracterização da bacia fornece informação acerca da maior ou menor tendência de surgir cheias e inundações. Se a bacia hidrográfica apresentar uma forma alongada capta menos água, originando um escoamento mais lento, tendo mais probabilidade de a massa de ar precipitar distribuir-se por várias bacias do que somente numa. Se a bacia apresentar uma forma circular vai permitir a captação de mais água devido à precipitação mais localizada, tendo mais probabilidade que a massa de ar precipite numa única bacia (Azevedo, 2002). Uma bacia circular e compacta apresenta uma maior tendência para a ocorrência de inundações devido à convergência dos afluentes atinge no curso de água principal a partir de numa única secção (Figura 2) (Guimarães, 2012).

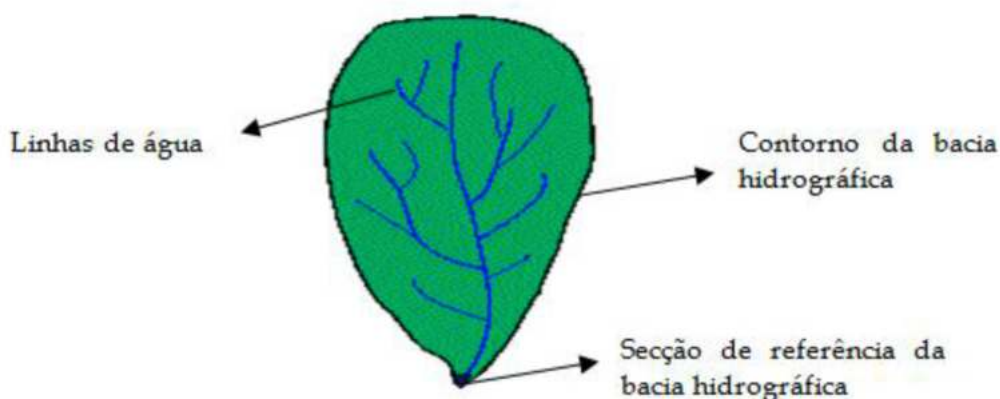


**Figura 2** - Esquema de uma bacia hidrográfica. Fonte: Guimarães (2012).

As características geomorfológicas e fisiográficas das bacias hidrográficas condicionam o fenómeno de cheias em duas formas. Em primeiro, na separação de precipitação total em infiltração e em precipitação útil, ou escoamento superficial. Em segundo influenciando o tempo de resposta da bacia e de propagação da cheia (Rocha, 2001). O uso e ocupação do solo é um fator considerável na influência dos processos ecológicos e hidrológicos, podendo causar inundações, erosão e outras consequências sobre o solo e recursos hídricos (Hendges *et al.*, 2017). A ocupação de locais inadequados potencializa os riscos associados a chuvas intensas, uma vez que nas áreas de várzeas, existe uma maior probabilidade de inundações (Piroli, 2022).

Estas causam alterações drásticas no ciclo hidrológico das bacias hidrográficas, particularmente no estágio de infiltração e de escoamento superficial das águas pluviais intensificado pela impermeabilização

(Piroli, 2022). Verifica-se um aumento da permeabilização dos solos ao longo dos últimos anos, pela construção urbana (Meneses, 2020). Estas intervenções antrópicas têm implicações no território podendo desencadear inundações devido a esta permeabilização, que resultado do aumento da escorrência superficial (Meneses, 2020). O desordenamento do território, resulta não só no agravamento da perigosidade potencial das inundações, mas também do incremento da vulnerabilidade decorrente da ocupação indevida dos leitos de cheia e, por vezes, nos leitos menores do curso de água (Duarte *et al.*, (n.d)).

Espaços com características hidrológicas próprias mostram ser mais suscetíveis de serem fortemente condicionadas pelas características da natureza. Os efeitos destas ações provocadas pelos elementos naturais normalmente não interferem no equilíbrio dos sistemas naturais; contudo, quando esses espaços são ocupados pelo ser humano podem assumir uma dimensão catastrófica devido à interferência que este elemento tem dentro dos sistemas naturais que ocupam (Azevedo, 2002). A atividade humana nas bacias hidrográficas condiciona de forma intencional ou descuidada a ocorrência de inundações alterando as suas características morfológicas, de cobertura vegetal e de permeabilidade do solo.

### 2.1.3 Uso e ocupação nos espaços ribeirinhos

A vegetação tem como efeito interceptar parte da água precipitada, retardar o escoamento superficial, dando-lhe mais tempo para se infiltrar, e proteger o solo da erosão hídrica (Rodrigues *et. al.* (n. d)). A vegetação vai influenciar o escoamento ao retardar o pico de cheia vai surgir mais tarde, pois a vegetação funciona como um entrave condicionando o caudal de inundação via interseção da precipitação ao nível do solo dependendo de vários fatores como é o exemplo do tipo de vegetação, o declive e a intensidade de precipitação (Azevedo, 2002).

As alterações do uso do solo, nomeadamente resultantes da remoção da vegetação a favor da construção urbana, pode diminuir o potencial de infiltração da água no solo, e consequentemente aumentar o escoamento superficial (Lima *et. al.*, (n.d)). Uma área com maior vegetação possui maior capacidade de absorção e retenção da água funcionando como barreira à sua passagem (Figura 3); uma área com pouca vegetação torna-se menos permeável, pois não oferece tanta resistência ao escoamento, mas provoca mais velocidade na deslocação das águas e, consequentemente, menos tempo até ser atingido o caudal máximo (Fernandes, 2012).

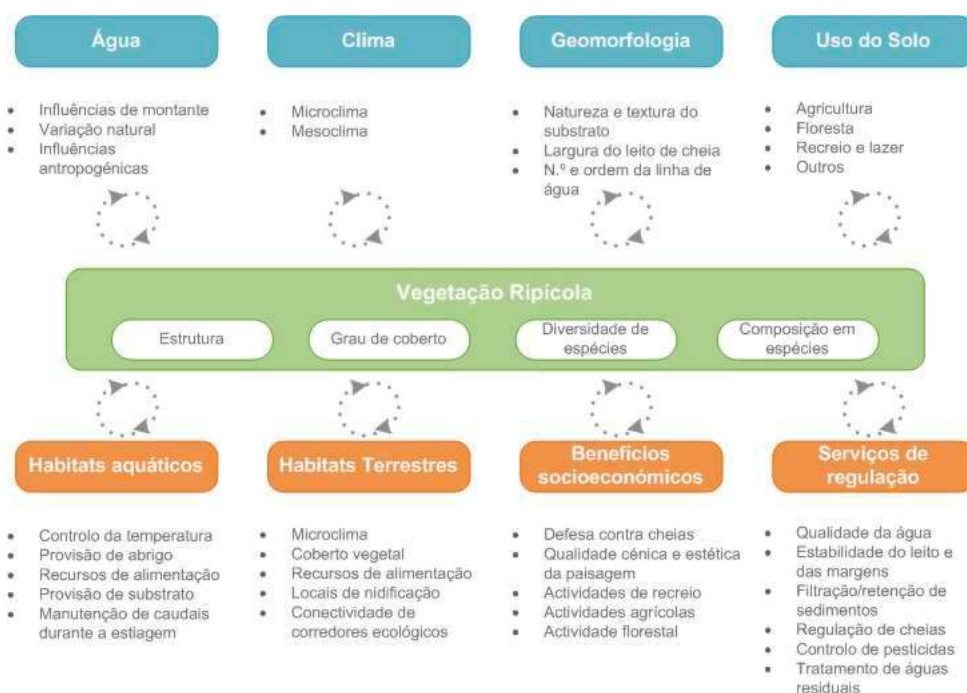


**Figura 3** - Esquematização das funções desempenhadas pela vegetação ripícola na paisagem. Fonte (Fernandes, 2012).

Das várias funções desempenhadas pelos espaços ribeirinhos destaca-se o papel importante no escoamento hídrico e transporte de sedimentos, a interseção de nutrientes e redução de processos

erosivos, a diversidade de valores florísticos e faunísticos bem como a valorização estética da paisagem (Costa *et. al.*, 2012).

Os rios e espaços ribeirinhos têm sofrido intervenções ambientais e alteração nas suas paisagens decorrentes de ações antrópicas, principalmente devido aos processos de urbanização insustentáveis. A constante ocupação das bacias hidrográficas e o uso dos recursos hídricos modificam as características físico-químicas e ambientais do corpo de água e das margens ao longo dos seus cursos. Em fenómenos de inundações a ocupação junto aos leitos do rio gera, por ocasião de inundações, danos de grande monta aos ocupantes dessas áreas e também às populações a montante, as quais são afetadas pelas elevações do nível da água (Santos, 2012). Tucci, (2012) afirma que quando a população ocupa as áreas de risco de encostas e áreas de inundações ribeirinhas acarreta problemáticas nos espaços ribeirinhos tanto para o seu ecossistema, assim como para a segurança das populações. Essas construções vão alterar a morfologia do rio podendo provocar estrangulamento do leito, pondo em causa a segurança dos habitantes.

Os cursos de água em Portugal apresentam um conjunto de problemáticas, que decorrem a multiplicidade de funções que proporcionam ao nível de usos comuns e da afluência de oportunidades de exploração de recursos que se estendem ao longo da sua bacia hidrográfica (Teiga *et. al.*, 2006). No último século o aumento da intervenção direta no ciclo da água através da construção de grandes barragens, transvases, ligações artificiais de grandes bacias hidrográficas ou a completa artificialização do escoamento aumentaram o potencial e consequentes impactes de eventos extremos (Ramos, 2005). As principais pressões hidromorfológicas advêm da construção de infraestruturas transversais, (barragens e açudes), de regularização de linhas de água, de extração inertes e transferências de água entre bacias (Feio e Teixeira, 2019), causam efeito de barreira ou a artificialização do leito e das margens. (Feio e Teixeira, 2019).

### 2.1.3.1 Aspectos estruturais e influência sobre o regime hidrológico de pontes e outras estruturas de passagem

As atividades construtivas não só potenciam um importante efeito económico e social, mas também ambiental, são associadas à ocupação do solo, consumo de recursos, produção, resíduos e efluentes bem como a alteração dos ecossistemas naturais. Desde tempos remotos, quando as populações começaram a se agrupar em comunidades (aldeias, vilas e cidades), para se fazer travessias de rios, riachos e vales, surgiu a criação das pontes (Fernandes e Correia, 2017).

Do ponto de vista da Engenharia Civil uma ponte é uma estrutura que permite a transposição de linhas de água. Devido às tecnologias de construção aplicadas, às questões arquitetónicas e paisagísticas ou devido a grandes vãos a vencer a maior parte das pontes possuem pilares fundados no leito dos rios (Silva, 2008). Denomina-se ponte à obra destinada a permitir a transposição de obstáculos pela continuidade de uma via de comunicação (Fernandes e Correia 2017). Estas estruturas tem o objetivo de realizar uma conexão entre dois pontos, com o intuito de reduzir a distância onde existe a necessidade de vencer obstáculos impostos por relevos, rios, lagos ou mesmo outras vias (Silva, 2016). As pontes na sua maioria, sob o ponto de vista funcional, podem ser divididas em três secções principais: infraestruturas, mesoestruturas e superestrutura (Figura 4).

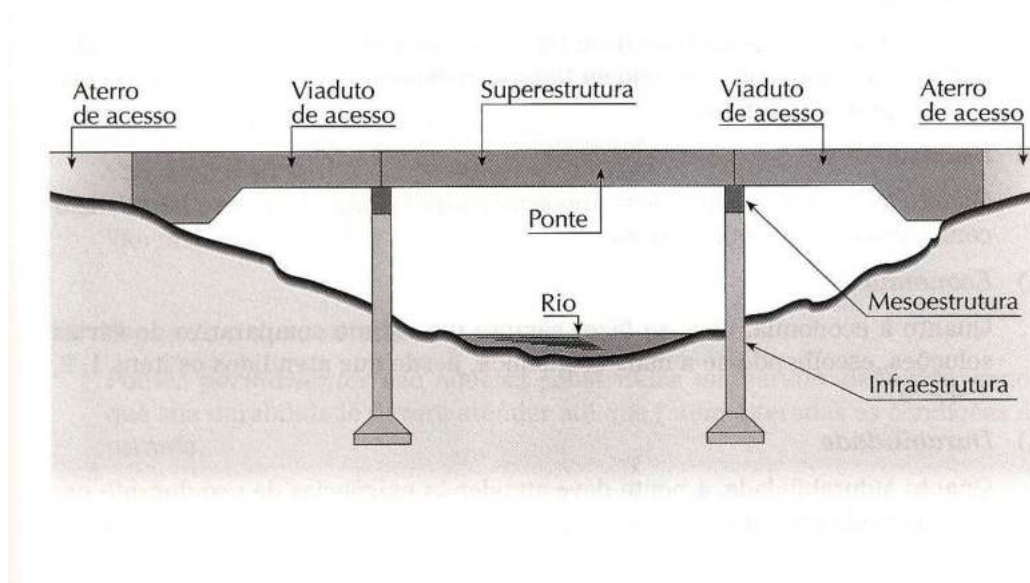


**Figura 4** - Estrutura de uma ponte em concreto armado (Marchetti, 2013), retirado de Fernandes (2017).

A infraestrutura representa na obra de arte a sua função (Silva, 2016), é constituída por blocos de estacas, sapatas etc. (Fernandes e Correia, 2017). A mesoestrutura é o elemento que recebe os reforços da infraestrutura e os transmite em conjunto com os reforços recebidos diretamente de outras forças solicitantes da ponte, tais como pressão do vento e da água em movimento (Wordpress, 2017). Os componentes desta estrutura são pilares, encontros e aparelhos de apoio (Silva, 2016). A superestrutura é o elemento de suporte do estrato por onde se trafega, sendo assim, a parte útil da obra constituída por vigas e lajes (Fernandes e Correia, 2017), tabuleiros, juntas de dilatação, guarda copos e pavimento (Silva, 2016).

### **Pontes em viga**

A ponte em viga é o tipo mais antigo, pois uma tora de árvore caída sobre um rio caracteriza uma ponte em viga na sua forma mais simples (Fernandes e Correia, 2017). Este tipo de ponte é definida por uma estrutura rígida colocada sobre dois pilares; assim o tabuleiro é solicitado por tração nas fibras inferiores e, por compressão, nas superiores (Figura 5) (Fernandes e Correia, 2017).

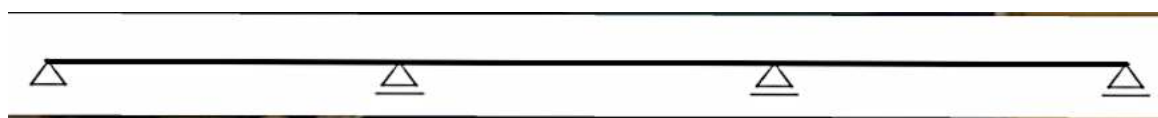


**Figura 5** - Esquema estático de ponte em viga contínua. Fonte: Fernandes (2017).

## Pontes em arco

O modelo de ponte em arco remonta até ao período romano, há mais de 2000 anos. O arco é um elemento estrutural que demonstra maior estabilidade e resiliência em relação à deformação, quando efetivamente se encontra sobre carregamento (Cunha, 2014). O princípio fundamental de funcionamento destas estruturas baseia-se no seu traço curvo (Figura 6) que, em vez de transmitir verticalmente a carga aos apoios, como é habitual noutras tipologias, conduz a mesma ao longo de toda a sua curvatura, até atingir arranques laterais (Cunha, 2014).



**Figura 6** - Ponte de Donim, rio Ave. Fonte: Autor.

Os pilares constituem os apoios em arcos e têm a função de encaminhar as ações, por eles transmitidas, para além de terem de resistir às aplicações diretamente, como vento e ação de escoamento do rio. Os pilares fundados nos leitos dos rios, são geralmente, dotados de talhantes a montante e/ou quebrantes a jusante (Costa, 2009). Os talhantes e quebrantes têm a função de encaminhar o escoamento do rio reduzindo a pressão sobre os pilares a montante e protegendo a jusante da secção pelos vórtices (Costa, 2009).

Um dos grandes problemas das pontes com eixos horizontais é a acumulação de água no tabuleiro, pelo que algumas pontes têm o escoamento desembocando no interior dos arcos ou nas paredes laterais das pontes (Costa, 2009). Existem vários fatores que contribuíram para o desaparecimento das pontes em arco mais antigas, derivados a causas naturais, nomeadamente o tempo, os fenómenos de assoreamento e inundações (Costa, 2009).

São muitas as interferências no ambiente natural causado pela inserção de pontes e viadutos, que podem causar desequilíbrios dos ecossistemas ribeirinhos. A problemática ocorre durante e após a construção destas infraestruturas, sendo que essas consequências podem permanecer por tempo indefinido.

No que toca às características das pontes os pilares inseridos dentro do leito, podem em alguns casos acarretar problemas para os rios. O desmatamento ou abertura de pontos vulneráveis, como a inserção de um pilar, num ambiente fechado pode acarretar uma completa alteração do meio, devido a problemas derivados direta ou indiretamente da obra (Mendes *et. al.*, 2022). Nos rios com materiais acumulados no fundo e que apresentem elevada mobilidade, desenvolvem-se fenómenos de erosão devido à interação entre as forças hidrodinâmicas do escoamento, os sedimentos do fundo e das margens do canal e os obstáculos existentes no rio, como encontros ou pilares de pontes. Estes fenómenos caracterizam-se pela remoção do material do fundo ou das margens do rio pelas ações do escoamento e estão profundamente relacionados a eventos de inundações porque os caudais escoados são bastante superiores aos verificados em regime natural e nestas situações é quebrada a situação de equilíbrio que, entretanto se estabeleceu (Silva, 2008). Os fenómenos de erosão podem assim, provocar a rotura e queda dos pilares e/ou dos encontros e assim, também do tabuleiro da ponte, ou numa primeira face, o assoreamento de pilares.

Estas estruturas também podem alterar o regime do escoamento do rio em transições rápidas entre os tipos de escoamento (fluvial/torrencial), assim como mudanças na lâmina de água e o vetor de velocidade, perdas de cargas localizadas, erosão e/ou sedimentação (Gamaro *et. al.*, 2013).

Os pilares funcionam como obstruções do rio, pois diminuem a área livre do fluxo, alterando a sua velocidade e a curva de remanso modificando o escoamento nesse trecho (Chow, 1959, citado por Gamaro *et. al.*, 2013). As existências destes obstáculos proporcionam sedimentos localizados, que se podem constituir como fator de risco de inundação. Contudo, isso não é a única preocupação a ter com os pilares, já estas estruturas também proporcionam ocorrência de erosões localizadas com a formação de cavidades que podem colocar em risco a estabilidade da estrutura, deixando os seus detritos a asfixiar o leito do rio. Num rio é fundamental a existência de medidas de conservação das pontes, para perceber o seu estado e o que esta pode influenciar no leito do rio.

## 2.2 Descrição e classificação de inundações

Os rios geralmente possuem dois leitos, o leito menor onde água escoar na maioria do tempo e o leito maior, que é inundado com risco geralmente entre 1,5 e 2 anos (Figura 7) (Tucci, 2003).

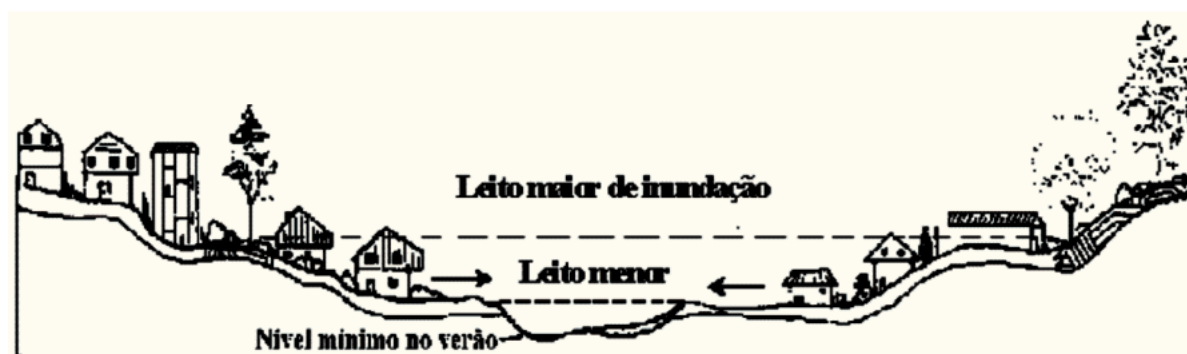


Figura 7 - Características dos leitos dos rios. Fonte: Tucci (2003).

O leito menor equivale à parte do canal ocupada pelas águas cuja frequência impede o crescimento de vegetação, possuindo, portanto, margens bem definidas; já o leito maior é ocupado pelo menos uma vez ao ano, durante a ocorrência de inundações. A frequência do escoamento das águas nesse tipo de leito possui intervalos irregulares que podem-se estender para dezenas de anos (Sousa e Rocha, (n.d)). Estas inundações ocorrem pelo processo natural no qual o rio escoar pelo leito maior, provocando impactos mais frequentes pelo que podem ser consideradas áreas de risco (Tucci, 2003).

Embora nem todas as inundações sejam derivadas aos fatores meteorológicos, essa é a causa mais importante como fator percussor deste fenómeno em Portugal. De acordo com Ramos (2013), em Portugal as inundações são quase todas devidas a:

- Cheias lentas ou progressivas dos grandes rios;
- Cheias rápidas ou repentinas dos rios e ribeiras pequenas e médias bacias hidrográficas;
- Subida das águas subterrâneas em locais topograficamente deprimidos;
- Inundações devidas à sobrecarga dos sistemas de drenagem artificiais nos meios urbanos;
- Inundações costeiras devidas a galgamentos oceânicos (storm surge).

As cheias progressivas ou lentas (Slow floods, slow-rising ou slow-onset) ocorrem sobretudo nas grandes bacias hidrográficas e são desencadeadas por grandes períodos de precipitação que se prolongam durante semanas a meses (Leal, 2019), relacionados com a permanência da circulação zonal de oeste (Ramos e Reis, 2001). A Península Ibérica é varrida por chuvas frontais, provocadas pela passagem sucessiva de depressões subpolares e sistemas frontais a elas associados (Ramos e Reis, 2001). Estas

ocorrem de forma mais lenta, pois os rios vão aumentando progressivamente o seu caudal, dando tempo para a evacuação de pessoas e bens (Ramos, 2005).

As inundações derivadas da ocorrência de precipitações intensas, também designadas por inundações pluviais, são provocadas diretamente pelo escoamento superficial ou resultam da excedência nas redes de drenagem locais naturais ou construídas (Costa, 2020). Estas assumem designações como, inundações bruscas (rápidas ou repentinas e enxurradas, flash floods na literatura anglo-saxónica), inundações urbanas e alagamentos (Costa, 2020).

As inundações repentinas (flash floods) de acordo com Sousa e Rocha (n.d), acontecem num período de seis horas, durante um episódio de chuva ou após a falha de alguma represa, ou dique, o que faz com que esses eventos possam atingir as pessoas sem tempo para se protegerem. Podem atingir elevados caudais de ponta, geradas por tempestades severas, que normalmente se restringem a uma área limitada, são causadas pela rápida subida do nível da água nos cursos de água, normalmente devido à precipitação intensa na área (Leal, 2019). As inundações repentinas representam um grande perigo, e isso advém dos elevados caudais atingidos num curto espaço de tempo nas bacias hidrográficas e da elevada carga sólida que os recursos de água são capazes de transportar.

De acordo com Tucci (2003) as inundações urbanas ocorrem quando as águas dos rios, riachos, galerias pluviais saem do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um destes sistemas e ocupa áreas para habitação, transporte (ruas rodoviárias e passeios), recreação de comércio, indústria, entre outros. O desenvolvimento urbano pode também produzir obstruções ao escoamento, como aterros e pontes, drenagens inadequadas e obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamentos (Tucci, 2003). A ocorrência de inundações pode não resultar apenas da precipitação, também podem derivar de ruturas de condutas na via pública e obstrução das sarjetas por ramos ou folhas, existem diversos fatores que podem interferir, como por exemplo a distribuição espacial e temporal da precipitação, a extensão das áreas edificadas/impermeabilizadas, entre outros (Leal, 2019). As inundações urbanas devem ser entendidas como uma combinação complexa de importantes eventos meteorológicos e hidrológicos e à sua combinação com fatores que acompanham a urbanização, o aumento de superfícies impermeáveis e de infraestruturas mal planeadas como telhados, estradas e estacionamento, que impedem a absorção de água e o adequado armazenamento de águas pluviais, diminuindo a capacidade de drenagem (Costa, 2020).

## 2.3 Impactes das inundações

As inundações são fenómenos hidrológicos que não é possível evitar, e que podem ser potencialmente perigosos, dependendo da magnitude atingida, da velocidade com que progridem e da frequência com que ocorrem. Contudo, só provocam situações de risco se houver elementos a elas expostos, ou seja, localizados em áreas inundáveis, que possam ser destruídas ou gravemente danificados (Ramos, 2013). As inundações podem provocar danos com grande diversidade, podendo ser tanto aspetos físicos como socioeconómicos, em particular podem incidir sobre as pessoas, materiais, habitação, comércio, nos serviços das indústrias, nas infraestruturas, em redes, e em custos do socorro e das intervenções nas emergências (Rocha, 1995).

Ramos C., (2005) apresenta como principais impactos negativos a destruição de culturas e de solos agrícolas, afogamento de animais, corte de vias de comunicação, corte no abastecimento de água e de outros bens, submersão de localidades e monumentos, destruição de estruturas hidráulicas, desalojamento da população, perigo de doenças, epidemias e vítimas mortais.

As consequências destes fenómenos hidrológicos podem ser diretas e indiretas. Os danos diretos devem-se a todos os efeitos causados pelo contacto imediato da inundação com os seres humanos, bens ou ambiente. Estes impactos são facilmente sentidos pelos elementos expostos ao evento porque implicam prejuízos socioeconómicos diretos (Fernandez, 2015). Os danos indiretos podem ser devido a causas distintas não podendo ser sentido e quantificado imediatamente após a inundação (Fernandez, 2015).

Para além de danos diretos e indiretos estes ainda podem ser classificados por danos tangíveis diretos e indiretos e danos intangíveis diretos e indiretos (Bremond *et. al.*, 2013, citado por Carmo, 2018). Os danos tangíveis são perdas “facilmente” expressas em termos monetários, onde a sociedade é capaz de atribuir um valor económico. Os danos intangíveis dificilmente são associados a um valor monetário, o valor da perda é subjetivo e difícil de avaliar (Fernandez, 2015). À medida que os espaços são urbanizados ocorrem impactes que atuam de forma a agravar as inundações, na sua maioria elevando o nível de cheia e a vazão do pico dos rios ou reduzindo a capacidade de transporte de calha dos rios e prejudicando as águas pluviais através do assoreamento, seja por sedimentos ou lixo (Rodrigues, 2006).

Os impactos das inundações no ambiente natural são sobretudo de natureza geomorfológica (nos balanços erosão/acumulação dos canais fluviais, na alimentação sedimentar das planícies aluviais), hidrogeológicas (recarga de aquíferos) e biológica (transporte e nutrientes) (Ramos, 2005). As inundações não provocam apenas impactos negativos, mas também positivos (Ramos, 2005; Lima e Faísca, 1994): destacam como impactos positivos:

- incremento na fertilidade do solo;
- existência de peixes em abundância;
- possibilidade de retirar várias colheitas por ano;
- deposição de sedimentos finos e nutrientes nas planícies aluviais;
- recarga de aquíferos.

### 3. GESTÃO DO RISCO DE INUNDAÇÃO

O risco é a combinação da probabilidade de um evento e as suas consequências negativas (ISDR, 2009). A palavra “risco”, tem duas conotações distintas, no uso popular a ênfase é geralmente colocada no conceito de acaso ou possibilidade, como em “risco de acidente”, enquanto em ambientes técnicos, a ênfase geralmente coloca sobre as consequências, em termos de “perdas potenciais” por alguma causa, local e período específico (ISDR, 2009).

A ANEPC (2016) afirma que o evento do risco é designado pela ocorrência ou alteração de um conjunto particular de circunstâncias, podendo consistir numa ou mais ocorrências e também por algo que não ocorre. Um evento só se pode designar por acidente se nele existirem consequências e pode ser referido por um incidente ou quase acidente se não tiver quaisquer consequências.

Os riscos hidrológicos podem ser classificados como naturais e decorrem do excesso de água à superfície terrestre, comportando três subtipos - cheias, inundações e alagamentos - que assumem uma aparência semelhante, sendo muitas vezes confundido e tratados como um só (Ferreira *et. al.*, 2022). Para haver risco, deve haver pessoas, se não existir vidas humanas não haverá risco e sim processos naturais (Costa, 2020). As inundações são exemplos de risco, contudo nem sempre o assumem. Numa perspetiva humana, devemos considerar as inundações potencialmente perigosas, já que estas podem causar dano às comunidades, as suas atividades ou ao ambiente (Saraiva e Carvalho (2009), citado por Costa, 2020). A DIRETIVA 2007/60/CE define como risco de inundação a combinação da probabilidade de inundações e das suas potenciais consequências prejudiciais para a saúde humana, o ambiente, o património cultural e as atividades económicas. Este implica a análise integrada de dois conjuntos de fatores, os ligados à dinâmica do meio, ou seja, aos processos morfogénicos e os ligados à diferente vulnerabilidade das populações e dos seus bens e haveres de correntes das características demográficas como a nível socioeconómico (Costa, 2020).

É fundamental que se conheçam bem as áreas de risco, com a noção clara do fenómeno natural e vulnerabilidade (população, património, edifícios, estradas, infraestruturas), (Cunha e Pinto, 2011). Não é possível ter uma proteção absoluta sobre as inundações, daí serem fenómenos impossíveis de evitar, irá sempre existir alguns riscos residuais. Daí surge o contexto de “risco aceitável” entendido como níveis de perdas e condições desfavoráveis associados a estes fenómenos (Costa e Pimentel, 2017). O risco aceitável implica a necessidade de uma gestão integrada do risco de inundação, em vez de uma abordagem fragmentada, difícil de atingir onde as gestões municipais sofrem de falta de capacidade técnica, financiamento ou recursos (Costa e Pimentel, 2017).

A vulnerabilidade de acordo com ISDR (2009) pode ser entendida como as características e circunstâncias de uma comunidade, sistema ou ativo que torna suscetível aos efeitos prejudiciais de um perigo. Esta varia significativamente ao longo do tempo dentro de uma comunidade. No uso comum a palavra é frequentemente usada para incluir a exposição do elemento. A vulnerabilidade à inundação é a combinação de um conjunto complexo e interdependente de fatores dinâmicos que se reforçam mutuamente e podem ser classificados em três grandes grupos:

- condições físicas ou materiais;
- condições institucionais ou condições orgânicas;
- as condições comportamentais ou psicológicas (WMO, 2006, citado por Costa (2020)).

A exposição consiste, nas pessoas, propriedades, sistemas e outros elementos presentes em zonas de perigo que estão sujeitos a perdas potenciais (ISDR, 2009). A identificação e caracterização espacial da exposição fica dependente da intensidade do processo físico ou estrutural, de propagação do fenómeno em causa (Lourenço, 2018).

Nos termos de risco de inundação a avaliação da probabilidade deve ser avaliada nos diferentes componentes consoante as características da bacia hidrográfica, a sobreposição de eventos dos diferentes sistemas naturais ou antropogénicos ao longo do percurso (Costa, 2020).

A avaliação preliminar dos riscos de inundações é efetuada com o objetivo de, ao analisar os potenciais riscos, proceder à identificação das áreas onde é mais provável a sua ocorrência. A gestão do risco de inundações não se confina à escala da área diretamente afetada, seja ela a planície aluvial ou o vale onde as mesmas ocorrem, mas requer um enquadramento do problema à escala das respetivas bacias hidrográficas (Santos, 2016).

Diferentes graus de exposição devem ser considerados na avaliação do risco de inundações, como as variações na altura da água, velocidade do escoamento, transporte de objetos e a presença de organismos patogénicos na água. Além dos fatores de risco associados a processos naturais, é fundamental ter em consideração aqueles resultantes de intervenções no território (ANEPC, 2016). Essas intervenções no território podem envolver a construção de infraestruturas, mudanças no uso da terra, urbanização, desflorestação, entre outros fatores que podem influenciar diretamente os padrões de inundações e a sua intensidade. Portanto, é crucial que a avaliação de risco de inundação tenha em conta tanto fatores naturais quanto as atividades humanas e os impactos associados.

Há uma longa história de inundações de inverno por vezes catastróficas dos grandes rios ibéricos que desaguam no atlântico, mas também de pequenos rios portugueses, em geral com características torrenciais (Rebelo, 2003). Em 2007, a União Europeia assumiu um novo uniformizado quadro para a

Avaliação e Gestão de Riscos de Inundação (DAGRI) para todos os seus estados-membros. O quadro está definido na Diretiva 2007/60/CE, e transposto para o Decreto-lei nº 115/2010, de 22 de outubro, que introduz um conjunto de desafios à convivência deste risco para a sociedade (Santos, 2016). O risco de inundação deve ser analisado tendo em consideração as possibilidades de atuação tanto na redução da probabilidade de ocorrência de eventos de inundação como as consequências destes nas suas diferentes dimensões. A minimização dos impactos em pessoas, das perdas económicas, ou de danos ambientais nas áreas em que se observe a existência de riscos de inundação constitui um princípio chave destas orientações (LNEC, 2016).

Na gestão do risco de inundação é tradicional a ponderação de dois tipos de medidas:

- As medidas estruturais, que envolvem formas diversas de intervenção física, e que podem modificar o caudal da cheia, o seu nível máximo, o tempo de subida da mesma e a sua duração total, a extensão da zona inundada, a velocidade e a profundidade da inundação. Estas modificações influenciam os volumes dos detritos, os sedimentos e os poluentes transportados pela água durante as cheias (ANEPC, 2016);
- As medidas não estruturais, abrangem um vasto leque de alternativas, compreendendo o zonamentos e regulamentos de uso do solo nas zonas de risco, códigos de construção e manutenção de edifícios e infraestruturas, políticas de aquisição e gestão dos solos, seguros, sistemas de previsão e aviso, ações de informação públicas, sistemas de emergência e de medidas de recuperação pós-catástrofes (LNEC, 2016).

As medidas estruturais não são suficientes para poder alcançar estes objetivos se utilizadas isoladamente; assim as medidas não-estruturais podem ser ferramentas não só para reduzir o risco, mas também para desenvolver uma abordagem sustentável para a gestão do risco de inundação (Costa e Pimentel, 2017).

A cartografia e a análise de risco são fundamentais para inventariar e analisar os potenciais riscos de cheias e inundações numa determinada área. A DAGRI estabelece a necessidade a elaborar de cartas de zonas inundáveis *“A fim de dispor de um instrumento de informação eficaz, bem como de uma base valiosa para estabelecer prioridades e para tomar decisões técnicas, financeiras e políticas ulteriores em matéria de gestão de riscos de inundações, é necessário prever a elaboração de cartas de zonas inundáveis e de cartas de riscos de inundações indicativas das potenciais consequências prejudiciais associadas a diferentes cenários de inundações, incluindo informações sobre fontes potenciais de poluição ambiental resultante das inundações.”* (APA, 2021). A delimitação das áreas suscetíveis de inundação é fundamental para a mitigação das suas consequências. Isto permite que sejam tomadas medidas preventivas e gestão de risco para minimizar danos causados pelas cheias e inundações.

As pontes como fator de risco de inundação vêm merecendo uma atenção crescente no meio técnico e científico (Santos, 2007). Um dos fatores que insere as pontes no risco de inundação são os processos de erosão que podem comprometer a sua estrutura. Nas últimas décadas foram desenvolvidas técnicas de proteção como gabiões, blocos de betão articulados ou geo-sacos com areia (Silva, 2008). As inspeções das pontes são um elemento fundamental no âmbito da conservação das obras de arte, permitindo um conhecimento real do estado de cada estrutura, identificando deficiências, desencadeando a realização de tarefas de manutenção ou de reabilitação necessárias para a preservação da sua funcionalidade e segurança (Santos, 2007). Na construção de obras como pontes deve ser verificado se as mesmas produzem obstruções no escoamento e outros impactes hidrológicos bem como que verificar medidas de correção que podem ser tomadas (Tucci, 2003). Os estudos hidráulicos permitem conhecer o estrangulamento provocados pelos pilares e encontros das pontes, e a área de secção hidráulica possibilitando a identificação dos possíveis fatores de risco (Costa, 2007).

### **3.1 Enquadramento legal: Planeamento e gestão de risco de inundação em Portugal**

A DAGRI, surge na sequência da magnitude de diversas inundações que na primeira década do século XXI afetaram gravemente as populações e as atividades económicas europeias, tendo com objetivo reduzir o risco das consequências prejudiciais das inundações (APA, 2021). Esta prevê a obrigação de os Estados - Membros efetuarem avaliações preliminares para identificar as bacias hidrográficas e zonas costeiras associadas a que se encontrem em risco e de, a seguir, elaborarem cartas de risco de inundações e planos de gestão centradas na prevenção, na proteção e na preparação. O Decreto-lei n.º 115/2010, transpõe para a ordem jurídica interna a DAGRI com o objetivo de reduzir as consequências prejudiciais para a saúde humana, incluindo perdas humanas, o ambiente, o património cultural, as infraestruturas e as atividades económicas. A avaliação preliminar do risco de inundação tem como objetivo fornecer uma avaliação dos riscos potenciais e deve ser feita com base na informação disponíveis, incluindo registo de estudos, nomeadamente do impacto das alterações climáticas na ocorrência das inundações, no artigo 5.º n.º 3, estão destacados os elementos necessários para a avaliação preliminar do risco. No âmbito do Decreto-Lei n.º 115/2010 foram elaborados os Planos de Gestão do Risco de inundação (PGRI) que incluem objetivos, ações e medidas para gerir as áreas de risco previamente identificadas (ANPC, 2016). Os PGRI assumem objetivos fundamentais como sejam o aumento da perceção do risco e das estratégias de atuação na população e nos agentes sociais e económicos, a melhoria do conhecimento do risco e da sua previsão (Santos, 2016).

A articulação entre os Planos de Gestão da Bacia Hidrográfica (PGRH), ao abrigo da DQA e os PGRI (Figura 8) irá, a longo prazo, promover uma gestão integrada das bacias hidrográficas e o seu desenvolvimento sustentável (ANPC, 2016).

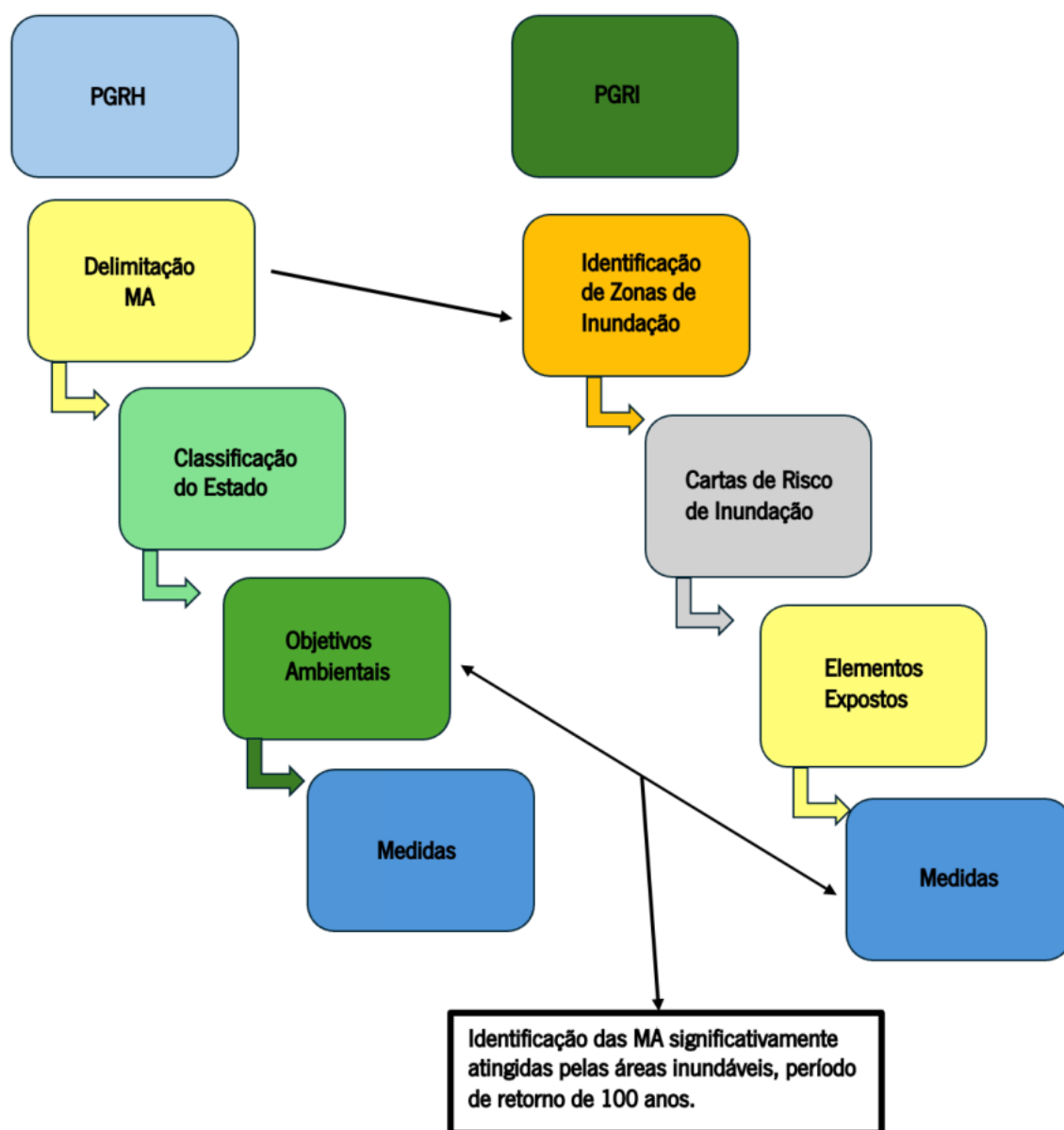


**Figura 8** – Esquema da relação entre os PGRH e os PGRI nas massas de água (MA) afetadas, adaptado de ANPC (2016).

Ao nível da gestão do risco, os PGRI assumem como campos de ação orientadores das estratégias de gestão e prevenção, a preparação, a proteção e recuperação e a aprendizagem. Estes cinco pilares concordam com os principais documentos nacionais e internacionais relativos à redução do risco de desastres, dos quais se destaca o Quadro de Sendai para 2015 - 2030 (Santos, 2016).

### 3.2 Normas e regulamentação sobre pontes

A Lei n°34/2015, de 27 de abril, designa como “obras de arte”, a estrutura destinada à transposição de linhas de água, vales ou vias, destinadas ao tráfego rodoviário, pedonal ou fauna de onde decorre a sua classificação como pontes, viadutos, passagens para a fauna ou pedonais (artigo n°3°, al. aa)). Em Portugal as entidades com maiores responsabilidades ao nível da gestão de obras de arte, são as Estradas de Portugal (EP-EPE) com mais de 5000 obras de arte, a REFER, Rede Ferroviária Nacional, com cerca de 2200 pontes, e a BRISA, concessionária de autoestradas, com mais de 1500 obras de arte (Santos, 2007).

Existem instrumentos legais e regulamentos na legislação portuguesa de como as empresas devem prosseguir na construção de obras de arte, tendo em conta aspetos como a segurança, elaboração do projeto e qualificação profissional. No que refere a medidas de segurança, a Portaria n°638/83 de 31 de maio tem por objetivo o estabelecimento de regras gerais para a verificação da segurança das estruturas e edifícios e de pontes, e a definição e quantificação das ações a considerar nessa verificação (artigo n°1). A Portaria n°255/2023 de 7 de agosto aprova a classificação de obras por categorias. Nesta portaria estão designadas “Pontes, viadutos e Passadiços”, onde podem ser analisados os elementos especiais do programa preliminar, programa base, estudo prévio, anteprojeto, entre outros aspetos relevantes a ter em conta na construção de uma ponte.

## 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 4.1 Enquadramento das Ecovias do rio Ave e Selho no concelho de Guimarães

A área de estudo concentra-se nas Ecovias dos rios Ave e Selho (ERAS), proposta pelo LP e a Unidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, em coordenação com a CMG, numa extensão total de 61Km, ao longo de 26 freguesias (Figura 9).

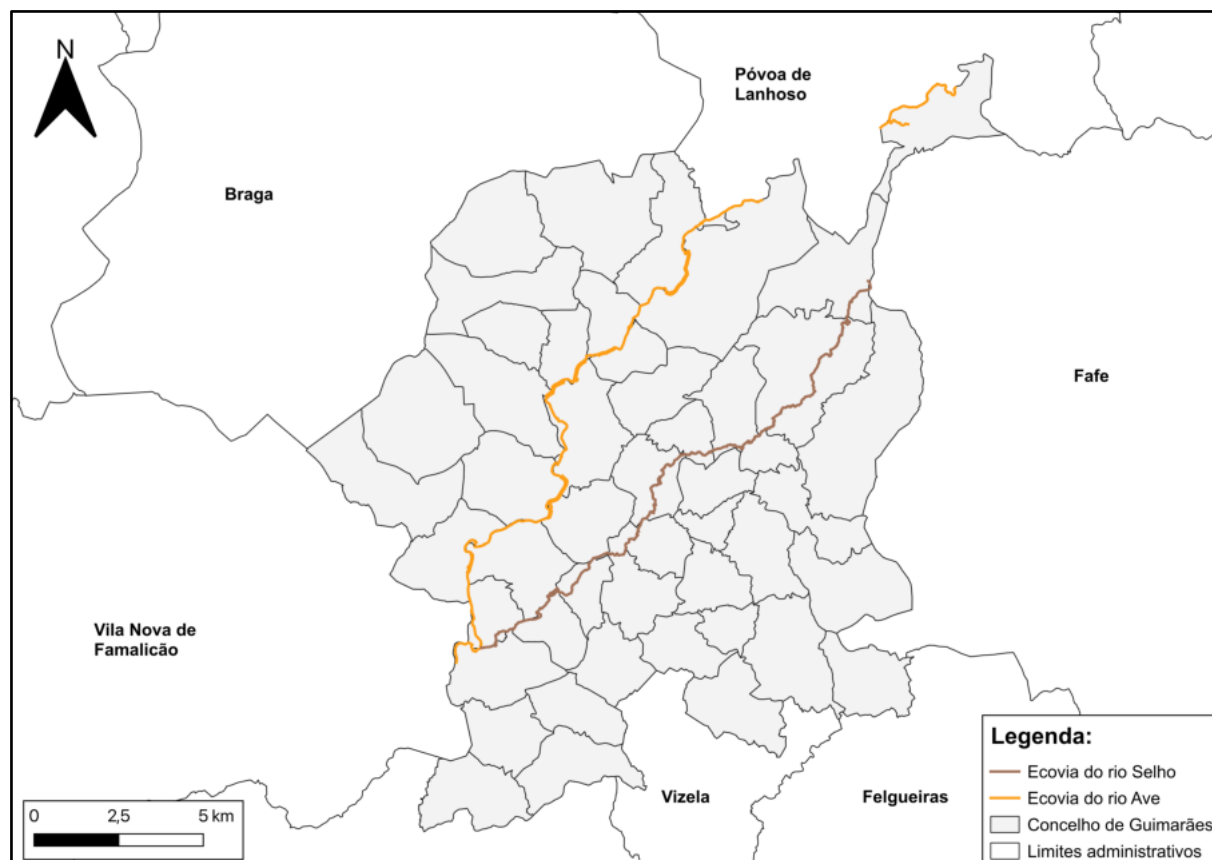


**Figura 9** - Percurso das ecovias no concelho de Guimarães. Fonte: Elaboração própria, com recurso aos dados do Laboratório da Paisagem.

Com percursos pedonais e cicláveis, pretende-se aproximar as pessoas dos rios e da natureza, com o objetivo de valorizar a fauna e a flora existente, sensibilizando a população de património natural de interesse cultural e paisagístico. A proposta das ERAS surge também para proteger, conservar e recuperar a natureza do território. A ecovia ainda se encontra em fase de desenvolvimento e prevê a construção de travessias pedonais com a recuperação e a reabilitação de açudes.

## 4.2 Caracterização do concelho de Guimarães

O concelho de Guimarães (Figura 10) fica situado no distrito de Braga e pertence à Sub-região do Ave (NUT III), com uma área total de 24 232 Km<sup>2</sup>, distribuídos por 48 freguesias, e uniões de freguesias, resultantes da reorganização administrativa do território de 2013.



**Figura 10** - Caracterização geográfica do concelho de Guimarães. Fonte: Elaboração própria, com recurso aos dados da CAOP (2022).

O concelho é limitado a norte pela Póvoa de Lanhoso, a leste por Fafe, a sul por Felgueiras, Vizela e Santo Tirso, a oeste por Vila Nova de Famalicão e a noroeste por Braga.

## 4.2.1 Características físicas

### 4.2.1.1 Clima

A área de estudo, integra-se na região noroeste de Portugal, trata-se de uma região com afinidades mediterrâneas com uma forte influência Atlântica o que traduz num clima de temperaturas amenas, com pequenas amplitudes térmicas e forte pluviosidade média, resultando da sua proximidade do Atlântico e da forma e disposição dos principais conjuntos montanhosos ( Bento Gonçalves *et. al.*, 2011). Devido às características orográficas do terreno, constituição do solo das bacias e permeabilidade, esta região é propensa a cheias e inundações (Ferreira, 2016).

A estação meteorológica localizada mais próxima da área em estudo é localizada mais próximo da área de estudo é referente à Estação Climatológica de Braga – Posto Agrário, localizada a 41°33' de latitude norte, 8° 24' de longitude oeste e uma altitude de 190 m (Bento Gonçalves *et. al.*, 2011). A quantidade anual de precipitação ultrapassa os 1500mm (1514,5mm), repartidos por todo o ano, num total de 133,9 dias, em média, com precipitação como observado na figura 11 (Bento Gonçalves *et. al.*, 2011).

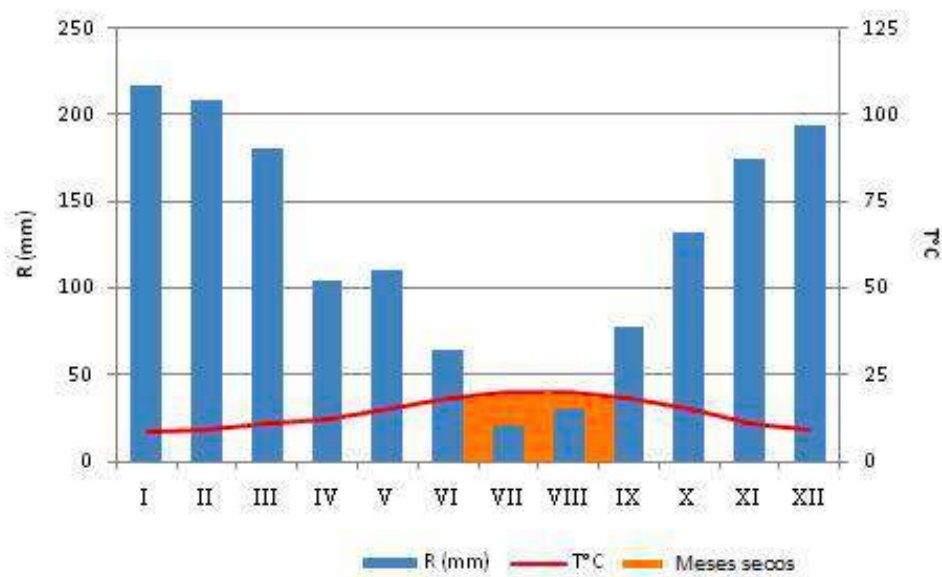


**Figura 11** - Gráfico termopluviométrico de Braga (1951 – 80), adaptado de Bento Gonçalves *et. al.*, (2011).

Segundo DAVEAU citado por Nunes (2014), a região é caracterizada por invernos frescos e verões moderados a quentes. A temperatura média do mês mais frio varia entre 2°C e 4°C. A temperatura máxima média do mês mais quente varia entre 23° a 32°C, esta característica climatológica determina que estamos de Clima Marítimo de Litoral Oeste no concelho de Guimarães.

A época do ano que se regista os máximos de precipitação mensal corresponde aos meses de novembro, dezembro, janeiro e março (>150 mm) (Nunes, 2014), destacando-se os meses de janeiro e fevereiro (Bento Gonçalves *et al.*, 2011).

Ao observar a carta da Figura 12, o Rio Ave conta com uma precipitação de 100 a 150 mm como máxima diária no concelho de Guimarães, enquanto o rio Selho conta com valores entre os 150 a 200 mm.

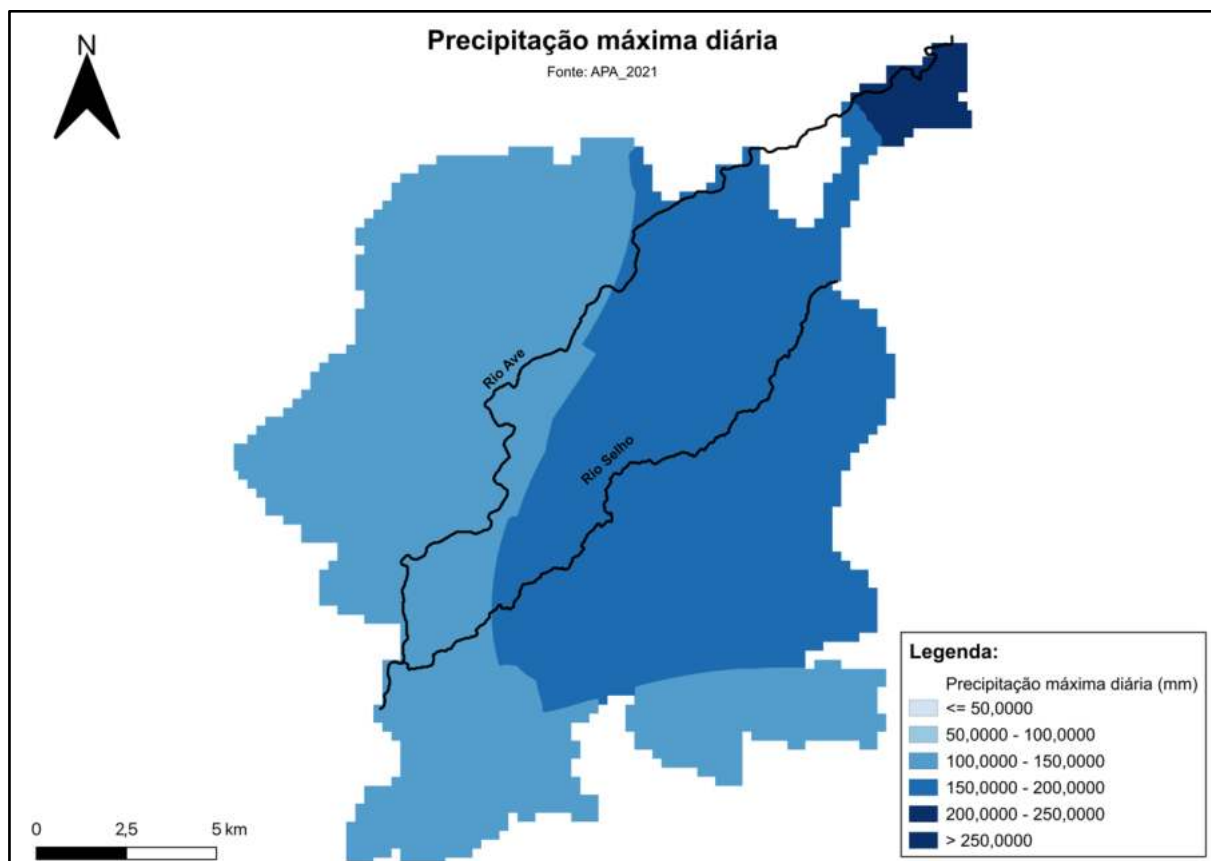


**Figura 12** - Precipitação máxima diária no concelho de Guimarães. Fonte: Elaboração própria com recurso aos dados da APA, (2021).

O concelho apresenta uma baixa amplitude térmica, com humidade atmosférica elevada mesmo durante a estação seca, que tem duração de 2 a 3 meses.

#### 4.2.1.2 Relevo

O concelho de Guimarães conta com amplitudes hipsométricas de 536 m, entre o ponto mais baixo de 77 m no vale do rio Vizela e o ponto culminante 613 m na Serra da Penha.

Uma parte significativa do concelho (42,5%), encontra-se entre os 100 e 200 m de altitude, enquanto a superfície em que as altitudes são superiores a 400 m é muito restrita (11,4%) (CMG, 2015). Os rios Ave e Selho não ultrapassa os 200 m, correspondendo às altitudes mais baixas do concelho (Figura 13).

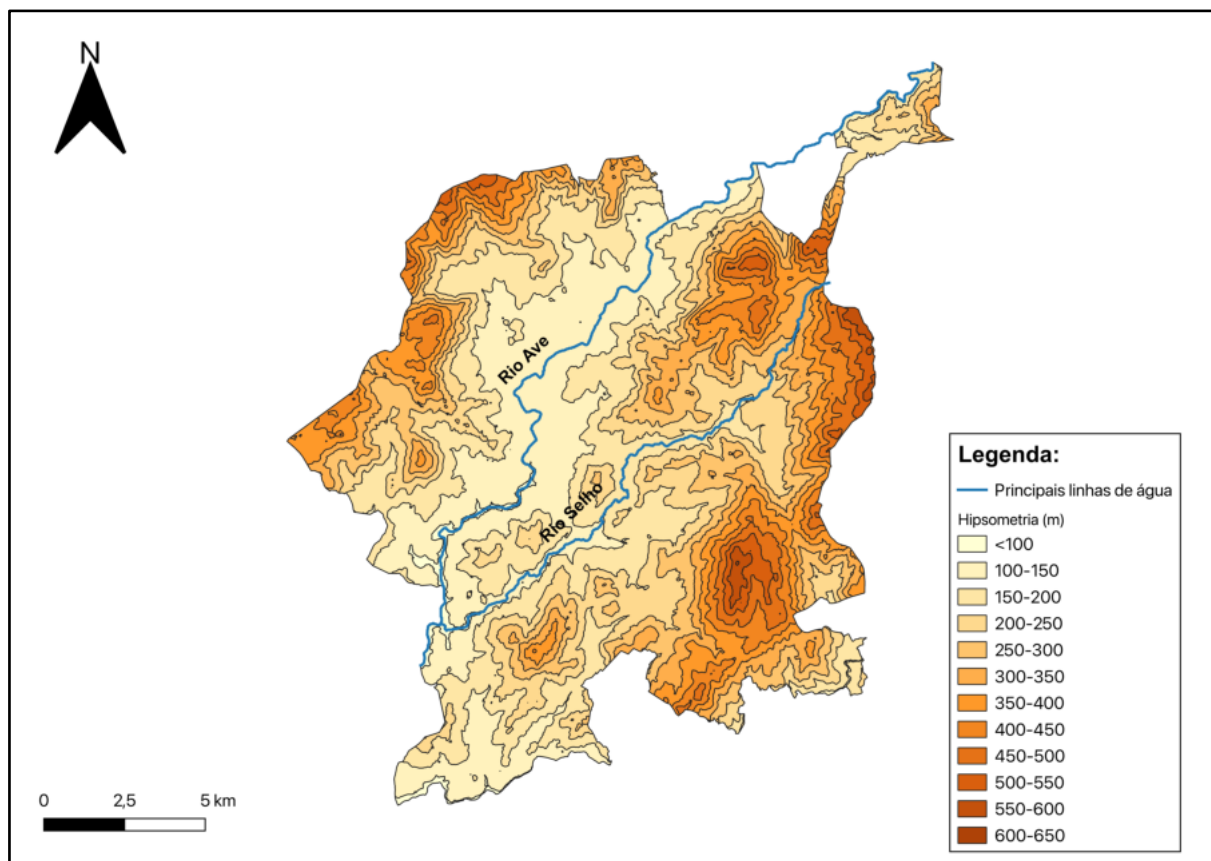


**Figura 13** - Carta hipsométrica do concelho de Guimarães Fonte: Elaboração própria, com recurso aos dados da DGT (2014).

De um modo geral, concelho de Guimarães apresenta três unidades morfológicas que estruturam a paisagem nos vales do rio Ave, Selho e Vizela: A paisagem de menor altitude, onde predominam sistemas agrícolas e os sistemas urbanizados; a orla mais acidentada e florestal; a Serra da Penha com os seus 613 m (CMG, 2015).

17% das vertentes se encontra exposta a norte, os terrenos a sul representam aproximadamente 26,5%, as vertentes expostas a oeste cerca de 27,3% do território de Guimarães, enquanto as expostas a este diz respeito a 22,2% (Figura 14) (CMG, 2015).

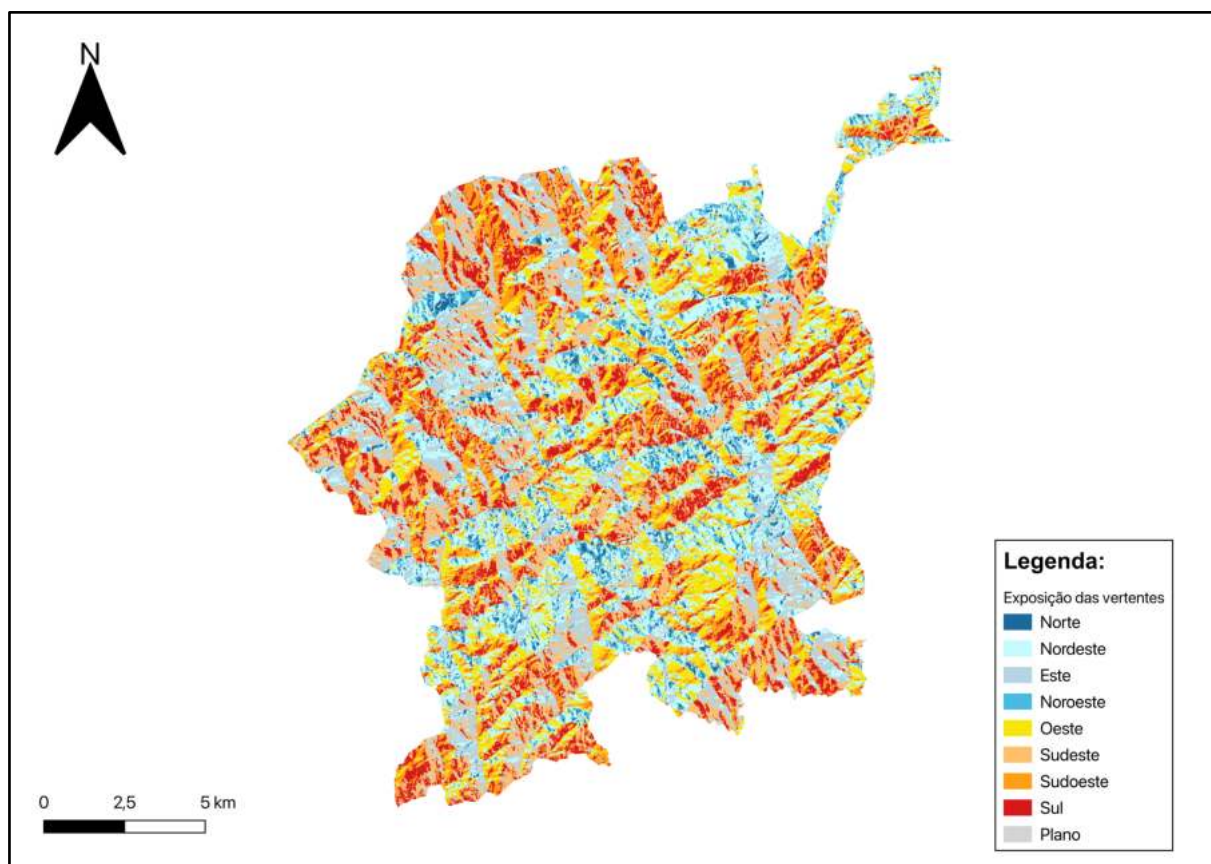


**Figura 14** - Exposição das vertentes. Fonte: Elaboração própria, com recurso aos dados da CAOP (2014).

As áreas com declives muito fracos correspondem cerca de 21,4% do território (CMG, 2015).

De acordo com a CMG (2015), no concelho predominam vertentes com declives superiores a 7%, sendo que grande parte da área concelhia se situa entre os 7% e os 15% (26,4%) (Figura15).

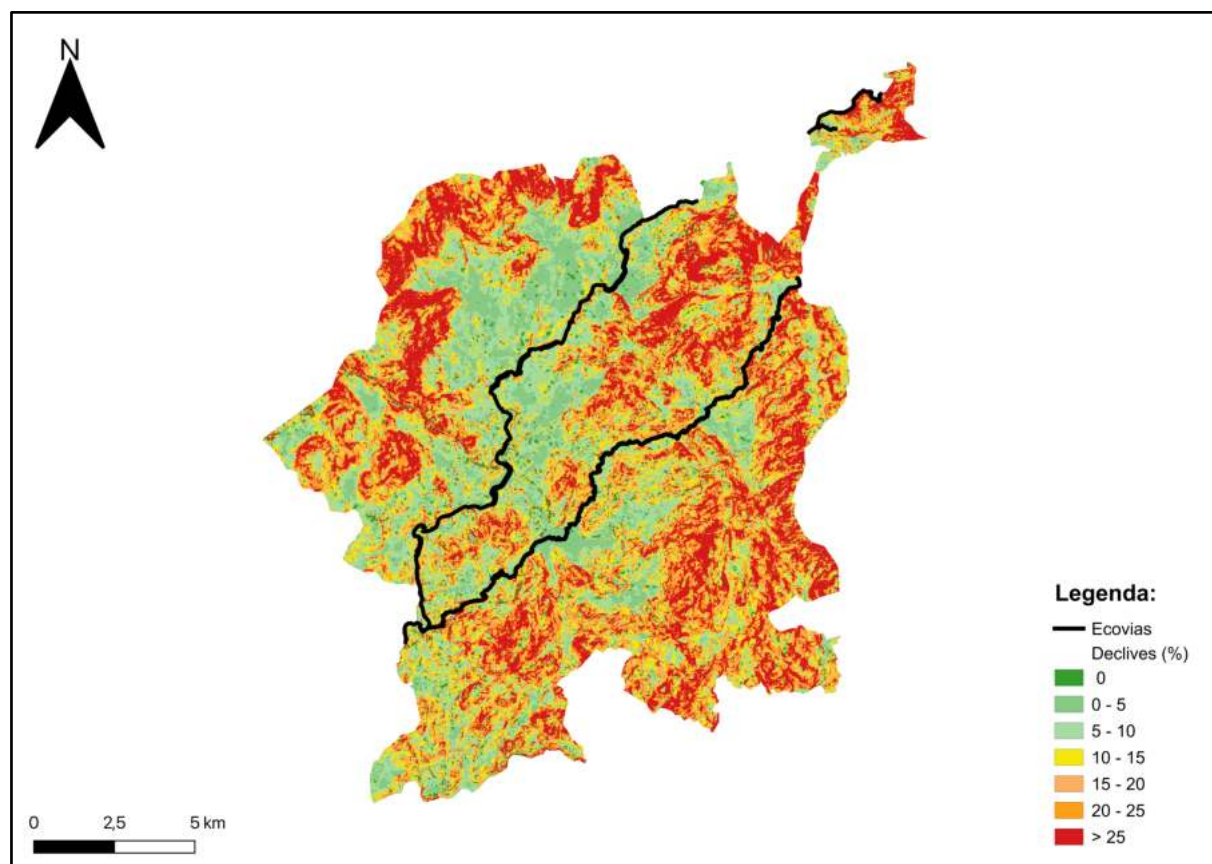


**Figura 15** - Carta de declives do concelho de Guimarães. Fonte: Elaboração própria, com recurso aos dados da DGT (2014).

Verifica-se que os terrenos com maior altitude dominam declives mais elevados, normalmente superiores a 15%. Em áreas de menor altitude (inferior a 300 m) predominam declives moderados e mais suaves. As linhas de água mais representativas são o rio Ave, Selho e Vizela que correm principalmente em áreas com declives suaves e perturbações de escoamento que originam zonas de drenagem deficiente, que podem originar cheias em determinadas áreas durante o inverno.

#### 4.2.1.3 Hidrografia

O concelho de Guimarães está inserido na bacia hidrográfica do Ave, localizada no noroeste de Portugal entre os 41° 15' e 41°40' de latitude e 8°45' de longitude oeste, cobrindo uma área de aproximadamente 1391 Km<sup>2</sup>, sendo que o curso principal se desenvolve ao longo de 101Km desde a Serra da Cabreira até Vila do Conde (Figura 16). Esta bacia confronta a norte com a bacia hidrográfica do rio Cávado, a oriente com a bacia hidrográfica do rio Douro e a sul com a bacia hidrográfica do rio Leça (Vieira e Costa, 2017).

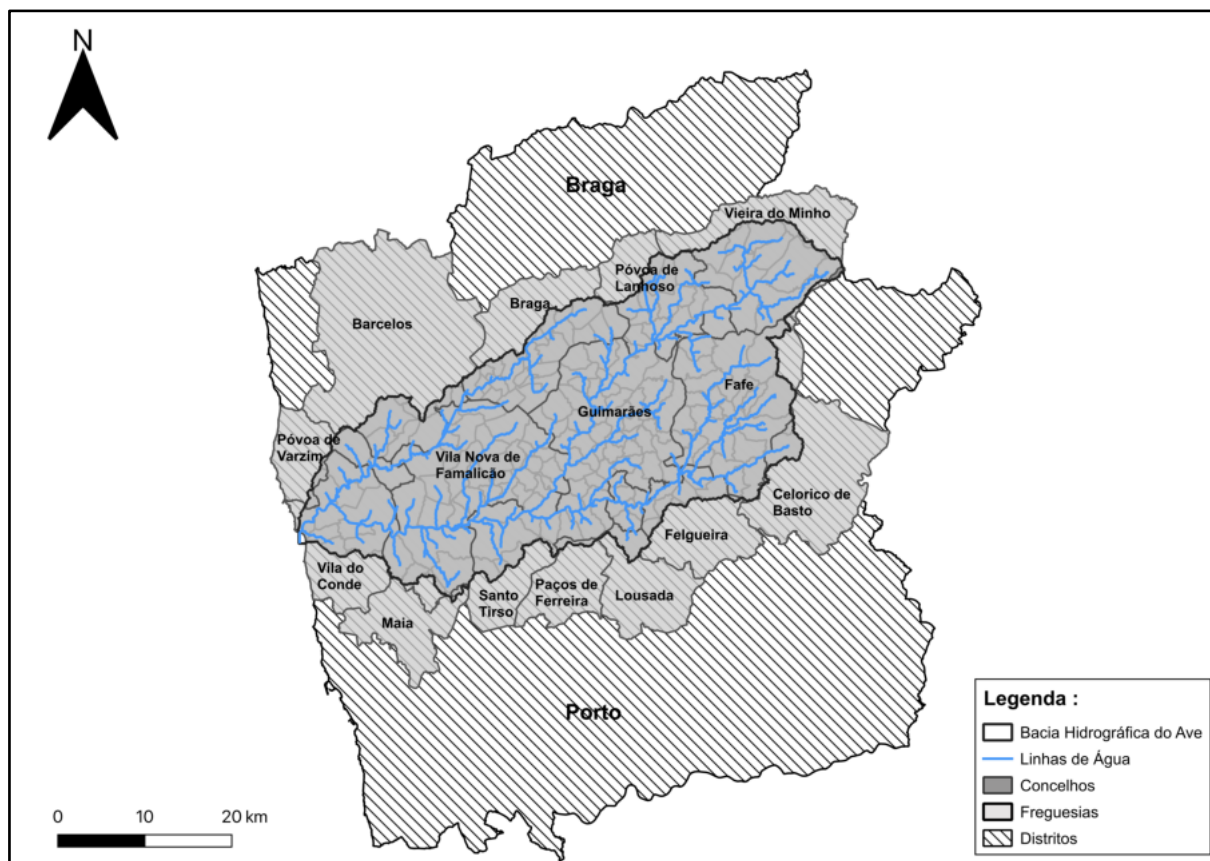


**Figura 16** - Enquadramento administrativo da bacia hidrográfica do Ave. Fonte: Elaboração própria, com recurso aos dados da CAOP (2022) e APA (2021).

O rio Ave nasce na serra da Cabreira a 1260 m de altitude e desagua em Vila do Conde após um percurso de cerca de 100 km, tendo como principais afluentes, na margem direita, o rio Este, que nasce na Serra do Carvalho a cerca de 458 m a nordeste de Braga e, na margem esquerda, o rio Vizela que nasce perto de Gontim, a nordeste de Fafe a 800 m de altitude (Teles, 2002). Segundo a lei da Água (Lei n° 58/2005) que estabelece as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas, está definido que o rio Ave juntamente com o rio Cávado e Leça, pertence à Região Hidrográfica 2 (RH2), (Ferreira, 2016). A bacia hidrográfica do rio Ave apresenta valores de precipitação média anual que variam entre 900 e 3900mm. As regiões mais elevadas ocorrem na Serra da Cabreira, onde se observa, precipitações

médias anuais variando entre 2700 e 3900mm anuais. Existe uma tendência para a precipitação diminuir progressivamente de montante para jusante, ao longo da bacia hidrográfica, registando-se valores inferiores a 1500mm anuais nas zonas próximas da foz do rio Ave (APA, 2014). A região ribeirinha do rio Ave é conhecida pela boa capacidade de recarga natural de água, seja através dos cursos de água ou da infiltração de água da chuva, podendo contribuir para o escoamento dos cursos de água em condições de não exploração (Ferreira, 2016).

A Bacia Hidrográfica do rio Selho concentra-se no concelho de Guimarães, distrito de Braga, possuindo uma orientação dominante de NE-SW (Figura 17) (Costa, 2013).

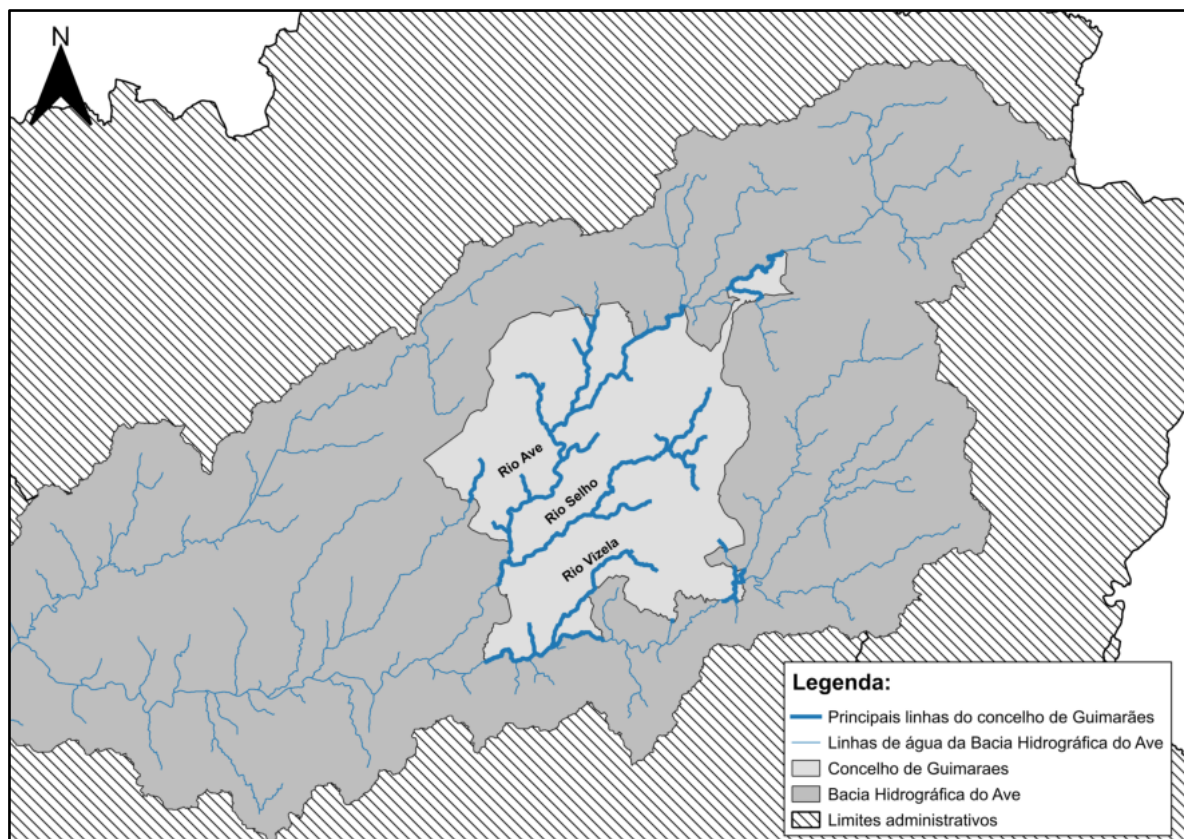


**Figura 17** - Principais linhas de água. Fonte: Elaboração própria, com recurso aos dados da (2022) e APA (2021).

Esta sub-bacia hidrográfica tem a cabeceiras a 580m de altitude em Senhora do Monte (Gonça), no concelho de Guimarães, a cerca de 3,25Km de São Torcato. A sua extensão é de 20908 m, passando quase na totalidade no concelho de Guimarães. (Ferreira, 2016). Na bacia hidrográfica do Rio Selho as altitudes variam entre os 83 m na confluência com o rio Ave até aos 601 m em Santa Marinha, junto às cabeceiras. De referir que os limites SE da bacia (margem esquerda) encontram-se a altitudes mais elevadas que os limites NW (margem direita) (Ribeiro *et. al.*, 2004). O rio Selho tem um desnível de 497 m, resultando um declive baixo de apenas 2,4% no curso principal. Verifica-se uma forte suscetibilidade de ocorrência de cheias, visto que o escoamento

fluvial é dificultado pelo baixo declive médio longitudinal. Em grande parte do curso intermédio e inferior do rio Selho há um escoamento lento que, para além de facilitar a concentração de água, proporciona também o assoreamento do canal, obstruindo o regime fluvial e tornando-o mais intenso em caudais de cheias. (Costa, 2013).

#### 4.2.2 Caracterização demográfica e socioeconómica

Entre os censos apresentados de 1960 a 2021 o concelho de Guimarães conheceu um importante crescimento demográfico, onde atualmente atinge uma população de 156 830 habitantes (Figura 18). No entanto, o crescimento não foi contínuo tendo essencialmente verificado na década de 70 e 80, com uma taxa de crescimento de 21%. A partir do ano de 2001 verificou-se uma inversão da tendência demográfica o que veio a decrescer para -1% no ano de 2021 (Tabela 1).

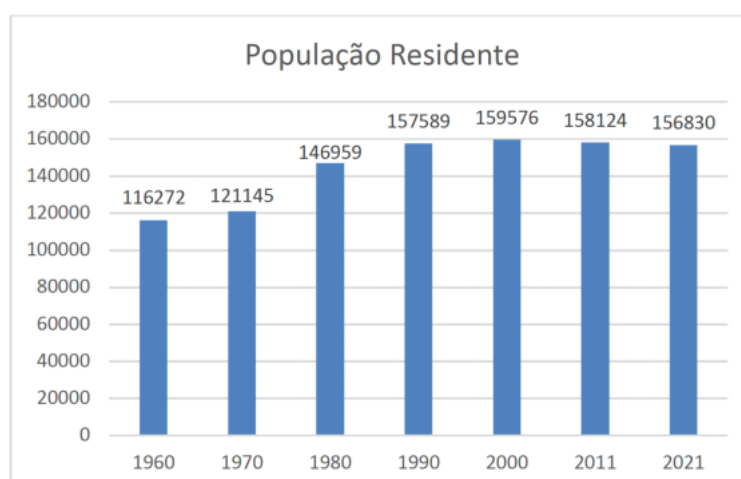


**Figura 18** - População residente no concelho de Guimarães. Fonte: Censos, 2021.

**Tabela 1**- Taxa de crescimento (%) por década da população no concelho de Guimarães.

| Ano       | Taxa de crescimento (%) |
|-----------|-------------------------|
| 1960-1970 | 4 %                     |
| 1970-1980 | 21%                     |
| 1980-1991 | 7 %                     |
| 1991-2001 | 1 %                     |
| 2001-2011 | 0 %                     |
| 2011-2021 | -1 %                    |

Fonte: Censos, 2021.

Guimarães foi o terceiro concelho em que a população mais velha aumentou em Portugal. Há 10 anos o concelho albergava 21.564 pessoas com mais de 65 anos e atualmente conta com mais de 31.239 nessa condição, apresentando 20% de população (Censos, 2021).

No que respeita aos setores de atividade, o setor primário continua presente no norte do concelho com pouca representatividade, contando com 642 pessoas atualmente (Figura 19). O concelho constitui-se como uma das regiões mais altamente industrializadas do país e empregadora de mão-de-obra, sendo esta jovem, maioritariamente feminina e com baixa qualificação.

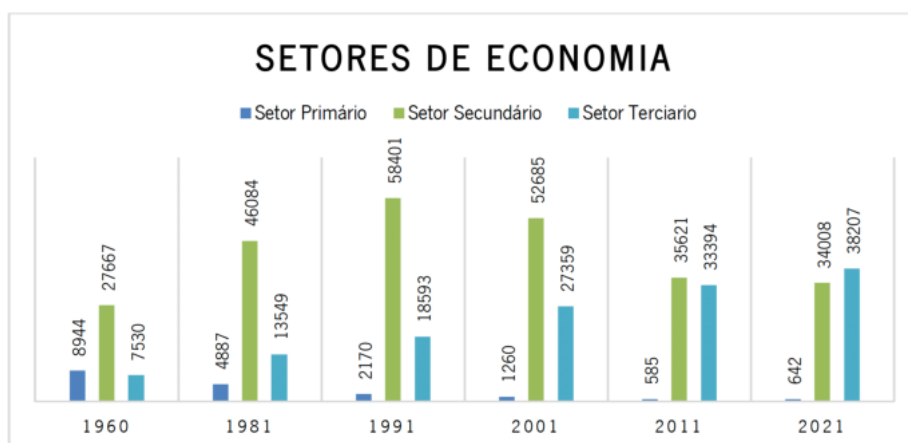


**Figura 19** - Setores de economia. Fonte: Adaptado de Censos (2021).

Desde o século XIX, o rio Ave e os seus afluentes marcaram, de forma singular, a implantação industrial de Guimarães, o que se relaciona com as vantagens associadas às facilidades hídricas para a produção de energia e o abastecimento de água nas diferentes faces dos processos industriais em que esta é utilizada (Costa e Cordeiro, 2013). A indústria têxtil/ vestuário, tem sido, o setor predominante em Guimarães sendo por isso importante o papel dos cursos de água do rio Selho, Vizela e Ave, devido à disponibilidade de água indispensável nas diversas faces do processo produtivo (Costa *et. al.*, 2002). O setor secundário revela-se como atividade económica dominante, em que 70% as empresas representam a indústria têxtil. A indústria de curtumes que foi a atividade pioneira, no século XIX, mantém-se viva, ainda em algumas empresas. Na última década o terciário registou um forte desenvolvimento.

#### 4.2.3 Uso e ocupação do solo

O uso e ocupação do solo (Figura 20) definem a matriz agroflorestal do território onde os solos florestais dominam, com predominância de folhosas (COS, 2018) e matos.

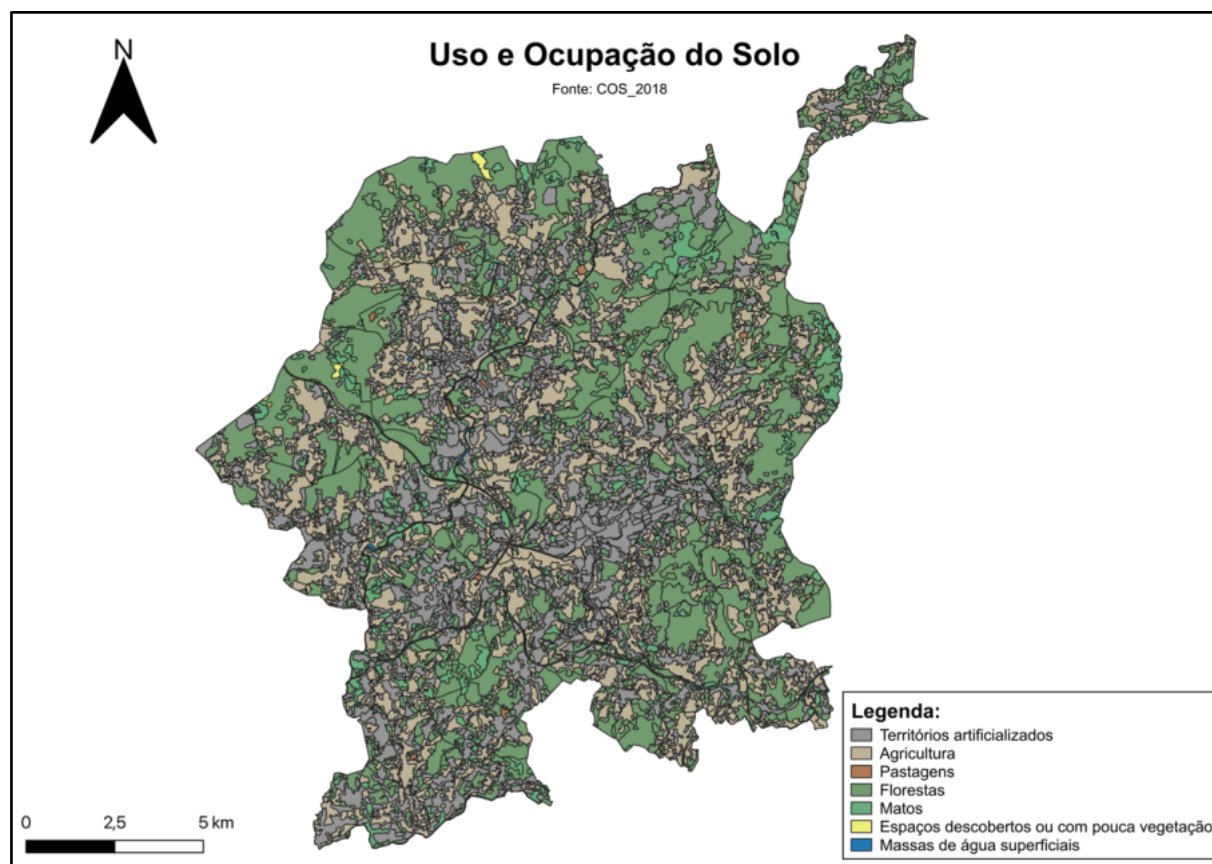


**Figura 20** - Carta de ocupação do solo. Fonte: Elaboração própria, com recurso aos dados da COS (2018).

Também se verifica uma mancha significativa de territórios artificializados, que correspondem a áreas de tecido edificado, áreas industriais, comerciais e áreas dedicadas ao turismo, infraestruturas, rede rodoviária, áreas de serviço, jardins e equipamentos (COS, 2019). Verifica-se também uma grande extensão de áreas agrícolas, constituída por culturas anuais, permanentes e agricultura protegida e viveiros (COS, 2019).

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

A Europa conta com apenas um terço dos seus rios em “bom estado ecológico” de acordo com os critérios da DQA e tem provavelmente mais rios fortemente modificados do que qualquer outra parte do mundo (Belletti. *et al.*, 2020). A extensão da conectividade fluvial continua a ser desconhecidas na maioria dos rios europeus, apesar de o conceito de conectividade fluvial estar consagrado na DQA e de serem exigidos inventários das barreiras físicas nos planos de gestão das bacias hidrográficas (Belletti, *et al.*, 2020). Portugal é um dos países que apresenta uma maior diferença entre o número de barreiras em inventários e as que existem na realidade (Serafim, 2020). Isto é devido ao facto que muitas destas barreiras passam despercebidas devido a que se encontram em locais remotos e de serem de menor porte o que necessita de um exaustivo levantamento de campo para as conseguir cartografar. A maioria destas barreiras contabilizadas foram construídas para controlar o caudal dos rios (açudes), ou para disponibilizar cruzamento de estradas (pontes de pequeno porte). As maiores densidades de barreiras ocorrem nos rios fortemente modificados por toda a Europa os principais fatores são a pressão agrícola, a densidade de travessias entre os rios e estradas e a extensão de águas superficiais e altitude (Belletti *et al.*, 2020).

Diante dessa problemática, o presente capítulo descreve as metodologias utilizadas para identificar e avaliar as pontes e outras estruturas de passagem nas ERAS, compreendendo os principais impactes que exercem nos rios e o risco de inundação. A metodologia combina abordagens de inventariação detalhada, modelação hidrológica e avaliação de riscos, alinhando-se à necessidade exigidas pela DQA.

### 5.1 Inventariação das pontes

O inventário teve por base as fichas técnicas com informações detalhadas sobre as pontes assim como das respetivas secções do rio. Num primeiro passo foi necessário recorrer a informação sobre a caracterização hidromorfológica com base no formulário criado nos anos 90 pela Environment Agency o River Habitat Survey (RHS) já que se trata de um método utilizado pela APA. O RHS serve para caracterizar e avaliar a estrutura física dos troços de água e é um índice composto por uma série de indicadores e informações recolhidas e fichas de trabalho de campo, ao longo de um trecho do rio com 500 m de comprimento (Vieira *et al.*, 2018). O RHS assenta, na avaliação de troços de rios e inclui observações do substrato, escoamento, erosão e depósito no leito, estrutura do coberto vegetal das margens e usos do solo nas áreas imediatamente adjacentes a esta (Medeiros, 2011). Com base no formulário RHS foi elaborada uma ficha de caracterização de pontes para as saídas de campo que

permitiu fornecer informações para o inventário. Na ficha de caracterização de pontes, tivemos em conta dados sobre as características físicas da estrutura, com a estrutura da ponte, material de construção e as dimensões técnicas essenciais. Também consideramos nesta caracterização as anomalias encontradas, com impacte no desempenho, no nível de durabilidade, na estrutural e na segurança da ponte. A informação recolhida para este tópico foi através de trabalhos elaborados na identificação de anomalias em pontes utilizando informação recorrente à instituição das Infraestruturas de Portugal. Neste registo, deve ser feita a descrição da anomalia, assim como a sua localização, da sua causa se for conhecida, e para uma melhor compreensão da sua extensão e intensidade devem ser anexadas fotografias ilustrativas de cada anomalia para que se tenha uma perceção global da anomalia e do seu enquadramento na componente (Sartoti, 2008).

No campo o rio foi percorrido utilizando a fórmula RHS medindo os 500 m a montante da zona inundada sobre a ponte, caminhando pelas margens, onde as condições de segurança o permitiram. Nas situações de maior risco de acessibilidade recorreu-se a registo fotográfico por voo com o drone DJI Mini 2 SE para a obtenção de informação. A avaliação global de campo permitirá identificar as obstruções provocadas pelas estruturas, assim como caracterizar o troço fluvial como também serão recolhidas evidências fotográficas dos aspetos mais relevantes a observar no terreno tanto sobre as características do canal como das pontes.

## 5.2 Matriz de risco

A matriz de risco de inundações é uma ferramenta essencial para avaliar os impactos potenciais das pontes sobre os cursos de água. A elaboração do índice de matriz de risco de inundação seguiu um processo detalhado e multidisciplinar, que envolveu a recolha de diversas fontes bibliográficas, incluindo documentos, planos, artigos e legislação, com o objetivo de identificar os principais fatores que influenciam o risco de Inundações. Esse estudo abrangeu aspetos físicos, ambientais e socioeconómicos da região em análise, proporcionando uma visão abrangente sobre as áreas mais vulneráveis. A análise considerou 4 critérios principais, divididos em 12 subcritérios, cada um com indicadores específicos (Tabela 2). O primeiro critério, referente a característica das pontes abrange 6 subcritérios que investigam aspetos estruturais e funcionas que inclui informações da Infraestruturas de Portugal (2022), complementadas por vários estudos académicos como os de Santos (2007), Ostetto (2019) e Matos (2017). O critério de características das pontes que inclui indicadores como a sua estrutura, dimensões, tipos de apoio, processos hidromorfológicos e deposição de sedimentos, aspetos esse que influenciam diretamente o comportamento do escoamento. O indicador Anomalias foi utilizado para identificar defeitos estruturais e sinais de desgaste que podem comprometer a segurança da ponte e aumentar o risco de inundações.

Foram considerados os critérios de Características das Margens e Leito, cada um abordado por 2 subcritérios referentes às alterações e características de cada um, baseando-se no método RHS e nas metodologias descritas por Medeiros (2011). Estes dois critérios permitiram avaliar como as características físicas do canal fluvial e as alterações naturais e antrópicas podem afetar o comportamento das águas, influenciado a capacidade do rio.

Por fim, o Uso do Solo considerou também 2 subcritérios: ocupação do solo e a presença de materiais artificializados. Esse critério avalia os impactos das atividades humanas e a das infraestruturas nas margens junto à ponte que determinam aspetos socioeconómicos, conforme estabelecidos pelo Decreto-Lei n° 115/2010.

Tabela 2 – Matriz de risco de inundação.

| Características da Ponte 44 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|------------|
| Estrutura 11,44%                  |                                                                            | Pórtico                             | 1     | 2,3        |
|                                   |                                                                            | Viga                                | 3     | 6,9        |
|                                   |                                                                            | Arco                                | 5     | 11,4       |
| Dimensões 3,08%                   |                                                                            | Comprimento                         | 2     | 1,2        |
|                                   |                                                                            | Altura                              | 4     | 2,5        |
|                                   |                                                                            | Largura                             | 3     | 1,8        |
| Tipo de Apoios 16,72 %            | Arcos 13,88%                                                               | Margens                             | 2     | 5,6        |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 11,1       |
|                                   | Pilares 2,84 %                                                             | Margens                             | 2     | 1,1        |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 2,3        |
| Anomalias 0,88%                   | Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo               |                                     | 1     | 0,2        |
|                                   | Elementos de pedra mais salientes (pedrispostos ao Leito)                  |                                     | 3     | 0,5        |
|                                   | Passagem de infraestruturas enterradas sobre as estruturas da ponte        |                                     | 1     | 0,2        |
|                                   | Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                 |                                     | 2     | 0,4        |
|                                   | Formação de banco ou ilhas de areia sobre os pilares inseridos no leito    |                                     | 4     | 0,7        |
|                                   | Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos sobre o leito |                                     | 5     | 0,9        |
| Processos Hidromorfológicos 7,48% | Colmatação de siltes e argilas                                             |                                     | 4     | 6,0        |
|                                   | Assoreamento                                                               |                                     | 5     | 7,5        |
|                                   | Escoamento                                                                 |                                     | 1     | 1,5        |
| Deposição de sedimentos 4,4%      | Imbricado( seixos sobrepostos)                                             |                                     | 2     | 3,0        |
|                                   | Encouraçamento (seixos soltos imóveis)                                     |                                     | 3     | 4,5        |
|                                   | Formação de depositos contínuos de sedimentos (ou barras)                  |                                     | 5     | 7,5        |
| Características do leito 32 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação |
| Materias no leito 10,7%           | Rochoso                                                                    |                                     | 5     | 10,7       |
|                                   | Fino                                                                       |                                     | 2     | 4,3        |
|                                   | Grosso                                                                     |                                     | 4     | 8,6        |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 3     | 6,4        |
|                                   | Tipo de Vegetação                                                          | Sem Vegetação                       | 0     | 0,0        |
|                                   |                                                                            | Hepáticas/Musgo/Líquenes            | 2     | 4,3        |
|                                   |                                                                            | Juncos/Palha Herbácias emergentes   | 1     | 2,1        |
|                                   |                                                                            | Herbácias emergentes de folha larga | 1     | 2,1        |
|                                   |                                                                            | Plantas flutuantes                  | 2     | 4,3        |
|                                   |                                                                            | Flutuantes livres                   | 1     | 2,1        |
|                                   |                                                                            | Anfíbias                            | 2     | 4,3        |
| Folhas lineares submersas         |                                                                            | 1                                   | 2,1   |            |
| Alteração do leito 21,3 %         | Reforçado                                                                  |                                     | 5     | 21,3       |
|                                   | Re-ccionado                                                                |                                     | 3     | 12,8       |
|                                   | Passagem em vau                                                            |                                     | 1     | 4,3        |
|                                   | Acondicionado em secção fechada                                            |                                     | 2     | 8,5        |
| Características das Margens 16 %  |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação |
| Materiais nas margens 5,3%        | Tipo de Vegetação                                                          | Uniforme                            | 1     | 1,1        |
|                                   |                                                                            | Complexa                            | 2     | 2,1        |
|                                   |                                                                            | Simplex                             | 0     | 0,0        |
|                                   |                                                                            | Sem vegetação                       | 2     | 2,1        |
|                                   | lixo/entulhos                                                              |                                     | 2     | 2,1        |
|                                   | Blocos Grandes                                                             |                                     | 4     | 4,2        |
|                                   | Pedra/Seixos                                                               |                                     | 3     | 3,2        |
|                                   | Areias/gravilha                                                            |                                     | 5     | 5,3        |
|                                   | Canalizações/afuentes                                                      |                                     | 3     | 3,2        |
| Alteração das margens 10,7%       | Berma natural                                                              |                                     | 0     | 0,0        |
|                                   | Berma artificial                                                           |                                     | 3     | 6,4        |
|                                   | Reforçada                                                                  |                                     | 2     | 4,3        |
|                                   | Reperfilamento                                                             |                                     | 1     | 2,1        |
|                                   | Vertentes erodidas                                                         |                                     | 5     | 10,7       |
|                                   | Re - seccionada                                                            |                                     | 3     | 6,4        |
| Uso do Solo 9%                    |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação |
| Ocupação do solo 6%               | Matas mistas de folhosas (semi-natural)                                    |                                     | 0     | 0,0        |
|                                   | Plantação de matas mistas de folhosas                                      |                                     | 0     | 0,0        |
|                                   | Substrato rochoso                                                          |                                     | 3     | 1,8        |
|                                   | Desenvolvimento urbano ou sub-urbano                                       |                                     | 2     | 1,6        |
|                                   | Terrenos lavrados                                                          |                                     | 0     | 0,0        |
|                                   | Parques e jardins                                                          |                                     | 3     | 1,8        |
|                                   | Ruínas de edifícios                                                        |                                     | 2     | 1,6        |
|                                   | Área urbana de baixa densidade                                             |                                     | 2     | 1,6        |
|                                   | Área urbana de alta intensidade                                            |                                     | 5     | 2,2        |
|                                   | Industrial                                                                 |                                     | 4     | 2,0        |
| Materiais artificiais 3%          | Agrícola                                                                   |                                     | 0     | 0,0        |
|                                   | Lixo/resíduos                                                              |                                     | 3     | 1,8        |
|                                   | Canalizações/afuentes                                                      |                                     | 3     | 1,8        |
|                                   | Poluição                                                                   |                                     | 3     | 1,8        |
|                                   | Estradas                                                                   |                                     | 3     | 1,8        |

Fonte: Autor.

Após estabelecidos os critérios foi elaborada uma matriz de decisão AHP (Analytic Hierarchy Process), utilizando uma escala fundamental elaborada por Saaty (1987), com este método hierarquizamos os critérios e indicadores por preferências, auxiliando nos processos de tomada de decisões. O método AHP é um processo de tomada de decisão que pressupõe uma hierarquização e identificação de relações entre diferentes parâmetros. Este parâmetro estabelece pesos prioritários alternativos, organizando objetos, critérios e subcritérios numa estrutura hierárquica (Bernasconi *et. al.*, 2010). A aplicação do modelo consiste na atribuição de pesos, com bases na escala, onde 1 equivale ao mínimo e o 9 ao máximo de importância que um fator tem sobre o outro como observado na tabela 3.

**Tabela 3 – Escala fundamental de Saaty.**

| <b>Intensidade de importância numa escala absoluta</b> | <b>Definição</b>                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                      | Igual importância                                                                                                                                |
| 3                                                      | Importância moderada                                                                                                                             |
| 5                                                      | Fortemente mais importante                                                                                                                       |
| 7                                                      | Importância muito forte                                                                                                                          |
| 9                                                      | Extrema importância                                                                                                                              |
| 2,4,6,8                                                | Valores intermédios entre dois julgamentos adjacentes                                                                                            |
| Reciprocidade                                          | Se a atividade i tiver um dos números acima atribuídos a ele quando comparado a atividade então j tem o valor recíproco quando comparado com o i |

Fonte: Adaptado de Saaty (1987).

O método de elaboração da matriz de decisão faz uso de uma escala de comparação que define hierarquicamente a importância entre fatores pré-definidos (Rodrigues, 2017) no caso do Índice de risco de inundação, foram utilizadas as características da ponte, características do leito e das margens e o uso do solo. Após realizar as comparações par-a-par, os dados são inseridos na matriz de comparação, de modo que estes sejam comparados entre si em relação ao nível estabelecido pela tabela de Saaty (1987).

Após a obtenção dos valores ponderados é realizado o cálculo de pesos estatísticos para cada variável, obtendo assim o índice de consistência (IC):

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

No qual n é a ordem da matriz e  $\lambda_{\max}$  o máximo valor dos valores próprios (Rodrigues, 2017). Cálculo de razão de consistência (RC):

$$RC = \frac{IC}{IR}$$

Este processo é importante para determinar a coerência do IC e a confiabilidade (RC) dos dados gerados a partir dos julgamentos, caso ocorra alguma incoerência nos cálculos, este permite que sejam construídos novos pesos (Resende *et. al.*, 2017). Quanto ao cálculo do índice de inconsistência (RC), é preciso usar o valor do Índice Randômico (IR), que é extraído da tabela de valores para matrizes quadradas de ordem n estabelecida pelo *Oak Ridge National Laboratory*, EUA, fornecido de acordo com o número de indicadores utilizados para cálculo AHP (Rezende *et. al.*, 2017). Caso o valor de RC não seja satisfatório, ou seja, que o índice de consistência não for menor que 0,1 ou seja inferior a 10%, considera-se que o valor dos critérios não é consistente, sendo necessário refazer o julgamento da matriz. Se o índice de consistência aparentar ser favorável podemos afirmar que a matriz elaborada é consistente. Após a aplicação do matiz de risco, foi criado o indicador do grau de impacte da ponte sobre o risco, que avalia cada critério e respetivos indicadores de forma qualitativa e quantitativa. Esse índice consolidado adapta a escala de classificação que está estabelecida na DQA, que reflete a intensidade dos impactes dessas estruturas podem exercer sobre a ocorrência de Inundações, (Tabela 4).

**Tabela 4** – Indicador do grau de impacte da ponte sobre o risco.

| Classificação | Intervalo |
|---------------|-----------|
| Muito Alto    | 80 - 100  |
| Alto          | 60 - 80   |
| Médio         | 40 - 60   |
| Baixo         | 20 - 40   |
| Muito Baixo   | 0 - 20    |

Fonte: Autor.

Com o índice de risco de Inundações será possível identificar os principais problemas que estas pontes causam e identificar e definir as medidas corretivas mais adequadas à situação.

### 5.3 Modelação hidrológica e cartografia das zonas inundáveis

A diretiva 2007/60/CE aborda o risco de inundação como o resultado da interação entre a probabilidade física de ocorrência de uma inundação e a exposição de uma determinada comunidade e o seu grau de preparação para o evento em causa (Sousa, 2012).

O Decreto-Lei nº115/2010, artigo 7º prevê que as cartas das zonas inundáveis para áreas de risco cobrem as zonas geográficas suscetíveis de serem inundáveis devem contemplar os seguintes cenários:

- inundação de baixa probabilidade de ocorrência;
- inundação de média probabilidade de ocorrência ( $T \geq 100$  anos);
- inundação de elevada probabilidade de ocorrência ( $T < 100$  anos);

De acordo com a APA (2022), Portugal optou por considerar três cenários de probabilidade associados aos períodos de retorno de  $T=20$ ,  $T=100$  e  $T=1000$  anos, respetivamente para a implementação de modelos hidrológicos e hidráulicos. O período de retorno permite determinar a severidade associada a um evento de cheias, uma vez que a sua gravidade está correlacionada com a frequência de ocorrência (APA, 2022).

A cartografia de inundação requer uma representação tridimensional da área de estudo, sob a forma de modelo digital de terreno (MDT) com base dados de precipitação e a altura das águas. Desta forma obtém-se uma previsão das áreas onde haverá acumulação de água e a localização e magnitude de escoamento superficial. A utilização de softwares como a ferramenta de Sistema de Informação Geografia (SIG), Google Pro, Google Maps, software QGis 3.36.0, vai permitir a produção de cartografia especializada na elaboração de cartas de zonas inundáveis considerando as infraestruturas fluviais existentes com impactes hidrológicos nesse processo. As cartas de inundação podem ser produzidos pelas ferramentas SIG, sendo o software QGIS versão 3.36.0 a ferramenta selecionada para este trabalho. Os dados são processados pelo programa, introduzindo o modelo digital de terreno, e as linhas de refogo, níveis correspondentes aos caudais máximos de cheias para diferentes probabilidades de excedência obtidas no programa HEC-RAS (Sousa, 2012). A qualidade do resultado das cartas de inundação é função dos dados de entrada, tanto no modelo hidráulico como no sistema de informação geográfica.

O HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center, River Analysis System*), é um software gratuito, desenvolvido pelo corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos, permite análises unidimensionais (1D), bidimensionais (2D), ou combinado 1D e cálculos hidráulicos 2D para a rede completa de canais naturais ou construídos (Nascimento, 2017), este programa é usado em engenharia hidráulica para a análise de componentes hidráulicos e capacidade de gerar gráficos e tabelas com resultados das simulações,

introdução de pontes, simulação de redes de canais, secções compostas, estabelecimento de secções transversais com vários pontos de simulação de transporte de sedimentos. Os dados necessários para utilizar a ferramenta HEC-RAS são divididos em dados geométricos e dados hidráulicos. Com a utilização do MDT (ALOS- AW3D30 EPSG:3763, GSD=25m), é possível delimitar o rio indicando as secções transversais, a distância entre diferentes secções transversais, os coeficientes de perda de energia e as estruturas hidráulicas. A representação em planta do rio é necessária para o início do estudo do escoamento fluvial, sendo necessário a localização de vários perfis transversais (Sousa, 2012).

Para proceder à modelação hidrológica utilizaram-se os dados referentes à estação hidrométrica Ponte de Brandão -05G/1H disponível no site SNIRH. Atualmente esta estação ainda se encontra ativa onde fornece dados referentes a:

- caudal instantâneo máximo anual;
- caudal médio diário;
- escoamento mensal;
- nível hidrométrico instantâneo;
- nível médio diário;

Para o cálculo do período de retorno de 100 anos iremos recorrer apenas ao nível médio diário e ao caudal médio diário. No software HEC-RAS, é possível realizar uma simulação de escoamento onde, ao introduzir apenas os valores de altura e escoamento, é gerada a mancha de inundação correspondente ao período de retorno calculado.

## 5.4 O Grau de Exposição e indicadores (GE)

O grau de exposição de uma comunidade GE (maior ou menor proximidade das linhas de água) deve efetuar-se através de parâmetros quantitativos - N° de habitantes, tipo e n° de atividades económicas potencialmente afetadas entre outros (Figura 21) e avaliado numa escala qualitativa (Costa *et. al.*, 2012).

| Grau de Exposição (GE)                                        |                 |             |                     |
|---------------------------------------------------------------|-----------------|-------------|---------------------|
| Indicadores                                                   | Baixa           | Média       | Alta                |
| População afetada (hab)                                       | < 1000          | 1000 - 3000 | > 3000              |
|                                                               | 1               | 2           | 3                   |
| Tipo e n° de alojamentos afetados                             | Hab.abandonadas | Hab Aloj.   | Hab +Aloj.Turístico |
|                                                               | 1               | 2           | 3                   |
| Tipo e n° de atividades económicas afetadas                   | Agr.            | Agr. + Ser. | Agr. + Ser. + Ind.  |
|                                                               | 1               | 2           | 3                   |
| Tipo e n° de património natural afetado (ICNF)*               | MN + PP         | Pn+Rn+PP    | RMR+PN + Pn         |
|                                                               | 1               | 2           | 3                   |
| Tipo e n° de património cultural afetado (IPPAD + IPA)**      | IM              | IIP + IIM   | PM +MN              |
|                                                               | 1               | 2           | 3                   |
| N° de extensão de zonas sensíveis ( Diretiva Subs. Perigosas) | 1               | 2           | 3                   |
| N° de extensões de zonas vulneráveis (Diretiva Nitratos)      | 1               | 2           | 3                   |
| N° de extensão de rede rodoviária afetada                     | Rural           | Municipal   | Nacional            |
|                                                               | 1               | 2           | 3                   |

\*Categorias: Rede Mundial de Reservas UNESCO (RMR); Parque Nacional (PN); Parque Natural (Pn); Reserva Natural (RAN); Paisagem Protegida (PP); Monumento Natural (MN)  
 \*\*Categorias: Património Mundial (PM); Monumento Nacional (MN), Imóvel de Interesse Público, (IIP);Imóvel de interesse Municipal(IIM)

Figura 21 - Critérios do Grau de Exposição. Adaptado de Costa (2009).

Para o cálculo do GE acrescentamos outros indicadores - Tipo e n° de alojamentos e n° extensão de rede rodoviária afetada – relativamente à metodologia preconizada pela DAGRI. Esses indicadores são elementos quando expostos implicam danos e impactes significativos.

Um dos indicadores desenvolvido foi o tipo e n° de habitações que surgiu da necessidade de não existir um indicador que classificasse a exposição face às habitações. Outro indicador que foi acrescentado foi n° de extensão de rede rodoviária afetada. Conforme está estipulado no Decreto- lei n°115/2010, as cartas de risco de inundações devem indicar as potenciais consequências prejudiciais associadas às inundações, assim como infraestruturas rodoviárias e ferroviárias, consideradas críticas, artigo 8º, al. C). Este indicador é particularmente relevante para as estruturas de passagem avaliadas, já que muitas destas estão conectadas à rede rodoviária (rural, municipal e nacional), podendo impactar direta ou indiretamente a população. Assim a inclusão deste indicador tem uma maior abrangência no impacto das inundações.

Os dados necessários para calcular o grau de exposição foram recolhidos dos dados abertos da APA, e da Câmara Municipal de Guimarães. Após calcular o grau de exposição para cada área inundável afetava procedeu-se à avaliação final do grau de exposição apresentado na Figura 22.

| Avaliação Final | Grau de Exposição |
|-----------------|-------------------|
| Baixa           | < 8               |
| Média           | Entre 8 e 14      |
| Alta            | >14               |

**Figura 22** - Avaliação final do Grau de exposição. Adaptado de Costa (2009).

Após a avaliação final sobre o grau de exposição procedeu-se à atualização cartográfica das zonas inundáveis no concelho de Guimarães. De seguida procedeu-se a avaliação dos impactes de inundações das pontes que foram classificadas com alto e muito alto risco de inundações.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Risco de inundação nas Ecovias do Ave e do Selho

De acordo com a APA (2022), dentro da RH2, Guimarães é um dos concelhos que apresenta maior densidade populacional e por sua vez é um dos que contem diversos registos de inundações com impactos para a população. A carta das zonas inundáveis (Incluída no PDM) (Figura 23), as inundações no concelho de Guimarães verificam-se sobretudo nas planícies aluviais do rio Ave. Indica um perímetro de 136,72 Km de áreas sujeitas a inundações sobre o rio Ave e Selho. Deste total, 65,8Km correspondem ao rio Ave e 70,9Km ao rio Selho.

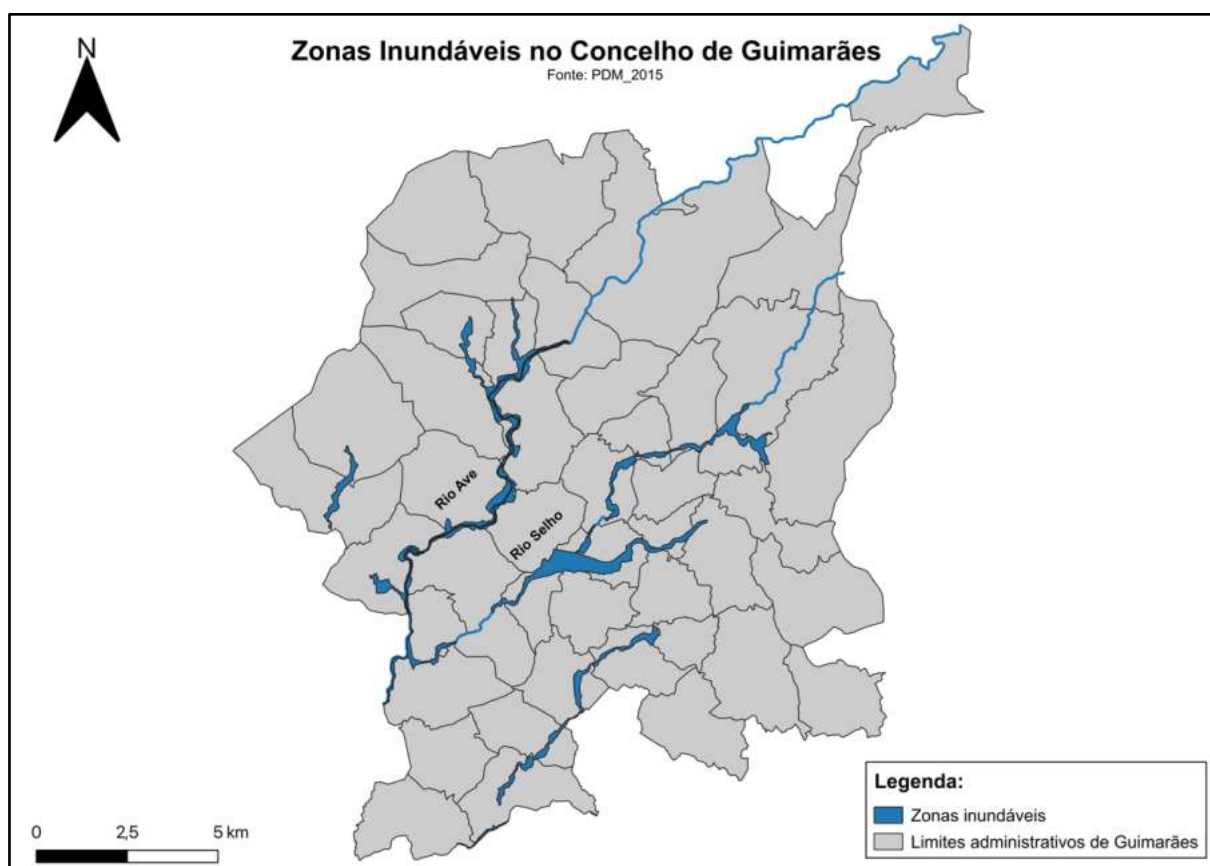


**Figura 23** - Carta das zonas inundáveis no concelho de Guimarães Fonte: Elaboração própria, com recurso aos dados do PDM (2015).

Nas sub-bacias onde as linhas de água correm em vales mais ou menos alargadas e planos, as inundações são mais extensas. Há ainda a considerar as cheias nas pequenas linhas de água e em áreas urbanas, que têm na sua origem condições meteorológicas do tipo “temporal”, em que as precipitações diárias e horárias chegam a atingir valores médios muito elevados. Este tipo de inundações ocorre devido ao sistema hídrico ser constituído por pequenas bacias hidrográficas, de leitos estreitos e com pequena capacidade de vazão, face aos caudais resultantes das precipitações elevadas e repentinas (CMG, 2015).

### 6.1.1 Inundações no rio Ave e rio Selho

As condições particulares do rio Ave, com 27 represas e uma albufeira, numa extensão de 31,5 Km, provocam um regime alterado e dinâmico, essencialmente até à confluência com o rio Vizela (Costa, 2013). Das margens do curso principal do rio Ave, dentro do concelho de Guimarães apresentam características naturais, de 11,2% alteradas por ação antrópica, com muros de cimento ou pedra, utilizados para a proteção das margens de campos agrícolas ou de instalações fabris e habitacionais (Costa, 2013). A mudança do uso do solo pode aumentar a quantidade de escoamento superficial e diminuir a capacidade de absorção de água pelo solo, a probabilidade de cheia, sendo as pontes fatores de risco a considerar. A APA (2022) destaca que a intervenção humana ao longo do rio Ave e afluentes, está muito presente e pode ser observada na construção de pontes, moinhos, diques e centrais elétricas com consequências negativas para o meio envolvente, sendo o curso principal do rio Ave o único da bacia hidrográfica a ser classificado com estado ecológico mau.

É importante destacar que no rio Selho existe uma forte intervenção onde os espaços ribeirinhos são utilizados com finalidades distintas acarretando diversos tipos de degradação dos sistemas aquáticos (Fernandes, 2012), pondo em causa o sistema ribeirinho.

As inundações no rio Ave e Selho contam com impactes normalmente localizados, fundamentalmente nas áreas onde o sistema hídrico é constituído por pequenas bacias hidrográficas de leitos estreitos e com pequena capacidade de vazão face aos caudais resultantes de precipitações elevadas ou repentinas. Podemos apontar estas situações nas sub-bacias de menor dimensão como o rio Selho (Costa, 2007). No curso principal do rio Selho existe suscetibilidade de ocorrência de cheias, visto que o escoamento fluvial é dificultado pelo baixo declive médio longitudinal. Devido às características deste perfil em grande parte do troço do rio há um escoamento lento que, em algumas situações, aumenta ainda mais o caudal de ponta, pois serve como obstrução ao escoamento das águas concentradas (Costa, 2013). A ocupação urbana do corredor fluvial interfere na quantidade de escorrência superficial, o que é sem dúvida mais um fator a ter em conta na génese dos picos de cheias. A existência de estruturas físicas e infraestruturas, quer no leito do rio Selho, quer ao longo das suas margens do rio tais como moinhos, pontes e açudes, interferem na dinâmica fluvial, servindo como obstáculos ao escoamento das águas e ao transporte de sedimentos facilitando a deposição destes (Costa, 2013). Durante as saídas de campo realizadas, foi observado a acumulação de lixo doméstico e entulhos junto às margens. Foram também evidentes sinais de poluição, decorrentes de efluentes domésticos e industriais. Ao percorrer o rio Selho foram registados relatos de descargas ilegais de materiais de construção, e de possíveis impactes na estrutura

das pontes o que pode potencializar as inundações à escala local. Além disso, a área por ser remota estava sujeita ao descarte de lixo, sendo a zona descrita pelos moradores, propensa a inundações (Figura 24).



**Figura 24** - Deposição de lixo nas margens do rio Selho. Fonte: Autor.

Um aspeto de grande relevância é a inadequação dos sistemas de drenagem observados ao longo dos percursos dos dois rios. Durante os períodos de precipitação, a equipa do LP observou várias situações de perturbação dos esgotos que drenavam grande quantidade de água direta para o rio. Tivemos oportunidade de ver uma ocorrência junto da (P 44), próxima ao edifício do LP (Figura 25). A última observação foi no decorrer das saídas de campo onde moradores indicaram estruturas de drenagem que no decorrer de grandes eventos de precipitações libertava água contaminada, inundando os seus campos (Figura 26).



**Figura 25** - Sistema de drenagem junto ao Laboratório da Paisagem. Fonte: Autor.



**Figura 26** - Sistema de drenagem que inundava os campos. Fonte: Autor.

Na ecovia do Ave (ERA) ouvimos relatos de várias inundações que se relacionam com a abertura de barragens/açudes em períodos de grande precipitação. Em 2023 foi noticiado um alerta para a possibilidade de inundações nas freguesias de Guimarães devido às descargas do Ermal/Guilhofrei (Jornal de Guimarães 2023), o que indica ser a principal barragem que afeta o rio Ave em Guimarães. O trabalho de campo e os diálogos estabelecidos com os moradores locais ajudam na identificação dos principais fatores de inundações. A urbanização e a falta de manutenção adequada das infraestruturas de drenagem são os fatores mais referidos pelos moradores.

## 6.2 Zonas inundáveis das Ecovias do rio Ave e Selho

O Rio Ave e Rio Selho tem um importante histórico de inundações que importa conhecer e relacionar com as pontes como fator de risco potenciador nas estações de outono e inverno, daí a necessidade de implementar uma avaliação e gestão dos riscos de inundação nas áreas adjacentes aos rios e em particular nas pontes que cruzam nos cursos de água no território de Guimarães. As ecovias com um total de 51 Km, encontram-se com 61,25% do seu percurso nas zonas inundáveis (Figura 27): 16,58Km na ERS a que corresponde 75,36% do percurso, e 14,66 Km na ERA sendo 50,55% do seu percurso. Essa análise evidencia a necessidade de atenção especial para a gestão das ecovias dada a sua localização nas áreas vulneráveis.

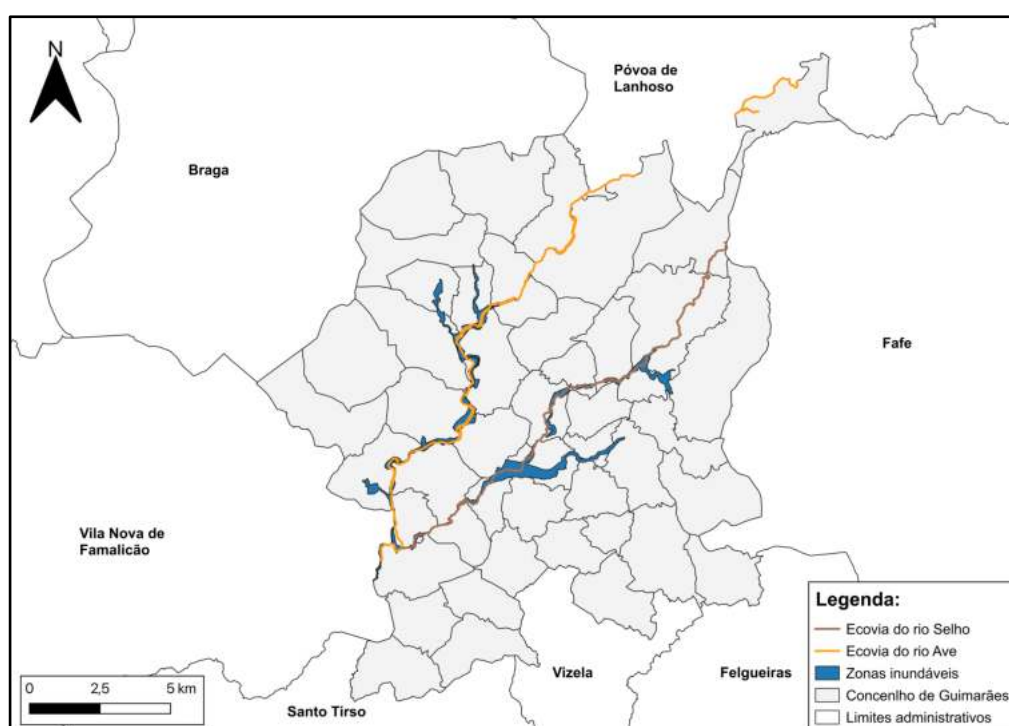


**Figura 27** - Zonas inundáveis no percurso das ecovias. Fonte: Elaboração própria, com recurso aos dados do PDM (2015).

A maior parte das margens junto ao rio Ave e Selho contam com aglomerados populacionais aumentando a exposição face à ocorrência de inundações. Muitas dessas áreas são utilizadas para agricultura e pecuária, mas servem sobretudo a indústria e o desenvolvimento urbano, provocando uma grande dispersão do povoamento, aspeto importante para compreender o elevado número de passagem no concelho.

### 6.3 Grau de Exposição ao perigo de inundação nas Ecovias do Ave e do Selho

O risco de inundação é o resultado da interação entre a ameaça de crise (probabilidade de ocorrência física, o grau de exposição de uma comunidade e a sua (Costa, 2013). A análise consiste na metodologia adaptada do Instituto Nacional da Água (INAG), acrescidos de indicadores específicos como habitações afetadas e redes tendo em conta os danos que podem sofrer durante as inundações. Foi dada a especial atenção às pontes para entender a sua correlação quanto ao grau de exposição ao risco de inundações, utilizando a cartografia do PDM de Guimarães.

A análise indicou que o perímetro total das áreas com alto grau de exposição no concelho é 17,44 Km. A maior extensão encontra-se no rio Selho, em Creixomil, com 9,99 Km, enquanto no rio Ave, em Caldelas, as áreas de alta exposição somam 7,45 Km (Figura 28). No que diz respeito às ecovias, 4,96Km do seu percurso insere-se nas zonas de alto grau de exposição. Desse total, a ERS compreende 3,22 Km, a que corresponde 14,63% do percurso, enquanto a ERA abrange 1,74 Km, o que corresponde 6% do percurso em zonas semelhantes. Ambas as freguesias inseridas no alto grau de exposição têm uma população superior a 5000 habitantes, com um número significativo de residentes expostos às áreas suscetíveis às inundações (Tabela 5).

**Tabela 5 – Grau de Exposição de Creixomil e Caldelas.**

| Indicadores                                    | Creixomil                                               | Grau de Exposição | Caldelas                                        | Grau de Exposição |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------|-------------------|
| População afetada                              | 9923 Hab.                                               | 3                 | 6200 Hab.                                       | 3                 |
| Tipo e nº de alojamentos afetados              | 50 Aloj. / 1 alojamento turístico                       | 3                 | 3 Aloj.; 2 Alojamentos turísticos               | 3                 |
| Tipo e nº de atividades económicas afetadas    | 3 Edifícios de comercio                                 | 3                 | N. D.                                           | 0                 |
| Tipo e nº de património cultural afetado       | 1 Ed. de Saúde; 1 Ed. De Ensino; 2 Ed. de Administração | 3                 | 1 Área e 2 Edifícios de Património Arqueológico | 3                 |
| Tipo e nº de património natural afetado (ICNF) | Extensão de RAN e REN                                   | 2                 | Extensão de RAN e REN                           | 2                 |
| Nº de extensão de zonas sensíveis              | N. D.                                                   | 0                 | Extensão de Zonas Sensíveis                     | 2                 |
| Nº e extensões de zonas vulneráveis            | N. D.                                                   | 0                 | N. D.                                           | 0                 |
| Nº de extensão de rede rodoviária afetada      | Municipal                                               | 2                 | Rurais; municipal                               | 2                 |
| <b>Total</b>                                   |                                                         | <b>16</b>         | <b>Total</b>                                    | <b>15</b>         |

Fonte: Autor.

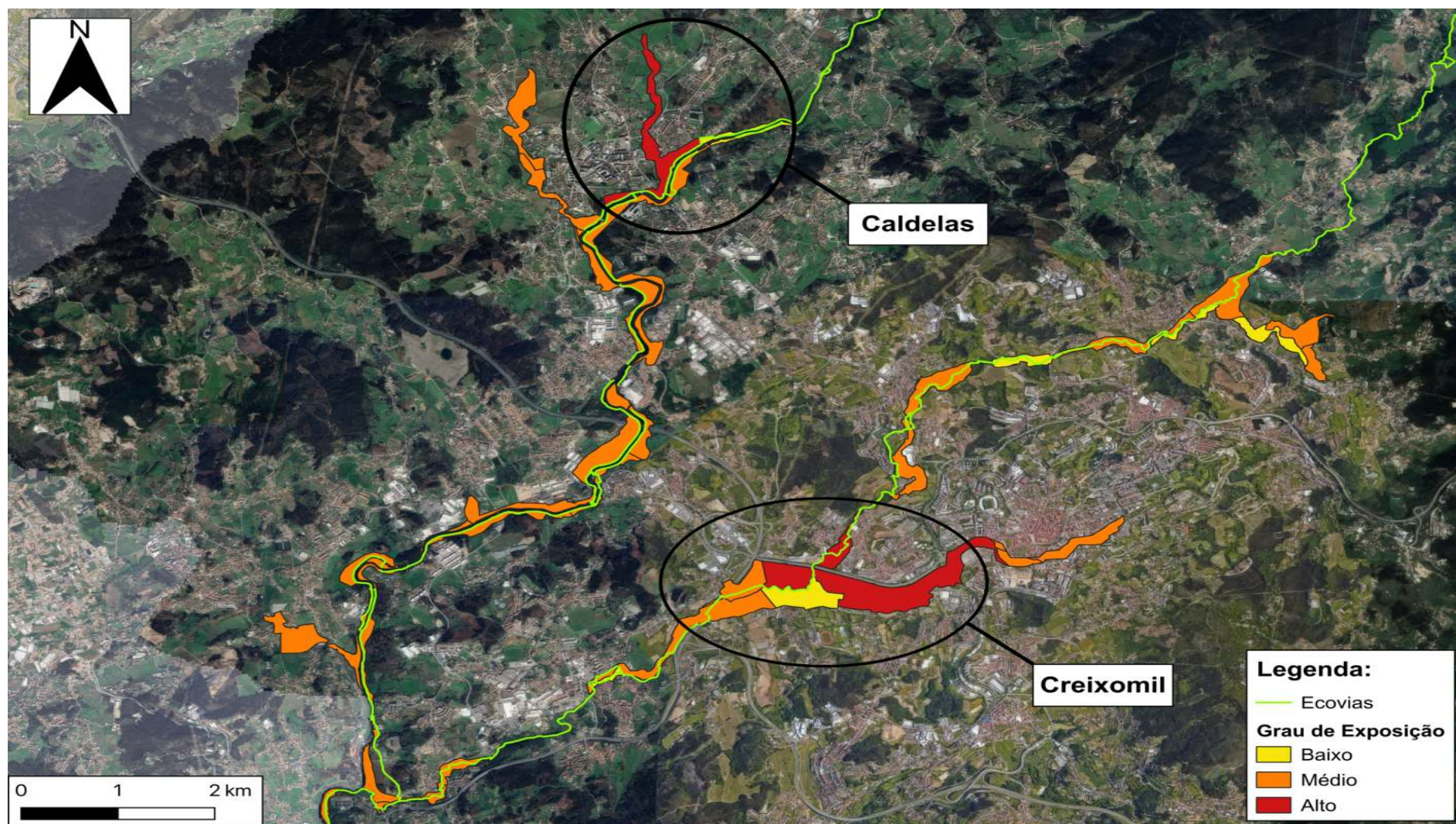


Figura 28 - Grau de Exposição ao risco de inundação no concelho de Guimarães. Fonte: Autor.

O número total de habitações expostas às inundações é de 203 com 167 localizadas no rio Selho e 36 localizadas no rio Ave. Muitas destas habitações algumas em estado precário onde reside uma população envelhecida dependente da agricultura o que aumenta a vulnerabilidade dos impactes das inundações (Figura 29 e 30).



**Figura 29** - Habitações junto às margens do rio Selho. Fonte: Autor.



**Figura 30** - Habitações junto às margens do rio Ave. Fonte: Autor.

Muitas das áreas agrícolas do fundo do vale estão inseridas em área inundável. Nestas propriedades é frequente encontrar moinhos açudes e outros aproveitamentos hidráulicos, a maior parte inativos, a paisagem fluvial em grande parte das zonas inundáveis apresenta um povoamento difusa onde os espaços agrícolas relacionam-se com o tecido urbano. A maior parte dessas atividades e patrimónios afetados encontram-se em áreas urbanizadas na freguesia de Creixomil, caracterizada como uma zona húmida, com elevada ocorrência de inundações.

No que diz respeito à acessibilidade, nota-se que a maioria da rede viária afetada encontra-se em áreas rurais, muitas vezes constituída por passagem de ligações entre campos agrícolas. Foram identificadas 7 estradas municipais e 1 nacional localizadas em área inundável. A Portaria n° 188/2021 de 8 de setembro, aprova a revisão da identificação de zonas sensíveis, para efeitos da aplicação do Decreto – Lei n° 152/97, de 19 de Junho, nos termos do n° 1 do artigo 3° deste mesmo artigo. O rio Ave encontra-se classificado como sensível desde a afluência da Ermal-Guilhofrei até à confluência no rio Selho. No património afetado nota-se que existem edifícios de diferentes funcionalidades indispensáveis à população, são destacados edifícios de administração, ensino, saúde e locais de culto, também encontramos património (cultural e arqueológico) inserido em áreas de inundações com destaque nas pontes romanas.

#### **6.4 Cartografia de zonas inundáveis e grau de exposição: O caso do rio Selho**

Para a elaboração da carta das zonas inundáveis no rio Selho, foi escolhido o período de retorno de 100 anos, o que corresponde a uma inundação de média ocorrência. O objetivo desta carta é realizar uma análise exploratória do risco de inundação na área. Este estudo torna-se relevante devido à desatualização das cartas de inundação no concelho de Guimarães, sendo que a cartografia mais recente é datada ao ano de 2011. Os dados para a realização desta carta utilizamos os dados da estação hidrométrica da Ponte de Brandão que estão disponíveis até 2013 de forma incompleta.

De uma maneira geral as margens do rio Selho em quase toda a extensão principalmente no setor intermédio e na foz são inundáveis compreendendo um perímetro total de 57,39 Km (Figura 31). Dentro dessas áreas sujeitas a inundações, a ecovia percorre 19,61 Km cerca de 89,13% do seu percurso.

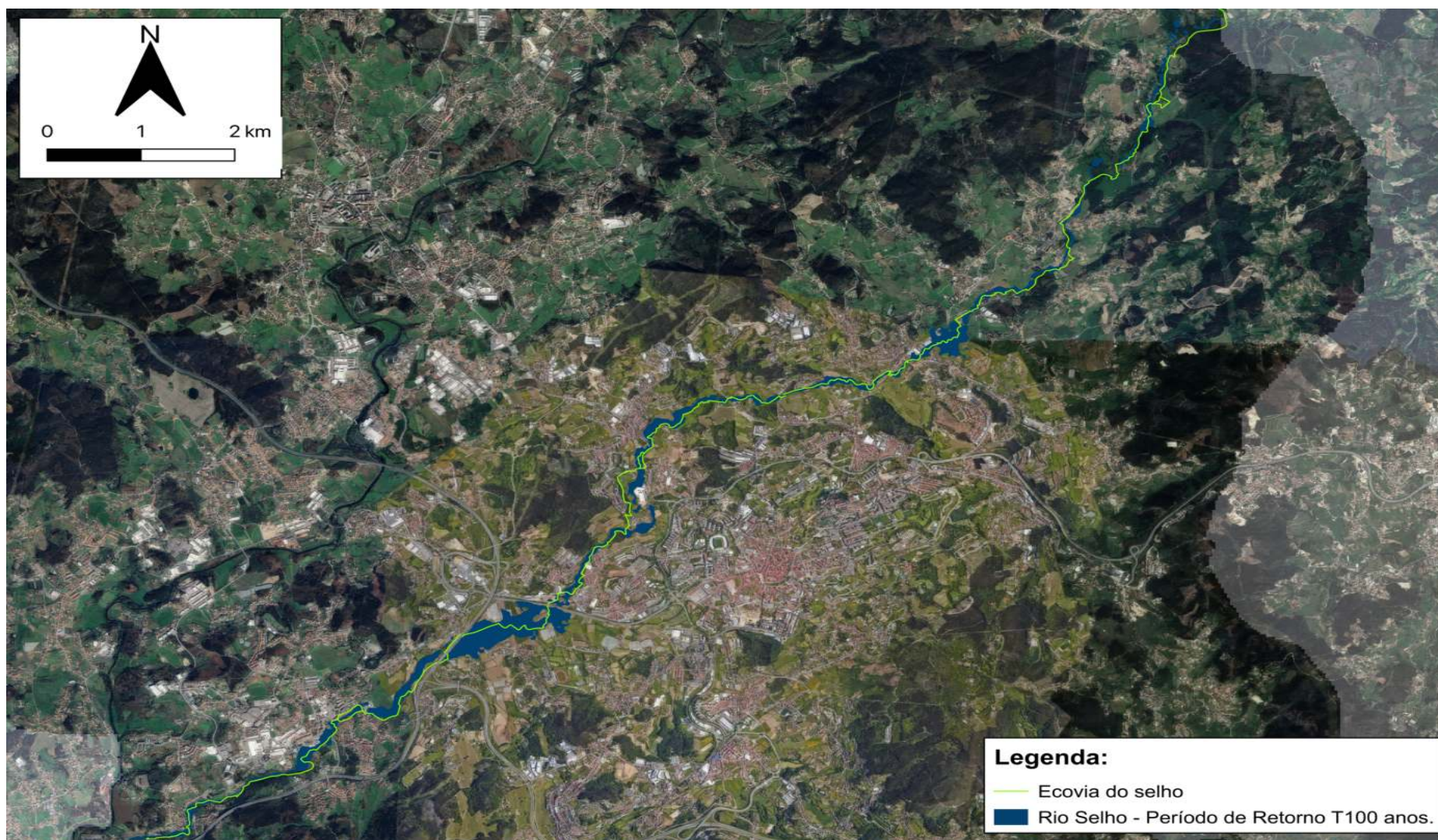


**Figura 31** - Zonas inundáveis no rio Selho com período de retorno 100 anos. Fonte: Autor.

Na figura 31, Selho São Jorge e São Torcato estão incluídas nas áreas propensas à inundação o que está de acordo com vários relatos que ouvimos durante as saídas de campo e que foram noticiadas pelos jornais locais:

*“Em São Torcato, há registo de uma inundação na Rua Padre Arieira, em que os bombeiros de Guimarães foram chamados a proceder ao escoamento de água da via. Ainda em S. Torcato registou-se a queda de uma árvore, na Rua de Campainhas que os serviços da Junta de Freguesia foram chamados a resolver (Guimaraesdigital, 2024).”*

*“Em Selho São Jorge, na Rua Souto de Cima, cerca das 6h00, a inundação numa habitação obrigou também à intervenção dos bombeiros. À mesma hora, igualmente a inundação de uma residência ocorreu na Rua Comendador Manuel Pereira Bastos, em Urgezes (Guimaraesdigital, 2024).”*

Esses eventos reforçam a necessidade de atualização da cartografia referente às zonas inundáveis e a importância de incluir os cursos de água de afluência mais importante. As estações hidrométricas, aliadas a ferramentas de modelação e SIG, são fundamentais para o monitoramento contínuo e a gestão eficaz dos recursos hídricos. No que diz respeito a carta do grau de exposição do rio Selho com o período de retorno de 100 anos verificamos a predominância do grau médio de exposição (Figura 34). A freguesia Selho Jorge que está classificada como grau alto de exposição o que não encontramos na carta de zonas inundáveis do PDM (2015) como é observado na Tabela 6.

**Tabela 6 – Grau de Exposição de Selho S. Jorge.**

| Indicadores                                    | Selho S. Jorge        | Grau de Exposição |           |
|------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------|
| População afetada                              | 5905 Hab.             | 3                 |           |
| Tipo e nº de alojamentos afetados              | 9 Aloj.               | 2                 |           |
| Tipo e nº de atividades económicas afetadas    | Agr./1 Indústria      | 3                 |           |
| Tipo e nº de património cultural afetado       | N. D                  | 0                 |           |
| Tipo e nº de património natural afetado (ICNF) | Extensão de RAN e REN | 2                 |           |
| Nº de extensão de zonas sensíveis              | 1 ETAR                | 3                 |           |
| Nº e extensões de zonas vulneráveis            | N. D                  | 0                 |           |
| Nº de extensão de rede rodoviária afetada      | Municipal/Rural       | 2                 |           |
|                                                |                       | <b>Total</b>      | <b>15</b> |

Fonte: Autor.



Figura 32 - Carta do Grau de Exposição do rio Selho. Fonte: Autor

No rio Selho o número de habitações expostas ao risco de inundação é de 69 o que podemos considerar como baixo. Essa redução pode ser atribuída à limitação dos dados utilizados, que consideraram apenas o rio Selho e não os seus afluentes devido à indisponibilidade de dados, o que reduz a convergência entre os cursos de água. Essa limitação é particularmente relevante para a freguesia de Creixomil, devido ao facto de não ter sido incluída a confluência com a Ribeira Costa - Couros, o principal afluente do rio Selho. No que refere às atividades económicas destaca-se uma diminuição no número de estabelecimentos afetados, embora a maior extensão das zonas inundáveis tenha revelado que 5 fábricas estão propensas a inundações. Quanto ao património cultural, apenas um local de culto foi identificado para além das pontes classificadas.

A rede rodoviária ela concentra-se na sua maioria nas ligações rurais e apresenta um grau de exposição médio. No entanto, existe um aumento da exposição que interferem nas estradas municipais devido à maior extensão das zonas inundáveis.

## 6.5 Risco de inundação e a exposição das pontes das Ecovias do Rio Ave e Selho.

No concelho de Guimarães temos um número significativo de estruturas sobre os rios. No rio Ave, foram registadas de 52 estruturas sendo que 20 (38,5%) correspondiam a pontes. Para o rio Selho registou-se 67 estruturas correspondentes a 42 (62,7%) a pontes (Vieira *et. al.*, 2016). Na área de estudo procedeu-se ao levantamento de pontes que intersetavam sobre o percurso das ERAS com recurso a Geodatabase fornecida pelo LP. Quanto à ERA utilizamos ferramentas de sistemas geográficos para a identificação das pontes que intersetavam. Após a análise conclui-se que as estruturas a serem avaliadas quanto ao seu impacto no risco de inundação na ERA são 11 pontes e 12 pontes na ERS como observado na figura 33.

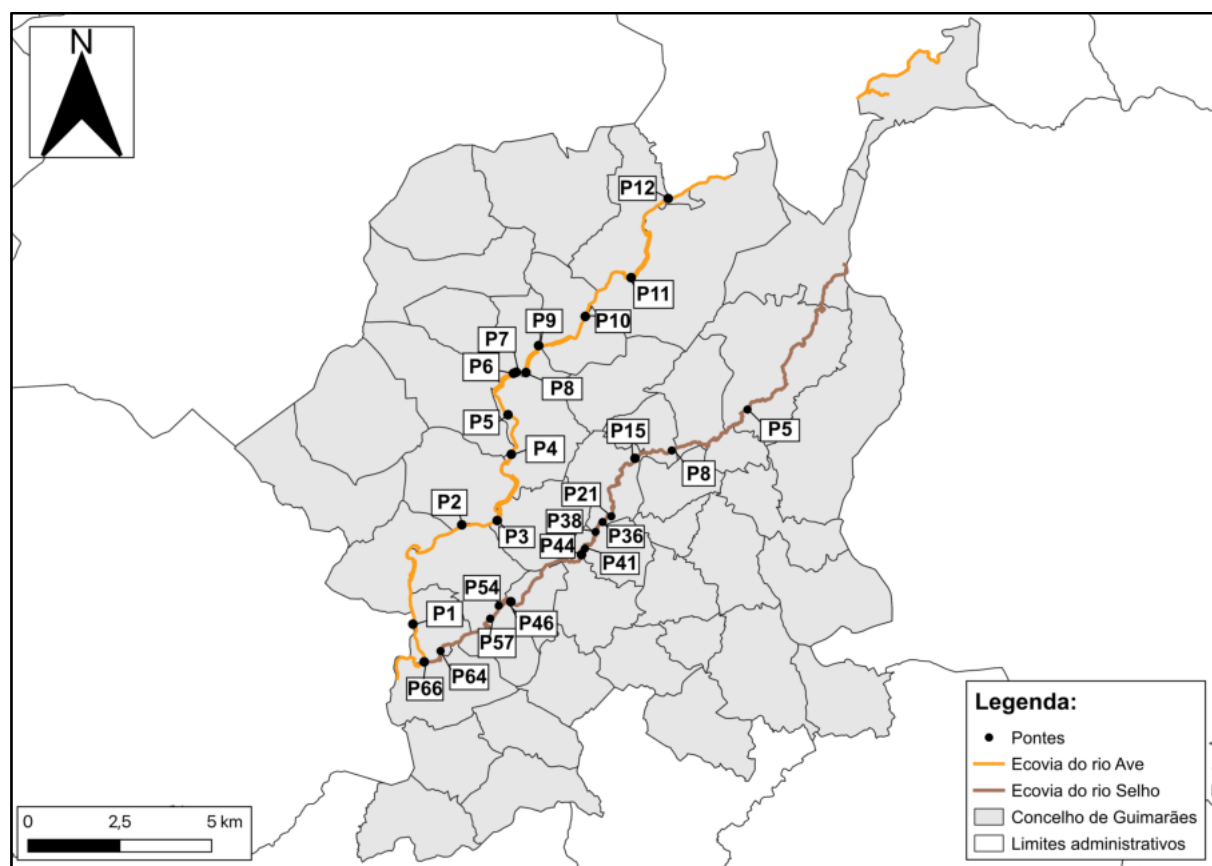


**Figura 33** - Pontes sobre as Ecovias do rio Ave e Selho. Fonte: Elaboração própria, com recurso aos dados do Laboratório da Paisagem.

Algumas pontes estão inseridas em ambientes considerados de forte degradação ambiental estando as suas estruturas sujeitas à ação de diversas patologias da construção em função do seu uso contínuo e da falta de programas preventivos de manutenção na maior parte dos casos (Mendes *et. al.*, 2022). Os fatores de risco de inundação associados à presença de pontes estão relacionados com aspetos técnicos da sua estrutura nomeadamente a baixa altura e os pilares construídos sobre o leito.

O número de pilares e a sua concentração sobre o rio tendem a provocar maiores impactes hidrológicos no escoamento das águas, o tipo de ponte – Pórtico, Arco e Viga - e as suas dimensões podem também constituir-se como obstáculo ao normal escoamento do caudal dos rios. Estas duas situações interferem na secção hidráulica do rio e tendem a promover a acumulação de detritos e sedimentos o que pode levar à constituição de bancos e ilhas de areias. Os processos de assoreamento e desassoreamento do leito do rio podem afetar a estabilidade da estrutura (Silva, 2008). De acordo com Costa (2007) a preocupação dos impactes nas estruturas das pontes provocadas pelas cheias obrigou a incluir na construção de pontes os cálculos relativos à avaliação do caudal de cheia a prever. Até 1968, os projetos sobre pontes não incluíram o estudo hidráulico, o que passou a acontecer com a publicação do Decreto-lei n° 48373 de 8 de maio.

Pela sua estrutura as pontes romanas e românicas a afetam significativamente o escoamento das águas tornando-se um fator de risco de inundação. O número de pontes com estas características é de 8 , (Tabela 7) 3 sobre o rio Ave e 5 sobre o rio Selho e revelam ter um impacte significativo, conforme observado nos vários trabalhos de campo realizados. As pontes romanas no território de Guimarães, podendo ter um impacto significativo devido a características específicas da sua estrutura. Das pontes apresentadas na tabela, 5 interseam as ecovias, 2 na ERS e 3 na ERA.

**Tabela 7 - Pontes Romanas e Românicas de Guimarães.**

| Pontes Romanas e Românicas em Guimarães |                         |
|-----------------------------------------|-------------------------|
| Rio Ave                                 | Rio Selho               |
| Ponte de Donim (P12)                    | Ponte S. Lourenço       |
| Ponte de Campelos (P4)                  | Ponte de Roldes         |
| Ponte de Serves (P1)                    | Ponte da Pisca (P44)    |
|                                         | Ponte do Soeiro (P66)   |
|                                         | Ponte de Jorge de Selho |

Fonte: Autor.

A maior parte das pontes romanas apresenta os seus arcos colmatados devido ao longo processo de assoreamento. Nota-se que muitas das pontes mais antigas constituem um importante fator de risco de inundação devido à dinâmica fluvial e os processos associados que resultam numa forte modificação hidromorfológica do rio. Acresce a este processo de crescimento urbano e a intensiva utilização agrícola que se tem verificado junto às margens aumentando a exposição a população dos espaços ribeirinhos, em alguns casos verificamos devido à debilidade das estruturas e a má conceção em termos de vazão, de muitas pontes, foram responsáveis por algumas situações de queda e destruição (Costa, 2007).

As pontes com maiores preocupações, são as de construções antigas, onde se encontram fatores relevantes, tais como a largura e/ou configuração dos pilares construídos sobre o leito do rio. As pontes romanas contam com uma importante interferência fluvial, devido aos seus pilares e arcos largos capazes de provocar um efeito regressivo das águas e arcos relativamente pequenos para a resposta de uma inundação (Vieira *et. al.*, 2016).

No rio Selho, assim como no rio Ave predominam as pontes em viga. Estas estruturas são geralmente de menores dimensões e possuem poucos pilares sobre leito do rio. Muitas dessas pontes foram classificadas como pontes em viga devido a sua semelhança, mas muitas destas estruturas mostram-se improvisadas e irregulares. A maioria das pontes analisadas que percorrem as ecovias podem ser classificadas como pequeno porte (inferiores a 10 m)( *Environment Agency*, 1997). Estas são predominantemente utilizadas para a passagem de veículos ligeiros e pedestres.

## 6.6 Análise descritiva das pontes de alto e muito alto risco de inundação em áreas de médio e alto risco de exposição

De acordo com a matriz de risco, concluímos que na ERS, 5 pontes foram classificadas com alto risco de inundação e 2 de risco muito alto. Na ERA, 6 pontes foram classificadas com alto risco de inundação e 5 como muito alto risco de inundação (Tabela 8). No total foram contabilizadas 18 pontes classificadas como risco alto e muito alto nas ERAS.

**Tabela 8** - Pontes classificadas como alto e muito alto risco de inundação face à matriz de risco.

| Pontes sobre as ERAS    |                               |                         |                               |
|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Rio Selho               |                               | Rio Ave                 |                               |
| Alto Risco de Inundação | Muito Alto Risco de Inundação | Alto Risco de Inundação | Muito Alto Risco de Inundação |
| P 8 - 70,4 %            | P 44 – 95,6%                  | P 5– 60,4%              | P1- 80,4 %                    |
| P 15 – 62,9%            | P 66 – 88,6%                  | P 7 – 65%               | P 4 – 81,1%                   |
| P 21 – 79,2%            |                               | P 3- 65,4%              | P 11- 92%                     |
| P 36 – 78%              |                               | P 8 - 68,7%             | P 10- 96,1%                   |
| P 41 – 64,3%            |                               | P 9 – 68,7%             | P 12 – 96,3%                  |
|                         |                               | P 6 – 79,8%             |                               |

Fonte: Autor.

De seguida cartografamos as pontes com classificação alto e muito alto risco de inundação cruzando com o grau de exposição. Observamos que pontes com maior nível de problemática ao risco de inundação estão localizadas em áreas com médio e alto grau de exposição (Figura 34). Estas estão principalmente localizadas no rio Selho a jusante da área urbana de Guimarães e no rio Ave nas freguesias situadas setentrionais do concelho.

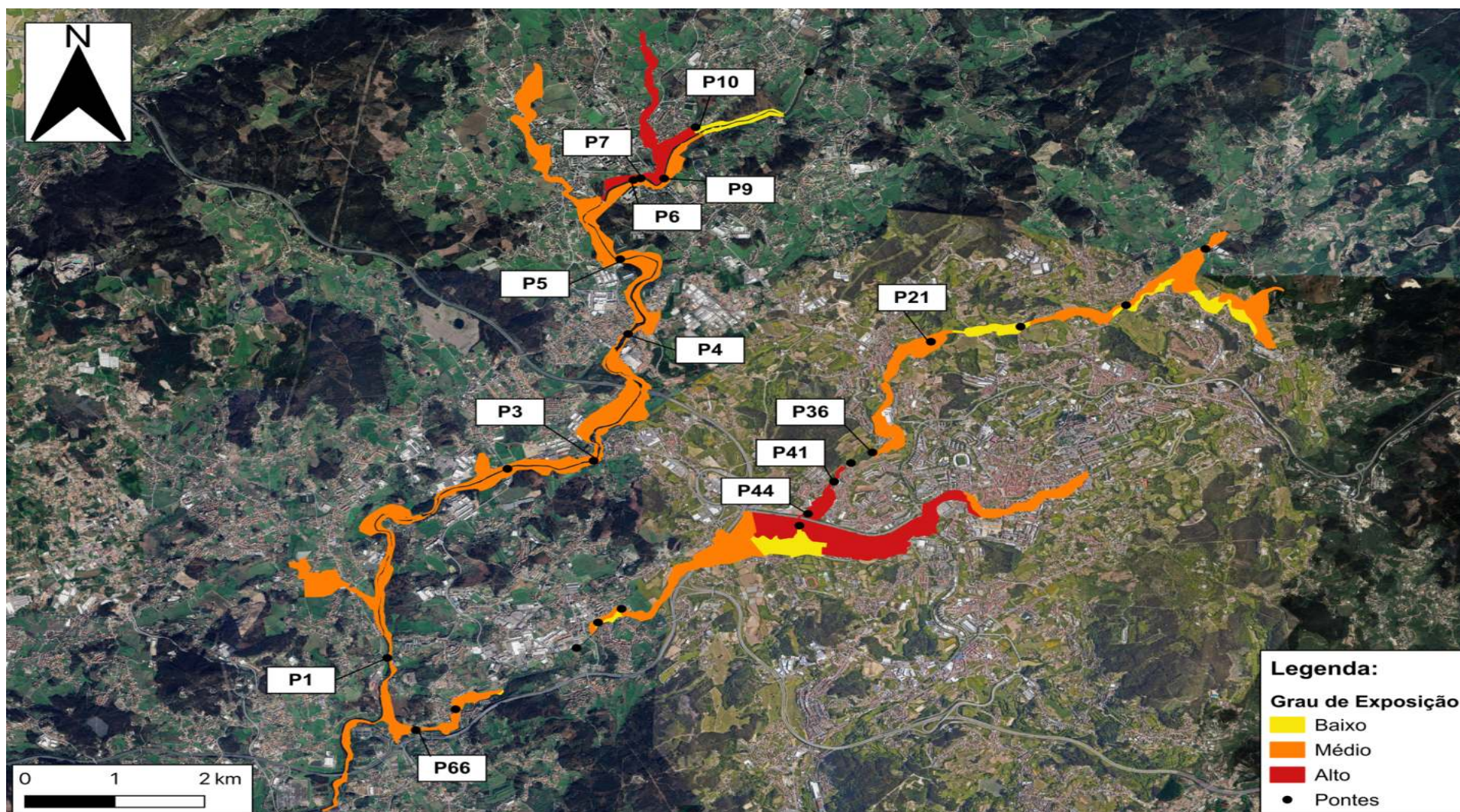


Figura 34 - Carta das pontes sobre o Grau de Exposição. Fonte: Autor.

No total foram identificadas 13 pontes classificadas como as mais problemáticas, 8 no rio Ave e 5 no rio Selho (Tabela 9).

**Tabela 9** - Pontes classificadas com alto e muito alto risco de inundação, localizadas em áreas de médio e alto grau de exposição.

| Pontes sobre o Grau de Exposição |              |             |             |
|----------------------------------|--------------|-------------|-------------|
| Rio Selho                        |              | Rio Ave     |             |
| Médio                            | Alto         | Médio       | Alto        |
| P 21 – 79,2%                     | P 41 – 64,3% | P1- 80,4 %  | P 6 – 79,8% |
| P 36 – 78%                       | P 44 – 95,6% | P 3- 65,4%  | P 7 – 65%   |
| P 66 – 88,6%                     |              | P 4 – 81,1% | P 9 – 68,7% |
|                                  |              | P 5– 60,4%  | P 10- 96,1% |

Fonte: Autor.

Podemos concluir que 5 das pontes classificadas como alto e muito alto risco de inundação não estão inseridas em áreas com elevado grau de exposição face às inundações. Além disso, observamos que a P 45, classificada com baixo risco está localizada na área de alta exposição do rio Selho, não se mostrando problemática porque o meio inserido é agrícola não pondo em causa quais quer danos.

Também encontramos situações de pontes como é o caso da ponte de Donim que mesmo não estando na área atualizada é também sujeita a inundações. Nas margens desta ponte, existem aglomerados urbanos significativos, e mesmo não estando incluída na zona inundável, em 2013, uma forte precipitação causou graves inundações em diversas freguesias do concelho de Guimarães. Entre as áreas afetadas, estavam, Logos, Barco, Donim, Sande S. Martinho e Brito, resultando em mais de uma dezena de habitações inundadas (Guimaraestv, 2013). Esse cenário ressalta a lacuna da carta de zonas inundáveis atual (2015), que não podemos atualizar para o rio Ave sublinhando a necessidade urgente de atualização para aprimorar a prevenção e gestão dos riscos de inundação no concelho.

A análise descritiva baseia-se em dois indicadores principais: as características estruturais das pontes e as características físicas e humanas no leito e margens do rio até 500m para montante (segundo a metodologia do RHS), com o objetivo de identificar problemas específicos e propor medidas corretivas e preventivas adequadas.

### 6.6.1 Pontes sobre o rio Selho

#### Ponte 21

**Tabela 10 - P21: Características estruturais.**

|                                                                                     |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Localização: Fermentões</b>                                                      |            |
| <b>Tipo de Estrutura: Viga</b>                                                      |            |
|  |            |
| Data: 16/02/2024                                                                    |            |
| <b>Estado de conservação: Mau</b>                                                   |            |
| <b>Altura: 0,62 m</b>                                                               |            |
| <b>Largura: 3,15 m</b>                                                              |            |
| <b>Comprimento: 6,7 m</b>                                                           |            |
| <b>Apoios nas margens: 2</b>                                                        |            |
| <b>Apoios no leito: 2</b>                                                           |            |
| <b>Natureza do tráfego: Pedestres</b>                                               |            |
| <b>Processos hidromorfológicos</b>                                                  |            |
| <b>Colmatação</b>                                                                   | <b>Não</b> |
| <b>Assoreamento</b>                                                                 | <b>Sim</b> |
| <b>Deposição</b>                                                                    | <b>Não</b> |
| <b>Grau de Exposição: Médio</b>                                                     |            |
| <b>Índice de risco de inundação: Alto</b>                                           |            |

Fonte: Autor.

Tabela 11 - P21: Matriz de risco.

| Características da Ponte 43 %     |                                                                            |                                     | Valor    | Ponderação % |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------|--------------|
| Estrutura 11,18%                  |                                                                            | Pórtico                             | 1        | 2,2          |
|                                   |                                                                            | Viga                                | 3        | 6,7          |
|                                   |                                                                            | Arco                                | 5        | 11,2         |
| Dimensões 4,3%                    |                                                                            | Comprimento                         | 2        | 1,7          |
|                                   |                                                                            | Altura                              | 4        | 3,4          |
|                                   |                                                                            | Largura                             | 3        | 2,6          |
| Tipo de Apoios 16,34 %            | Arcos 13,56%                                                               | Margens                             | 2        | 5,4          |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4        | 10,8         |
|                                   | Pilares 2,78 %                                                             | Margens                             | 2        | 1,1          |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4        | 2,2          |
| Anomalias 0,86%                   | Alteração significativa da secção de vazio ao longo do tempo               |                                     | 1        | 0,2          |
|                                   | Elementos de pedra mais salientes (predispostos ao Leito)                  |                                     | 3        | 0,5          |
|                                   | Passagem de infraestruturas enterradas sobre as estruturas da ponte        |                                     | 1        | 0,2          |
|                                   | Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                 |                                     | 2        | 0,3          |
|                                   | Formação de banco ou ilhas de areia sobre os pilares inseridos no leito    |                                     | 4        | 0,7          |
|                                   | Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos sobre o leito |                                     | 5        | 0,9          |
| Processos Hidromorfológicos 7,31% | Colmatação de siltes e argilas                                             |                                     | 4        | 5,8          |
|                                   | Assoreamento                                                               |                                     | 5        | 7,3          |
|                                   | Escoamento                                                                 |                                     | 1        | 1,5          |
| Deposição de sedimentos 4,3%      | Imbricado (seixos sobrepostos)                                             |                                     | 2        | 1,7          |
|                                   | Encouraçamento (seixos soltos imóveis)                                     |                                     | 3        | 2,6          |
|                                   | Formação de depósitos contínuos de sedimentos (ou barras)                  |                                     | 5        | 4,3          |
| Características do leito 30 %     |                                                                            |                                     | Valor    | Ponderação   |
| Materiais no leito 10%            |                                                                            | Rochoso                             | 5        | 10,0         |
|                                   |                                                                            | Fino                                | 2        | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Grosso                              | 4        | 8,0          |
|                                   |                                                                            | Lixo/entulhos                       | 3        | 6,0          |
|                                   | Tipo de Vegetação                                                          | Sem Vegetação                       | 0        | 0,0          |
|                                   |                                                                            | Hepáticas/Musgo/Liquenes            | 2        | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Juncos/Palha Herbáceas emergentes   | 1        | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Herbáceas emergentes de folha larga | 1        | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Plantas flutuantes                  | 2        | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Flutuantes livres                   | 1        | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Anfibias                            | 2        | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Folhas lineares submersas           | 1        | 2,0          |
| Alteração do leito 20 %           | Reforçado                                                                  |                                     | 5        | 20,0         |
|                                   | Rececionado                                                                |                                     | 3        | 12,0         |
|                                   | Passagem em vau                                                            |                                     | 1        | 4,0          |
|                                   | Acondicionado em secção fechada                                            |                                     | 2        | 8,0          |
| Características das Margens 17 %  |                                                                            |                                     | Valor    | Ponderação   |
| Materiais nas margens 5,7%        | Tipo de Vegetação                                                          | Uniforme                            | 1        | 1,1          |
|                                   |                                                                            | Complexa                            | 2        | 2,3          |
|                                   |                                                                            | Simplex                             | 0        | 0,0          |
|                                   |                                                                            | Sem vegetação                       | 2        | 2,3          |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 2        | 2,3          |
|                                   | Blocos Grandes                                                             |                                     | 4        | 4,6          |
|                                   | Pedra/Seixos                                                               |                                     | 3        | 3,4          |
|                                   | Areias/gravilha                                                            |                                     | 5        | 5,7          |
| Alteração das margens 11,33%      | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3        | 3,4          |
|                                   | Berma natural                                                              |                                     | 0        | 0,0          |
|                                   | Berma artificial                                                           |                                     | 3        | 6,8          |
|                                   | Reforçada                                                                  |                                     | 2        | 4,5          |
|                                   | Reperfilamento                                                             |                                     | 1        | 2,3          |
|                                   | Vertentes erodidas                                                         |                                     | 5        | 11,3         |
|                                   | Re - seccionada                                                            |                                     | 3        | 6,8          |
| Uso do Solo 10%                   |                                                                            |                                     | Valor    | Ponderação   |
| Ocupação do solo 6,7%             | Matas mistas de folhosas (seminatural)                                     |                                     | 0        | 0,0          |
|                                   | Plantação de matas mistas de folhosas                                      |                                     | 0        | 0,0          |
|                                   | Substrato rochoso                                                          |                                     | 3        | 1,9          |
|                                   | Desenvolvimento urbano ou sub-urbano                                       |                                     | 2        | 1,7          |
|                                   | Terrenos lavrados                                                          |                                     | 0        | 0,0          |
|                                   | Parques e jardins                                                          |                                     | 3        | 1,9          |
|                                   | Ruínas de edifícios                                                        |                                     | 2        | 1,7          |
|                                   | Área urbana de baixa densidade                                             |                                     | 2        | 1,7          |
|                                   | Área urbana de alta intensidade                                            |                                     | 5        | 2,3          |
|                                   | Industrial                                                                 |                                     | 4        | 2,1          |
|                                   | Agrícola                                                                   |                                     | 0        | 0,0          |
| Materiais artificiais 3,3%        | Lixo/resíduos                                                              |                                     | 3        | 2,0          |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3        | 2,0          |
|                                   | Poluição                                                                   |                                     | 3        | 2,0          |
|                                   | Estradas                                                                   |                                     | 3        | 2,0          |
|                                   |                                                                            |                                     | Tota (%) | 79,2         |

Fonte: Autor.

Tabela 12 - P21: Análise descritiva.

| Registo fotográfico                                                                | Análise descritiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>Características da Ponte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ponte em viga, com uma altura de 0,62m.</li> </ul> <p>Conta com 2 apoios nas margens e 2 apoios no leito.</p> <p><b>Fatores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- As margens apresentam muros artificiais, cobertas por densa vegetação, retendo lixo acumulado derivado dos períodos de inundação;</li> <li>- O leito encontra-se poluído com lixo e entulhos.</li> </ul> <p><b>Processos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assoreamento.</li> </ul> |



**Problemas:**

- Fissuras ao longo dos blocos de pedra;
- Abertura nas juntas
- Crescimento da vegetação sobre a alvenaria;
- Acúmulo de bancos de areia ao redor dos pilares.

**Medidas:**

- Limpeza do leito e Margens;
- Remoção seletiva de vegetação;
- Soluções naturais e de Bioengenharia.

Fonte: Autor.

Ponte 36

Tabela 13 – P36: Características estruturais.

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Localização: Fermentões                                                            |     |
| Tipo de Estrutura: Arco                                                            |     |
|  |     |
| Data:14/02/2024                                                                    |     |
| Estado de conservação: Razoável                                                    |     |
| Altura: N. D                                                                       |     |
| Largura: N. D                                                                      |     |
| Comprimento: N. D                                                                  |     |
| Apoios nas margens: 1                                                              |     |
| Apoios no leito: 0                                                                 |     |
| Natureza do tráfego: Pedestres                                                     |     |
| Processos hidromorfológicos                                                        |     |
| Colmatação                                                                         | Sim |
| Assoreamento                                                                       | Não |
| Deposição                                                                          | Sim |
| Grau de Exposição: Médio                                                           |     |
| Índice de risco de inundação: Alto                                                 |     |

Fonte: Autor.

Tabela 14 – P36: Matriz de Risco.

| Características da Ponte 43 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação % |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|--------------|
| Estrutura 11,18%                  | Pórtico                                                                    |                                     | 1     | 2,2          |
|                                   | Viga                                                                       |                                     | 3     | 6,7          |
|                                   | Arco                                                                       |                                     | 5     | 11,2         |
| Dimensões 4,3%                    | Comprimento                                                                |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Altura                                                                     |                                     | 4     | 3,4          |
|                                   | Largura                                                                    |                                     | 3     | 2,6          |
| Tipo de Apoios 16,34 %            | Arcos 13,56%                                                               | Margens                             | 2     | 5,4          |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 10,8         |
|                                   | Pilares 2,78 %                                                             | Margens                             | 2     | 1,1          |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 2,2          |
| Anomalias 0,86%                   | Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo               |                                     | 1     | 0,2          |
|                                   | Elementos de pedra mais salientes (predispostos ao Leito)                  |                                     | 3     | 0,5          |
|                                   | Passagem de infraestruturas enterradas sobre as estruturas da ponte        |                                     | 1     | 0,2          |
|                                   | Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                 |                                     | 2     | 0,3          |
|                                   | Formação de banco ou ilhas de areia sobre os pilares inseridos no leito    |                                     | 4     | 0,7          |
|                                   | Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos sobre o leito |                                     | 5     | 0,9          |
|                                   | Colmatção de siltes e argilas                                              |                                     | 4     | 5,8          |
| Processos Hidromorfológicos 7,31% | Assoreamento                                                               |                                     | 5     | 7,3          |
|                                   | Escoamento                                                                 |                                     | 1     | 1,5          |
| Deposição de sedimentos 4,3%      | Imbricado (seixos sobrepostos)                                             |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Encouraçamento (seixos soltos imóveis)                                     |                                     | 3     | 2,6          |
|                                   | Formação de depósitos contínuos de sedimentos (ou barras)                  |                                     | 5     | 4,3          |
| Características do leito 30 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |
| Materiais no leito 10%            | Rochoso                                                                    |                                     | 5     | 10,0         |
|                                   | Fino                                                                       |                                     | 2     | 4,0          |
|                                   | Grosso                                                                     |                                     | 4     | 8,0          |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 3     | 6,0          |
|                                   | Tipo de Vegetação                                                          | Sem Vegetação                       | 0     | 0,0          |
|                                   |                                                                            | Hepáticas/Musgo/Liquenes            | 2     | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Juncos/Palha Herbáceas emergentes   | 1     | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Herbáceas emergentes de folha larga | 1     | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Plantas flutuantes                  | 2     | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Flutuantes livres                   | 1     | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Antíbias                            | 2     | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Folhas lineares submersas           | 1     | 2,0          |
| Alteração do leito 20 %           | Reforçado                                                                  |                                     | 5     | 20,0         |
|                                   | Rececionado                                                                |                                     | 3     | 12,0         |
|                                   | Passagem em vau                                                            |                                     | 1     | 4,0          |
|                                   | Acondicionado em secção fechada                                            |                                     | 2     | 8,0          |
| Características das Margens 17 %  |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |
| Materiais nas margens 5,7%        | Tipo de Vegetação                                                          | Uniforme                            | 1     | 1,1          |
|                                   |                                                                            | Complexa                            | 2     | 2,3          |
|                                   |                                                                            | Simple                              | 0     | 0,0          |
|                                   |                                                                            | Sem vegetação                       | 2     | 2,3          |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 2     | 2,3          |
|                                   | Blocos Grandes                                                             |                                     | 4     | 4,6          |
|                                   | Pedra/Seixos                                                               |                                     | 3     | 3,4          |
|                                   | Areias/gravilha                                                            |                                     | 5     | 5,7          |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3     | 3,4          |
| Alteração das margens 11,33%      | Berma natural                                                              |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Berma artificial                                                           |                                     | 3     | 6,8          |
|                                   | Reforçada                                                                  |                                     | 2     | 4,5          |
|                                   | Reperfilamento                                                             |                                     | 1     | 2,3          |
|                                   | Vertentes erodidas                                                         |                                     | 5     | 11,3         |
|                                   | Re - seccionada                                                            |                                     | 3     | 6,8          |
| Uso do Solo 10%                   |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |
| Ocupação do solo 6,7%             | Matas mistas de folhosas (semi-natural)                                    |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Plantação de matas mistas de folhosas                                      |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Substrato rochoso                                                          |                                     | 3     | 1,9          |
|                                   | Desenvolvimento urbano ou sub-urbano                                       |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Terrenos lavrados                                                          |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Parques e jardins                                                          |                                     | 3     | 1,9          |
|                                   | Ruínas de edifícios                                                        |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Área urbana de baixa densidade                                             |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Área urbana de alta intensidade                                            |                                     | 5     | 2,3          |
|                                   | Industrial                                                                 |                                     | 4     | 2,1          |
|                                   | Agrícola                                                                   |                                     | 0     | 0,0          |
| Materiais artificiais 3,3%        | Lixo/resíduos                                                              |                                     | 3     | 2,0          |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3     | 2,0          |
|                                   | Poluição                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |
|                                   | Estradas                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |
| Tota (%)                          |                                                                            |                                     | 78    |              |

Fonte: Autor.

Tabela 15 – P36: Análise descritiva.

| Registro fotográfico                                                                                                                                                                                                                                     | Análise descritiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p><b>Características da Ponte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ponte em arco, com altura inferior a 10 m.</li> </ul> <p><b>Fatores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Margens com berma artificial, cobertas por vegetação;</li> <li>- Vertentes erodidas;</li> <li>- Lixo;</li> <li>- Leito com indícios de ter sido alterado.</li> </ul> <p><b>Processos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assoreamento.</li> </ul> <p><b>Problemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertentes instáveis;</li> <li>- Canalizações sobre as margens.</li> </ul> <p><b>Medidas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Remoção de vegetação;</li> <li>- Soluções baseadas na natureza e bioengenharia.</li> </ul> |

Fonte: Autor.

## Ponte 41

Tabela 16 – P41: Características estruturais.

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Localização: Creixomil                                                             |     |
| Tipo de Estrutura: Viga                                                            |     |
|  |     |
| Data:14/02/2024                                                                    |     |
| Estado de conservação: Razoável                                                    |     |
| Altura: 1,10 m                                                                     |     |
| Largura: 1,6 m                                                                     |     |
| Comprimento: 6,5 m                                                                 |     |
| Apoios nas margens: 0                                                              |     |
| Apoios no leito: 1                                                                 |     |
| Natureza do tráfego: Mistas                                                        |     |
| Processos hidromorfológicos                                                        |     |
| Colmatação                                                                         | Não |
| Assoreamento                                                                       | Sim |
| Deposição                                                                          | Não |
| Grau de Exposição: Médio                                                           |     |
| Índice de risco de inundação: Alto                                                 |     |

Fonte: Autor.

Tabela 17 - P41: Matriz de Risco.

| Características da Ponte 43 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação % |     |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|--------------|-----|
| Estrutura 11,18%                  | Pórtico                                                                    |                                     | 1     | 2,2          |     |
|                                   | Viga                                                                       |                                     | 3     | 6,7          |     |
|                                   | Arco                                                                       |                                     | 5     | 11,2         |     |
| Dimensões 4,3%                    | Comprimento                                                                |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Altura                                                                     |                                     | 4     | 3,4          |     |
|                                   | Largura                                                                    |                                     | 3     | 2,6          |     |
| Tipo de Apoios 16,34 %            | Arcos 13,56%                                                               | Margens                             | 2     | 5,4          |     |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 10,8         |     |
|                                   | Pilares 2,78 %                                                             | Margens                             | 2     | 1,1          |     |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 2,2          |     |
| Anomalias 0,86%                   | Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo               |                                     | 1     | 0,2          |     |
|                                   | Elementos de pedra mais salientes (predispostos ao Leito)                  |                                     | 3     | 0,5          |     |
|                                   | Passagem de infraestruturas enterradas sobre as estruturas da ponte        |                                     | 1     | 0,2          |     |
|                                   | Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                 |                                     | 2     | 0,3          |     |
|                                   | Formação de banco ou ilhas de areia sobre os pilares inseridos no leito    |                                     | 4     | 0,7          |     |
|                                   | Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos sobre o leito |                                     | 5     | 0,9          |     |
|                                   | Colmatção de siltes e argilas                                              |                                     | 4     | 5,8          |     |
| Processos Hidromorfológicos 7,31% | Assoreamento                                                               |                                     | 5     | 7,3          |     |
|                                   | Escoamento                                                                 |                                     | 1     | 1,5          |     |
| Deposição de sedimentos 4,3%      | Imbricado (seixos sobrepostos)                                             |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Encouraçamento (seixos soltos imóveis)                                     |                                     | 3     | 2,6          |     |
|                                   | Formação de depósitos contínuos de sedimentos (ou barras)                  |                                     | 5     | 4,3          |     |
| Características do leito 30 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |     |
| Materiais no leito 10%            | Rochoso                                                                    |                                     | 5     | 10,0         |     |
|                                   | Fino                                                                       |                                     | 2     | 4,0          |     |
|                                   | Grosso                                                                     |                                     | 4     | 8,0          |     |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 3     | 6,0          |     |
|                                   | Tipo de Vegetação                                                          | Sem Vegetação                       |       | 0            | 0,0 |
|                                   |                                                                            | Hepáticas/Musgo/Liquenes            |       | 2            | 4,0 |
|                                   |                                                                            | Juncos/Palha Herbáceas emergentes   |       | 1            | 2,0 |
|                                   |                                                                            | Herbáceas emergentes de folha larga |       | 1            | 2,0 |
|                                   |                                                                            | Plantas flutuantes                  |       | 2            | 4,0 |
|                                   |                                                                            | Flutuantes livres                   |       | 1            | 2,0 |
|                                   |                                                                            | Anfibias                            |       | 2            | 4,0 |
|                                   |                                                                            | Folhas lineares submersas           |       | 1            | 2,0 |
| Alteração do leito 20 %           | Reforçado                                                                  |                                     | 5     | 20,0         |     |
|                                   | Rececionado                                                                |                                     | 3     | 12,0         |     |
|                                   | Passagem em vau                                                            |                                     | 1     | 4,0          |     |
|                                   | Acondicionado em secção fechada                                            |                                     | 2     | 8,0          |     |
| Características das Margens 17 %  |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |     |
| Materiais nas margens 5,7%        | Tipo de Vegetação                                                          | Uniforme                            | 1     | 1,1          |     |
|                                   |                                                                            | Complexa                            | 2     | 2,3          |     |
|                                   |                                                                            | Simplex                             | 0     | 0,0          |     |
|                                   |                                                                            | Sem vegetação                       | 2     | 2,3          |     |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 2     | 2,3          |     |
|                                   | Blocos Grandes                                                             |                                     | 4     | 4,6          |     |
|                                   | Pedra/Seixos                                                               |                                     | 3     | 3,4          |     |
|                                   | Areias/gravilha                                                            |                                     | 5     | 5,7          |     |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3     | 3,4          |     |
| Alteração das margens 11,33%      | Berma natural                                                              |                                     | 0     | 0,0          |     |
|                                   | Berma artificial                                                           |                                     | 3     | 6,8          |     |
|                                   | Reforçada                                                                  |                                     | 2     | 4,5          |     |
|                                   | Reperfilamento                                                             |                                     | 1     | 2,3          |     |
|                                   | Vertentes erodidas                                                         |                                     | 5     | 11,3         |     |
|                                   | Re - seccionada                                                            |                                     | 3     | 6,8          |     |
| Uso do Solo 10%                   |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |     |
| Ocupação do solo 6,7%             | Matas mistas de folhosas (seminatural)                                     |                                     | 0     | 0,0          |     |
|                                   | Plantação de matas mistas de folhosas                                      |                                     | 0     | 0,0          |     |
|                                   | Substrato rochoso                                                          |                                     | 3     | 1,9          |     |
|                                   | Desenvolvimento urbano ou sub-urbano                                       |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Terrenos lavrados                                                          |                                     | 0     | 0,0          |     |
|                                   | Parques e jardins                                                          |                                     | 3     | 1,9          |     |
|                                   | Ruínas de edifícios                                                        |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Área urbana de baixa densidade                                             |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Área urbana de alta intensidade                                            |                                     | 5     | 2,3          |     |
|                                   | Industrial                                                                 |                                     | 4     | 2,1          |     |
|                                   | Agrícola                                                                   |                                     | 0     | 0,0          |     |
| Materiais artificiais 3,3%        | Lixo/resíduos                                                              |                                     | 3     | 2,0          |     |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3     | 2,0          |     |
|                                   | Poluição                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |     |
|                                   | Estradas                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |     |
| Tota (%)                          |                                                                            |                                     | 64,3  |              |     |

Fonte: Autor.

Tabela 18 – P41: Análise descritiva.

| Registo fotográfico                                                                | Análise descritiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>Características da Ponte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ponte em viga com uma altura de 1,10 m, contando com 1 apoio sobre o leito.</li> </ul> <p><b>Problemas estruturais:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fissuras ao longo dos blocos de pedra;</li> <li>- Abertura nas juntas entre as pedras;</li> <li>- Elementos de pedra mais salientes sobre o leito;</li> <li>- Erosão no leito.</li> </ul> <p><b>Fatores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Margem com alteração reforçada, com alguma instabilidade;</li> <li>- Leito reseccionado.</li> </ul> <p><b>Processos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assoreamento.</li> </ul> <p><b>Problemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estruturas de saneamento presentes nas margens;</li> <li>- Detritos de construção.</li> </ul> <p><b>Medidas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpeza das margens;</li> <li>- Reforço nos muros de contenção.</li> </ul> |

Fonte: Autor.

## Ponte 44

Tabela 19 – P44: Características estruturais.

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Localização: Creixomil (Ponte medieval da Pisca)                                   |     |
| Tipo de Estrutura: Arco                                                            |     |
|  |     |
| Data: 14/02/2024                                                                   |     |
| Estado de conservação: Razoável                                                    |     |
| Altura: 2 m                                                                        |     |
| Largura: 3,5 m                                                                     |     |
| Comprimento: 22 m                                                                  |     |
| Apoios nas margens: 2                                                              |     |
| Apoios no leito: 1                                                                 |     |
| Natureza do tráfego: Mistas                                                        |     |
| Processos hidromorfológicos                                                        |     |
| Colmatação                                                                         | Sim |
| Assoreamento                                                                       | Sim |
| Deposição                                                                          | Sim |
| Grau de Exposição: Alto                                                            |     |
| Índice de risco de inundação: Muito Alto                                           |     |

Fonte: Autor.

Tabela 20 – P44: Matriz de Risco.

| Características da Ponte 43 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação % |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|--------------|
| Estrutura 11,18%                  | Pórtico                                                                    |                                     | 1     | 2,2          |
|                                   | Viga                                                                       |                                     | 3     | 6,7          |
|                                   | Arco                                                                       |                                     | 5     | 11,2         |
| Dimensões 4,3%                    | Comprimento                                                                |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Altura                                                                     |                                     | 4     | 3,4          |
|                                   | Largura                                                                    |                                     | 3     | 2,6          |
| Tipo de Apoios 16,34 %            | Arcos 13,56%                                                               | Margens                             | 2     | 5,4          |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 10,8         |
|                                   | Pilares 2,78 %                                                             | Margens                             | 2     | 1,1          |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 2,2          |
| Anomalias 0,86%                   | Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo               |                                     | 1     | 0,2          |
|                                   | Elementos de pedra mais salientes (predispostos ao Leito)                  |                                     | 3     | 0,5          |
|                                   | Passagem de infraestruturas enterradas sobre as estruturas da ponte        |                                     | 1     | 0,2          |
|                                   | Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                 |                                     | 2     | 0,3          |
|                                   | Formação de banco ou ilhas de areia sobre os pilares inseridos no leito    |                                     | 4     | 0,7          |
|                                   | Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos sobre o leito |                                     | 5     | 0,9          |
|                                   | Colmatção de siltes e argilas                                              |                                     | 4     | 5,8          |
| Processos Hidromorfológicos 7,31% | Assoreamento                                                               |                                     | 5     | 7,3          |
|                                   | Escoamento                                                                 |                                     | 1     | 1,5          |
|                                   | Imbricado (seixos sobrepostos)                                             |                                     | 2     | 1,7          |
| Deposição de sedimentos 4,3%      | Encouraçamento (seixos soltos imóveis)                                     |                                     | 3     | 2,6          |
|                                   | Formação de depósitos contínuos de sedimentos (ou barras)                  |                                     | 5     | 4,3          |
|                                   | Características do leito 30 %                                              |                                     |       | Valor        |
| Materiais no leito 10%            | Rochoso                                                                    |                                     | 5     | 10,0         |
|                                   | Fino                                                                       |                                     | 2     | 4,0          |
|                                   | Grosso                                                                     |                                     | 4     | 8,0          |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 3     | 6,0          |
|                                   | Tipo de Vegetação                                                          | Sem Vegetação                       | 0     | 0,0          |
|                                   |                                                                            | Hepáticas/Musgo/Liquenes            | 2     | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Juncos/Palha Herbáceas emergentes   | 1     | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Herbáceas emergentes de folha larga | 1     | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Plantas flutuantes                  | 2     | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Flutuantes livres                   | 1     | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Anfibias                            | 2     | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Folhas lineares submersas           | 1     | 2,0          |
| Alteração do leito 20 %           | Reforçado                                                                  |                                     | 5     | 20,0         |
|                                   | Rececionado                                                                |                                     | 3     | 12,0         |
|                                   | Passagem em vau                                                            |                                     | 1     | 4,0          |
|                                   | Acondicionado em secção fechada                                            |                                     | 2     | 8,0          |
| Características das Margens 17 %  |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |
| Materiais nas margens 5,7%        | Tipo de Vegetação                                                          | Uniforme                            | 1     | 1,1          |
|                                   |                                                                            | Complexa                            | 2     | 2,3          |
|                                   |                                                                            | Simplex                             | 0     | 0,0          |
|                                   |                                                                            | Sem vegetação                       | 2     | 2,3          |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 2     | 2,3          |
|                                   | Blocos Grandes                                                             |                                     | 4     | 4,6          |
|                                   | Pedra/Seixos                                                               |                                     | 3     | 3,4          |
|                                   | Areias/gravilha                                                            |                                     | 5     | 5,7          |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3     | 3,4          |
| Alteração das margens 11,33%      | Berma natural                                                              |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Berma artificial                                                           |                                     | 3     | 6,8          |
|                                   | Reforçada                                                                  |                                     | 2     | 4,5          |
|                                   | Reperfilamento                                                             |                                     | 1     | 2,3          |
|                                   | Vertentes erodidas                                                         |                                     | 5     | 11,3         |
|                                   | Re - seccionada                                                            |                                     | 3     | 6,8          |
| Uso do Solo 10%                   |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |
| Ocupação do solo 6,7%             | Matas mistas de folhosas (seminatural)                                     |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Plantação de matas mistas de folhosas                                      |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Substrato rochoso                                                          |                                     | 3     | 1,9          |
|                                   | Desenvolvimento urbano ou sub-urbano                                       |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Terrenos lavrados                                                          |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Parques e jardins                                                          |                                     | 3     | 1,9          |
|                                   | Ruínas de edifícios                                                        |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Área urbana de baixa densidade                                             |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Área urbana de alta intensidade                                            |                                     | 5     | 2,3          |
|                                   | Industrial                                                                 |                                     | 4     | 2,1          |
|                                   | Agrícola                                                                   |                                     | 0     | 0,0          |
| Materiais artificiais 3,3%        | Lixo/resíduos                                                              |                                     | 3     | 2,0          |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3     | 2,0          |
|                                   | Poluição                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |
|                                   | Estradas                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |
| Tota (%)                          |                                                                            |                                     | 95,9  |              |

Fonte: Autor.

Tabela 21 – P44: Análise descritiva.

| Registo Fotográfico                                                                | Análise descritiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>Características da Ponte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ponte composta por dois arcos sobre o leito e conta com uma altura de 2 m.</li> </ul> <p><b>Processos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Colmatação;</li> <li>- Assoreamento.</li> </ul> <p><b>Problemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presença de esgotos e descargas ilegais;</li> <li>- Poluição;</li> <li>- Concentração de bancos de areia a jusante dos arcos da ponte;</li> <li>- Vegetação invasora.</li> </ul> <p><b>Fatores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Margens reforçadas com vertentes erodidas;</li> <li>- Leito represado com indícios de ter sido alterado.</li> </ul> <p><b>Medidas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desassoreamento do Leito;</li> <li>- Limpeza e remoção seletiva de vegetação nas margens;</li> <li>- Soluções baseadas na natureza e bioengenharia.</li> </ul> |

Fonte: Autor

Tabela 22 – P66: Características estruturais.

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Localização: Gondar (Ponte do Soeiro)                                              |     |
| Tipo de Estrutura: Arco                                                            |     |
|  |     |
| Data:16/02/2024                                                                    |     |
| Estado de conservação: Mau – Em reabilitação pela CMG                              |     |
| Altura: 2,7 m                                                                      |     |
| Largura: 3,8 m                                                                     |     |
| Comprimento: 18,5 m                                                                |     |
| Apoios nas margens: 2                                                              |     |
| Apoios no leito: 1                                                                 |     |
| Natureza do tráfego: Pedestres                                                     |     |
| Processos hidromorfológicos                                                        |     |
| Colmatção                                                                          | Sim |
| Assoreamento                                                                       | Sim |
| Deposição                                                                          | Sim |
| Grau de Exposição: Médio                                                           |     |
| Índice de risco de inundação: Muito Alto                                           |     |

Fonte: Autor.

Tabela 23 – P66: Matriz de Risco.

| Características da Ponte 43 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação % |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|--------------|
| Estrutura 11,18%                  | Pórtico                                                                    |                                     | 1     | 2,2          |
|                                   | Viga                                                                       |                                     | 3     | 6,7          |
|                                   | Arco                                                                       |                                     | 5     | 11,2         |
| Dimensões 4,3%                    | Comprimento                                                                |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Altura                                                                     |                                     | 4     | 3,4          |
|                                   | Largura                                                                    |                                     | 3     | 2,6          |
| Tipo de Apoios 16,34 %            | Arcos 13,56%                                                               | Margens                             | 2     | 5,4          |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 10,8         |
|                                   | Pilares 2,78 %                                                             | Margens                             | 2     | 1,1          |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 2,2          |
| Anomalias 0,86%                   | Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo               |                                     | 1     | 0,2          |
|                                   | Elementos de pedra mais salientes (predispostos ao Leito)                  |                                     | 3     | 0,5          |
|                                   | Passagem de infraestruturas enterradas sobre as estruturas da ponte        |                                     | 1     | 0,2          |
|                                   | Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                 |                                     | 2     | 0,3          |
|                                   | Formação de banco ou ilhas de areia sobre os pilares inseridos no leito    |                                     | 4     | 0,7          |
|                                   | Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos sobre o leito |                                     | 5     | 0,9          |
|                                   | Colmatação de siltes e argilas                                             |                                     | 4     | 5,8          |
| Processos Hidromorfológicos 7,31% | Assoreamento                                                               |                                     | 5     | 7,3          |
|                                   | Escoamento                                                                 |                                     | 1     | 1,5          |
| Deposição de sedimentos 4,3%      | Imbricado (seixos sobrepostos)                                             |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Encouraçamento (seixos soltos imóveis)                                     |                                     | 3     | 2,6          |
|                                   | Formação de depósitos contínuos de sedimentos (ou barras)                  |                                     | 5     | 4,3          |
| Características do leito 30 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |
| Materiais no leito 10%            | Rochoso                                                                    |                                     | 5     | 10,0         |
|                                   | Fino                                                                       |                                     | 2     | 4,0          |
|                                   | Grosso                                                                     |                                     | 4     | 8,0          |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 3     | 6,0          |
|                                   | Tipo de Vegetação                                                          | Sem Vegetação                       | 0     | 0,0          |
|                                   |                                                                            | Hepáticas/Musgo/Liquenes            | 2     | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Juncos/Palha Herbáceas emergentes   | 1     | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Herbáceas emergentes de folha larga | 1     | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Plantas flutuantes                  | 2     | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Flutuantes livres                   | 1     | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Antíbias                            | 2     | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Folhas lineares submersas           | 1     | 2,0          |
| Alteração do leito 20 %           | Reforçado                                                                  |                                     | 5     | 20,0         |
|                                   | Rececionado                                                                |                                     | 3     | 12,0         |
|                                   | Passagem em vau                                                            |                                     | 1     | 4,0          |
|                                   | Acondicionado em secção fechada                                            |                                     | 2     | 8,0          |
| Características das Margens 17 %  |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |
| Materiais nas margens 5,7%        | Tipo de Vegetação                                                          | Uniforme                            | 1     | 1,1          |
|                                   |                                                                            | Complexa                            | 2     | 2,3          |
|                                   |                                                                            | Simple                              | 0     | 0,0          |
|                                   |                                                                            | Sem vegetação                       | 2     | 2,3          |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 2     | 2,3          |
|                                   | Blocos Grandes                                                             |                                     | 4     | 4,6          |
|                                   | Pedra/Seixos                                                               |                                     | 3     | 3,4          |
|                                   | Areias/gravilha                                                            |                                     | 5     | 5,7          |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3     | 3,4          |
|                                   | Alteração das margens 11,33%                                               | Berma natural                       |       | 0            |
| Berma artificial                  |                                                                            | 3                                   | 6,8   |              |
| Reforçada                         |                                                                            | 2                                   | 4,5   |              |
| Reperfilamento                    |                                                                            | 1                                   | 2,3   |              |
| Vertentes erodidas                |                                                                            | 5                                   | 11,3  |              |
| Re - seccionada                   |                                                                            | 3                                   | 6,8   |              |
| Uso do Solo 10%                   |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |
| Ocupação do solo 6,7%             | Matas mistas de folhosas (semi-natural)                                    |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Plantação de matas mistas de folhosas                                      |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Substrato rochoso                                                          |                                     | 3     | 1,9          |
|                                   | Desenvolvimento urbano ou sub-urbano                                       |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Terrenos lavrados                                                          |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Parques e jardins                                                          |                                     | 3     | 1,9          |
|                                   | Ruínas de edifícios                                                        |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Área urbana de baixa densidade                                             |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Área urbana de alta intensidade                                            |                                     | 5     | 2,3          |
|                                   | Industrial                                                                 |                                     | 4     | 2,1          |
|                                   | Agrícola                                                                   |                                     | 0     | 0,0          |
| Materiais artificiais 3,3%        | Lixo/resíduos                                                              |                                     | 3     | 2,0          |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3     | 2,0          |
|                                   | Poluição                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |
|                                   | Estradas                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |
| Tota (%)                          |                                                                            |                                     | 88,6  |              |

Fonte: Autor.

Tabela 24 – P66: Análise descritiva.

| Registo fotográfico                                                                                                                                                                                                                                      | Análise descritiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p><b>Características da Ponte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ponte em arco, com uma altura de 2,7 m, composta por 2 arcos irregulares sobre as margens e 1 apoio sobre o leito.</li> </ul> <p><b>Fatores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Margens reforçadas por muros de pedra;</li> <li>- Leito reforçado.</li> </ul> <p><b>Processos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assoreamento.</li> </ul> <p><b>Problemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bancos e ilhas de areia;</li> <li>- Acúmulo de detritos sobre o tabuleiro;</li> <li>- Murros reforçados que estreitaram o leito.</li> </ul> <p><b>Medidas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desassoreamento do leito.</li> </ul> |

Fonte: Autor.

## 6.6.2 Pontes sobre o rio Ave

### Ponte 1

Tabela 25 - P1: Características estruturais.

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Localização: Brito (Ponte de Serves)                                                |     |
| Tipo de Estrutura: Arco                                                             |     |
|  |     |
| Data: 15/04/2024                                                                    |     |
| Estado de conservação: N. D                                                         |     |
| Altura: N. D                                                                        |     |
| Largura: N. D                                                                       |     |
| Comprimento: N. D                                                                   |     |
| Apoios nas margens: 2                                                               |     |
| Apoios no leito: 2                                                                  |     |
| Natureza do tráfego: Mistas                                                         |     |
| Processos hidromorfológicos                                                         |     |
| Colmatação                                                                          | Não |
| Assoreamento                                                                        | Não |
| Deposição                                                                           | Não |
| Grau de Exposição: Médio                                                            |     |
| Índice de risco de inundação: Muito Alto                                            |     |

Fonte: Autor.

Tabela 26 – P1: Matriz de Risco.

| Características da Ponte 43 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação % |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|--------------|
| Estrutura 11,18%                  | Pórtico                                                                    |                                     | 1     | 2,2          |
|                                   | Viga                                                                       |                                     | 3     | 6,7          |
|                                   | Arco                                                                       |                                     | 5     | 11,2         |
| Dimensões 4,3%                    | Comprimento                                                                |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Altura                                                                     |                                     | 4     | 3,4          |
|                                   | Largura                                                                    |                                     | 3     | 2,6          |
| Tipo de Apoios 16,34 %            | Arcos 13,56%                                                               | Margens                             | 2     | 5,4          |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 10,8         |
|                                   | Pilares 2,78 %                                                             | Margens                             | 2     | 1,1          |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 2,2          |
| Anomalias 0,86%                   | Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo               |                                     | 1     | 0,2          |
|                                   | Elementos de pedra mais salientes (predispostos ao Leito)                  |                                     | 3     | 0,5          |
|                                   | Passagem de infraestruturas enterradas sobre as estruturas da ponte        |                                     | 1     | 0,2          |
|                                   | Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                 |                                     | 2     | 0,3          |
|                                   | Formação de banco ou ilhas de areia sobre os pilares inseridos no leito    |                                     | 4     | 0,7          |
|                                   | Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos sobre o leito |                                     | 5     | 0,9          |
|                                   | Colmatção de siltes e argilas                                              |                                     | 4     | 5,8          |
| Processos Hidromorfológicos 7,31% | Assoreamento                                                               |                                     | 5     | 7,3          |
|                                   | Escoamento                                                                 |                                     | 1     | 1,5          |
| Deposição de sedimentos 4,3%      | Imbricado (seixos sobrepostos)                                             |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Encouraçamento (seixos soltos imóveis)                                     |                                     | 3     | 2,6          |
|                                   | Formação de depósitos contínuos de sedimentos (ou barras)                  |                                     | 5     | 4,3          |
| Características do leito 30 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |
| Materiais no leito 10%            | Rochoso                                                                    |                                     | 5     | 10,0         |
|                                   | Fino                                                                       |                                     | 2     | 4,0          |
|                                   | Grosso                                                                     |                                     | 4     | 8,0          |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 3     | 6,0          |
|                                   | Tipo de Vegetação                                                          | Sem Vegetação                       | 0     | 0,0          |
|                                   |                                                                            | Hepáticas/Musgo/Liquenes            | 2     | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Juncos/Palha Herbáceas emergentes   | 1     | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Herbáceas emergentes de folha larga | 1     | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Plantas flutuantes                  | 2     | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Flutuantes livres                   | 1     | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Antíbias                            | 2     | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Folhas lineares submersas           | 1     | 2,0          |
| Alteração do leito 20 %           | Reforçado                                                                  |                                     | 5     | 20,0         |
|                                   | Rececionado                                                                |                                     | 3     | 12,0         |
|                                   | Passagem em vau                                                            |                                     | 1     | 4,0          |
|                                   | Acondicionado em secção fechada                                            |                                     | 2     | 8,0          |
| Características das Margens 17 %  |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |
| Materiais nas margens 5,7%        | Tipo de Vegetação                                                          | Uniforme                            | 1     | 1,1          |
|                                   |                                                                            | Complexa                            | 2     | 2,3          |
|                                   |                                                                            | Simplex                             | 0     | 0,0          |
|                                   |                                                                            | Sem vegetação                       | 2     | 2,3          |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 2     | 2,3          |
|                                   | Blocos Grandes                                                             |                                     | 4     | 4,6          |
|                                   | Pedra/Seixos                                                               |                                     | 3     | 3,4          |
|                                   | Areias/gravilha                                                            |                                     | 5     | 5,7          |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3     | 3,4          |
|                                   | Alteração das margens 11,33%                                               | Berma natural                       |       | 0            |
| Berma artificial                  |                                                                            | 3                                   | 6,8   |              |
| Reforçada                         |                                                                            | 2                                   | 4,5   |              |
| Reperfilamento                    |                                                                            | 1                                   | 2,3   |              |
| Vertentes erodidas                |                                                                            | 5                                   | 11,3  |              |
| Re - seccionada                   |                                                                            | 3                                   | 6,8   |              |
| Uso do Solo 10%                   |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |
| Ocupação do solo 6,7%             | Matas mistas de folhosas (semi-natural)                                    |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Plantação de matas mistas de folhosas                                      |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Substrato rochoso                                                          |                                     | 3     | 1,9          |
|                                   | Desenvolvimento urbano ou sub-urbano                                       |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Terrenos lavrados                                                          |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Parques e jardins                                                          |                                     | 3     | 1,9          |
|                                   | Ruínas de edifícios                                                        |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Área urbana de baixa densidade                                             |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Área urbana de alta intensidade                                            |                                     | 5     | 2,3          |
|                                   | Industrial                                                                 |                                     | 4     | 2,1          |
|                                   | Agrícola                                                                   |                                     | 0     | 0,0          |
| Materiais artificiais 3,3%        | Lixo/resíduos                                                              |                                     | 3     | 2,0          |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3     | 2,0          |
|                                   | Poluição                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |
|                                   | Estradas                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |
| Tota (%)                          |                                                                            |                                     | 80,4  |              |

Fonte: Autor.

Tabela 27 - P1: Análise descritiva.

| Registo Fotográfico                                                                                                                                                                                                                                      | Análise Descritiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p><b>Características da Ponte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ponte em arco, contando com 2 apoios no leito e 2 apoios nas margens, com uma altura inferior a 10 m.</li> </ul> <p><b>Processos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Não visíveis.</li> </ul> <p><b>Fatores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Margens reforçadas junto às habitações, mostrando-se mais naturais a jusante;</li> <li>- Área de alta densidade urbana.</li> </ul> <p><b>Problemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de drenagem sobre o leito e margens;</li> <li>- Vegetação densa e complexa sobre as margens;</li> <li>- Arco pequeno obstruído por vegetação dificultando a passagem da água.</li> </ul> <p><b>Medidas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Remoção seletiva de vegetação sobre a ponte e margens;</li> <li>- Soluções baseadas na natureza e bioengenharia.</li> </ul> |

Fonte: Autor.

## Ponte 3

**Tabela 28 – P3: Características estruturais.**

|                                                                                    |            |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Localização: Brito</b>                                                          |            |
| <b>Tipo de Estrutura: Viga</b>                                                     |            |
|  |            |
| Data: 19/04/2024                                                                   |            |
| <b>Estado de conservação: N. D</b>                                                 |            |
| <b>Altura: 5,47 m</b>                                                              |            |
| <b>Largura: 5,47 m</b>                                                             |            |
| <b>Comprimento: 35,83 m</b>                                                        |            |
| <b>Apoios nas margens: 1</b>                                                       |            |
| <b>Apoios no leito: 11</b>                                                         |            |
| <b>Natureza do tráfego: Pedestres</b>                                              |            |
| <b>Processos hidromorfológicos</b>                                                 |            |
| <b>Colmatação</b>                                                                  | <b>Não</b> |
| <b>Assoreamento</b>                                                                | <b>Não</b> |
| <b>Deposição</b>                                                                   | <b>Não</b> |
| <b>Grau de Exposição: Médio</b>                                                    |            |
| <b>Índice de risco de inundação: Alto</b>                                          |            |

Fonte: Autor.

**Tabela 29 – P3: Matriz de Risco.**

| Características da Ponte 43 %     |                                                                            |                                     | Valor    | Ponderação % |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------|--------------|
| Estrutura 11,18%                  |                                                                            | Pórtico                             | 1        | 2,2          |
|                                   |                                                                            | Viga                                | 3        | 6,7          |
|                                   |                                                                            | Arco                                | 5        | 11,2         |
| Dimensões 4,3%                    |                                                                            | Comprimento                         | 2        | 1,7          |
|                                   |                                                                            | Altura                              | 4        | 3,4          |
|                                   |                                                                            | Largura                             | 3        | 2,6          |
| Tipo de Apoios 16,34 %            | Arcos 13,56%                                                               | Margens                             | 2        | 5,4          |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4        | 10,8         |
|                                   | Pilares 2,78 %                                                             | Margens                             | 2        | 1,1          |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4        | 2,2          |
| Anomalias 0,86%                   | Alteração significativa da secção de vazio ao longo do tempo               |                                     | 1        | 0,2          |
|                                   | Elementos de pedra mais salientes (pedrispostos ao Leito)                  |                                     | 3        | 0,5          |
|                                   | Passagem de infraestruturas enterradas sobre as estruturas da ponte        |                                     | 1        | 0,2          |
|                                   | Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                 |                                     | 2        | 0,3          |
|                                   | Formação de banco ou ilhas de areia sobre os pilares inseridos no leito    |                                     | 4        | 0,7          |
|                                   | Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos sobre o leito |                                     | 5        | 0,9          |
| Processos Hidromorfológicos 7,31% | Colmatção de siltes e argilas                                              |                                     | 4        | 5,8          |
|                                   | Assoreamento                                                               |                                     | 5        | 7,3          |
|                                   | Escoamento                                                                 |                                     | 1        | 1,5          |
| Deposição de sedimentos 4,3%      | Imbricado( seixos sobrepostos)                                             |                                     | 2        | 1,7          |
|                                   | Encouraçamento (seixos soltos imóveis)                                     |                                     | 3        | 2,6          |
|                                   | Formação de depósitos contínuos de sedimentos (ou barras)                  |                                     | 5        | 4,3          |
| Características do leito 30 %     |                                                                            |                                     | Valor    | Ponderação   |
| Materias no leito 10%             | Rchoso                                                                     |                                     | 5        | 10,0         |
|                                   | Fino                                                                       |                                     | 2        | 4,0          |
|                                   | Grosso                                                                     |                                     | 4        | 8,0          |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 3        | 6,0          |
|                                   | Tipo de Vegetação                                                          | Sem Vegetação                       | 0        | 0,0          |
|                                   |                                                                            | Hepáticas/Musgo/Líquenes            | 2        | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Juncos/Palha Herbácias emergentes   | 1        | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Herbácias emergentes de folha larga | 1        | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Plantas flutuantes                  | 2        | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Flutuantes livres                   | 1        | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Antifbias                           | 2        | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Folhas lineares submersas           | 1        | 2,0          |
|                                   | Alteração do leito 20 %                                                    | Reforçado                           |          | 5            |
| Re-cecionado                      |                                                                            | 3                                   | 12,0     |              |
| Passagem em vau                   |                                                                            | 1                                   | 4,0      |              |
| Acondicionado em secção fechada   |                                                                            | 2                                   | 8,0      |              |
| Características das Margens 17 %  |                                                                            |                                     | Valor    | Ponderação   |
| Materiais nas margens 5,7%        | Tipo de Vegetação                                                          | Uniforme                            | 1        | 1,1          |
|                                   |                                                                            | Complexa                            | 2        | 2,3          |
|                                   |                                                                            | Simple                              | 0        | 0,0          |
|                                   |                                                                            | Sem vegetação                       | 2        | 2,3          |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 2        | 2,3          |
|                                   | Blocos Grandes                                                             |                                     | 4        | 4,6          |
|                                   | Pedra/Seixos                                                               |                                     | 3        | 3,4          |
|                                   | Areias/gravilha                                                            |                                     | 5        | 5,7          |
| Alteração das margens 11,33%      | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3        | 3,4          |
|                                   | Berma natural                                                              |                                     | 0        | 0,0          |
|                                   | Berma artificial                                                           |                                     | 3        | 6,8          |
|                                   | Reforçada                                                                  |                                     | 2        | 4,5          |
|                                   | Reperfilamento                                                             |                                     | 1        | 2,3          |
|                                   | Vertentes erodidas                                                         |                                     | 5        | 11,3         |
|                                   | Re - seccionada                                                            |                                     | 3        | 6,8          |
| Uso do Solo 10%                   |                                                                            |                                     | Valor    | Ponderação   |
| Ocupação do solo 6,7%             | Matas mistas de folhosas (semi-natural)                                    |                                     | 0        | 0,0          |
|                                   | Plantação de matas mistas de folhosas                                      |                                     | 0        | 0,0          |
|                                   | Substrato rochoso                                                          |                                     | 3        | 1,9          |
|                                   | Desenvolvimento urbano ou sub-urbano                                       |                                     | 2        | 1,7          |
|                                   | Terrenos lavrados                                                          |                                     | 0        | 0,0          |
|                                   | Parques e jardins                                                          |                                     | 3        | 1,9          |
|                                   | Ruínas de edifícios                                                        |                                     | 2        | 1,7          |
|                                   | Área urbana de baixa densidade                                             |                                     | 2        | 1,7          |
|                                   | Área urbana de alta intensidade                                            |                                     | 5        | 2,3          |
|                                   | Industrial                                                                 |                                     | 4        | 2,1          |
| Materiais artificiais 3,3%        | Agrícola                                                                   |                                     | 0        | 0,0          |
|                                   | Lixo/resíduos                                                              |                                     | 3        | 2,0          |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3        | 2,0          |
|                                   | Poluição                                                                   |                                     | 3        | 2,0          |
|                                   | Estradas                                                                   |                                     | 3        | 2,0          |
|                                   |                                                                            |                                     | Tota (%) | 65,4         |

Fonte: Autor.

Tabela 30 – P3: Análise descritiva.

| Registro fotográfico                                                               | Análise descritiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>Características da Ponte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estrutura em pórtico, contando com 1 apoio inserido na margem e 11 apoios sobre o leito, uma altura de 5,47 m.</li> </ul> <p><b>Fatores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Margens naturais revestidas por vegetação ripícola;</li> <li>- O leito apresenta passagem em vau.</li> </ul> <p><b>Processos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Não observado.</li> </ul> <p><b>Problemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presença de detritos sobre os pilares;</li> <li>- Ruínas de edifícios a obstruir o leito, e margens;</li> <li>- Vegetação densa.</li> </ul> <p><b>Medidas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpeza no leito e margens;</li> <li>- Remoção seletiva de vegetação nas margens;</li> <li>- Remoção de estruturas degradadas.</li> </ul> |

Fonte: Autor.

Ponte 4

Tabela 31 – P4: Características estruturais.

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Localização: Ponte (Ponte de Campelos)                                             |     |
| Tipo de Estrutura: Arco                                                            |     |
|  |     |
| Data:16/04/2024                                                                    |     |
| Estado de conservação: N. D                                                        |     |
| Altura: N. D                                                                       |     |
| Largura: N. D                                                                      |     |
| Comprimento: N. D                                                                  |     |
| Apoios nas margens:2                                                               |     |
| Apoios no leito: 3                                                                 |     |
| Natureza do tráfego: Mistas                                                        |     |
| Processos hidromorfológicos                                                        |     |
| Colmatção                                                                          | Não |
| Assoreamento                                                                       | Sim |
| Deposição                                                                          | Não |
| Grau de Exposição: Médio                                                           |     |
| Índice de risco de inundação: Muito Alto                                           |     |

Fonte: Autor

Tabela 32 – P4: Matriz de Risco.

| Características da Ponte 43 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação % |     |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|--------------|-----|
| Estrutura 11,18%                  | Pórtico                                                                    |                                     | 1     | 2,2          |     |
|                                   | Viga                                                                       |                                     | 3     | 6,7          |     |
|                                   | Arco                                                                       |                                     | 5     | 11,2         |     |
| Dimensões 4,3%                    | Comprimento                                                                |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Altura                                                                     |                                     | 4     | 3,4          |     |
|                                   | Largura                                                                    |                                     | 3     | 2,6          |     |
| Tipo de Apoios 16,34 %            | Arcos 13,56%                                                               | Margens                             | 2     | 5,4          |     |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 10,8         |     |
|                                   | Pilares 2,78 %                                                             | Margens                             | 2     | 1,1          |     |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 2,2          |     |
| Anomalias 0,86%                   | Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo               |                                     | 1     | 0,2          |     |
|                                   | Elementos de pedra mais salientes (predispostos ao Leito)                  |                                     | 3     | 0,5          |     |
|                                   | Passagem de infraestruturas enterradas sobre as estruturas da ponte        |                                     | 1     | 0,2          |     |
|                                   | Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                 |                                     | 2     | 0,3          |     |
|                                   | Formação de banco ou ilhas de areia sobre os pilares inseridos no leito    |                                     | 4     | 0,7          |     |
|                                   | Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos sobre o leito |                                     | 5     | 0,9          |     |
|                                   | Colmatação de siltes e argilas                                             |                                     | 4     | 5,8          |     |
| Processos Hidromorfológicos 7,31% | Assoreamento                                                               |                                     | 5     | 7,3          |     |
|                                   | Escoamento                                                                 |                                     | 1     | 1,5          |     |
| Deposição de sedimentos 4,3%      | Imbricado (seixos sobrepostos)                                             |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Encouraçamento (seixos soltos imóveis)                                     |                                     | 3     | 2,6          |     |
|                                   | Formação de depósitos contínuos de sedimentos (ou barras)                  |                                     | 5     | 4,3          |     |
| Características do leito 30 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |     |
| Materiais no leito 10%            | Rochoso                                                                    |                                     | 5     | 10,0         |     |
|                                   | Fino                                                                       |                                     | 2     | 4,0          |     |
|                                   | Grosso                                                                     |                                     | 4     | 8,0          |     |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 3     | 6,0          |     |
|                                   | Tipo de Vegetação                                                          | Sem Vegetação                       |       | 0            | 0,0 |
|                                   |                                                                            | Hepáticas/Musgo/Liquenes            |       | 2            | 4,0 |
|                                   |                                                                            | Juncos/Palha Herbáceas emergentes   |       | 1            | 2,0 |
|                                   |                                                                            | Herbáceas emergentes de folha larga |       | 1            | 2,0 |
|                                   |                                                                            | Plantas flutuantes                  |       | 2            | 4,0 |
|                                   |                                                                            | Flutuantes livres                   |       | 1            | 2,0 |
|                                   |                                                                            | Antíbias                            |       | 2            | 4,0 |
|                                   |                                                                            | Folhas lineares submersas           |       | 1            | 2,0 |
| Alteração do leito 20 %           | Reforçado                                                                  |                                     | 5     | 20,0         |     |
|                                   | Rececionado                                                                |                                     | 3     | 12,0         |     |
|                                   | Passagem em vau                                                            |                                     | 1     | 4,0          |     |
|                                   | Acondicionado em secção fechada                                            |                                     | 2     | 8,0          |     |
| Características das Margens 17 %  |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |     |
| Materiais nas margens 5,7%        | Tipo de Vegetação                                                          | Uniforme                            | 1     | 1,1          |     |
|                                   |                                                                            | Complexa                            | 2     | 2,3          |     |
|                                   |                                                                            | Simplex                             | 0     | 0,0          |     |
|                                   |                                                                            | Sem vegetação                       | 2     | 2,3          |     |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 2     | 2,3          |     |
|                                   | Blocos Grandes                                                             |                                     | 4     | 4,6          |     |
|                                   | Pedra/Seixos                                                               |                                     | 3     | 3,4          |     |
|                                   | Areias/gravilha                                                            |                                     | 5     | 5,7          |     |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3     | 3,4          |     |
|                                   | Alteração das margens 11,33%                                               | Berma natural                       |       | 0            | 0,0 |
| Berma artificial                  |                                                                            | 3                                   | 6,8   |              |     |
| Reforçada                         |                                                                            | 2                                   | 4,5   |              |     |
| Reperfilamento                    |                                                                            | 1                                   | 2,3   |              |     |
| Vertentes erodidas                |                                                                            | 5                                   | 11,3  |              |     |
| Re - seccionada                   |                                                                            | 3                                   | 6,8   |              |     |
| Uso do Solo 10%                   |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |     |
| Ocupação do solo 6,7%             | Matas mistas de folhosas (semi-natural)                                    |                                     | 0     | 0,0          |     |
|                                   | Plantação de matas mistas de folhosas                                      |                                     | 0     | 0,0          |     |
|                                   | Substrato rochoso                                                          |                                     | 3     | 1,9          |     |
|                                   | Desenvolvimento urbano ou sub-urbano                                       |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Terrenos lavrados                                                          |                                     | 0     | 0,0          |     |
|                                   | Parques e jardins                                                          |                                     | 3     | 1,9          |     |
|                                   | Ruínas de edifícios                                                        |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Área urbana de baixa densidade                                             |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Área urbana de alta intensidade                                            |                                     | 5     | 2,3          |     |
|                                   | Industrial                                                                 |                                     | 4     | 2,1          |     |
|                                   | Agrícola                                                                   |                                     | 0     | 0,0          |     |
| Materiais artificiais 3,3%        | Lixo/resíduos                                                              |                                     | 3     | 2,0          |     |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3     | 2,0          |     |
|                                   | Poluição                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |     |
|                                   | Estradas                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |     |
| Tota (%)                          |                                                                            |                                     | 81,1  |              |     |

Fonte: Autor.

Tabela 33 – P4: Análise descritiva.

| Registo fotográfico                                                                                                                                                                                                                                            | Análise descritiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br><br> | <p><b>Características da Ponte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ponte em arco, com uma altura inferior a 10 m, com 4 arcos sobre o leito.</li> </ul> <p><b>Fatores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Margens junto as habitações reforçadas com muros de pedra, enquanto as restantes mostram-se naturais com uma forte predominância de vegetação;</li> <li>- Leito mostra-se reforçado.</li> </ul> <p><b>Processos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assoreamento, refletindo nas pequenas ilhas encontradas pelo leito.</li> </ul> <p><b>Problemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bancos de areias sobre o leito;</li> <li>- Área de alta densidade de urbanização;</li> <li>- Sistemas de drenagem sobre o leito e margens;</li> <li>- Alta densidade de vegetação.</li> </ul> <p><b>Medidas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desassoreamento no leito;</li> <li>- Remoção de vegetação nas margens;</li> <li>- Reforço nos muros de contenção.</li> </ul> |

Fonte: Autor

Ponte 5

Tabela 34 – P5: Características estruturais.

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Localização: Sande (Vila Nova)                                                     |     |
| Tipo de Estrutura: Viga                                                            |     |
|  |     |
| Data: 17/04/2024                                                                   |     |
| Estado de conservação: N. D                                                        |     |
| Altura: 3,4 m                                                                      |     |
| Largura: 4,15 m                                                                    |     |
| Comprimento: 48 m                                                                  |     |
| Apoios nas margens: 2                                                              |     |
| Apoios no leito: 3                                                                 |     |
| Natureza do tráfego: Pedestres                                                     |     |
| Processos hidromorfologicos                                                        |     |
| Colmatção                                                                          | Sim |
| Assoreamento                                                                       | Sim |
| Deposição                                                                          | Sim |
| Grau de Exposição: Médio                                                           |     |
| Índice de risco de inundação: Alto                                                 |     |

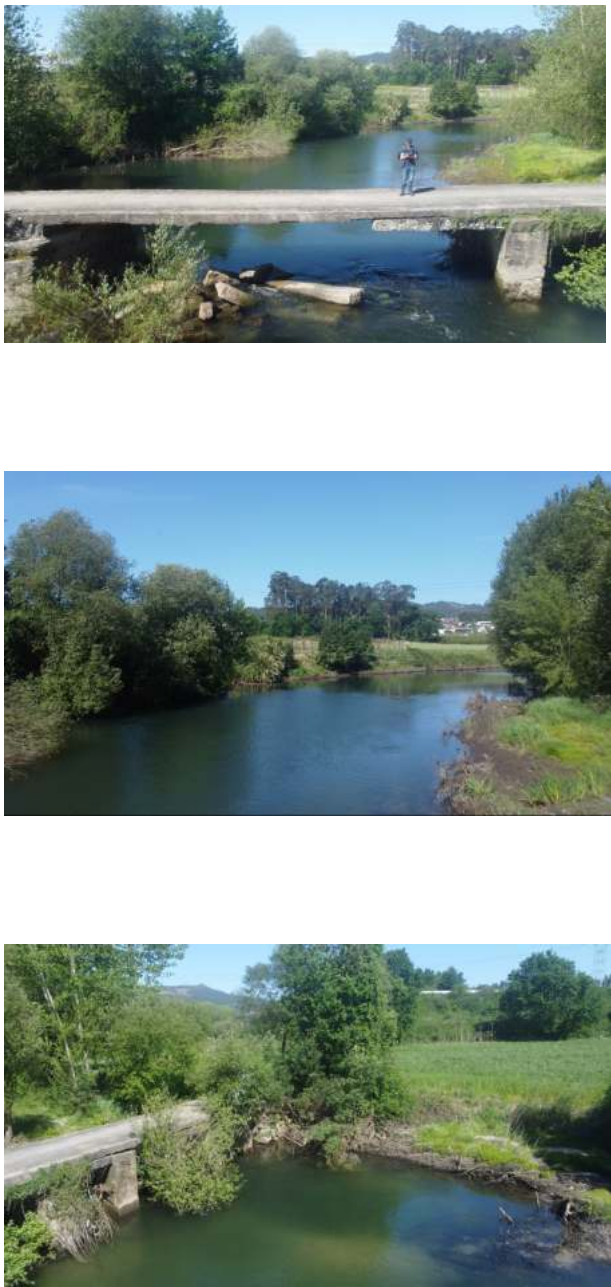
Fonte: Autor.

Tabela 35 – P5 :Matriz de Risco.

| Características da Ponte 43 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação % |     |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|--------------|-----|
| Estrutura 11,18%                  | Pórtico                                                                    |                                     | 1     | 2,2          |     |
|                                   | Viga                                                                       |                                     | 3     | 6,7          |     |
|                                   | Arco                                                                       |                                     | 5     | 11,2         |     |
| Dimensões 4,3%                    | Comprimento                                                                |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Altura                                                                     |                                     | 4     | 3,4          |     |
|                                   | Largura                                                                    |                                     | 3     | 2,6          |     |
| Tipo de Apoios 16,34 %            | Arcos 13,56%                                                               | Margens                             | 2     | 5,4          |     |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 10,8         |     |
|                                   | Pilares 2,78 %                                                             | Margens                             | 2     | 1,1          |     |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 2,2          |     |
| Anomalias 0,86%                   | Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo               |                                     | 1     | 0,2          |     |
|                                   | Elementos de pedra mais salientes (predispostos ao Leito)                  |                                     | 3     | 0,5          |     |
|                                   | Passagem de infraestruturas enterradas sobre as estruturas da ponte        |                                     | 1     | 0,2          |     |
|                                   | Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                 |                                     | 2     | 0,3          |     |
|                                   | Formação de banco ou ilhas de areia sobre os pilares inseridos no leito    |                                     | 4     | 0,7          |     |
|                                   | Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos sobre o leito |                                     | 5     | 0,9          |     |
|                                   | Colmatção de siltes e argilas                                              |                                     | 4     | 5,8          |     |
| Processos Hidromorfológicos 7,31% | Assoreamento                                                               |                                     | 5     | 7,3          |     |
|                                   | Escoamento                                                                 |                                     | 1     | 1,5          |     |
| Deposição de sedimentos 4,3%      | Imbricado (seixos sobrepostos)                                             |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Encouraçamento (seixos soltos imóveis)                                     |                                     | 3     | 2,6          |     |
|                                   | Formação de depósitos contínuos de sedimentos (ou barras)                  |                                     | 5     | 4,3          |     |
| Características do leito 30 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |     |
| Materiais no leito 10%            | Rochoso                                                                    |                                     | 5     | 10,0         |     |
|                                   | Fino                                                                       |                                     | 2     | 4,0          |     |
|                                   | Grosso                                                                     |                                     | 4     | 8,0          |     |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 3     | 6,0          |     |
|                                   | Tipo de Vegetação                                                          | Sem Vegetação                       |       | 0            | 0,0 |
|                                   |                                                                            | Hepáticas/Musgo/Liquenes            |       | 2            | 4,0 |
|                                   |                                                                            | Juncos/Palha Herbáceas emergentes   |       | 1            | 2,0 |
|                                   |                                                                            | Herbáceas emergentes de folha larga |       | 1            | 2,0 |
|                                   |                                                                            | Plantas flutuantes                  |       | 2            | 4,0 |
|                                   |                                                                            | Flutuantes livres                   |       | 1            | 2,0 |
|                                   |                                                                            | Antíbias                            |       | 2            | 4,0 |
|                                   |                                                                            | Folhas lineares submersas           |       | 1            | 2,0 |
| Alteração do leito 20 %           | Reforçado                                                                  |                                     | 5     | 20,0         |     |
|                                   | Rececionado                                                                |                                     | 3     | 12,0         |     |
|                                   | Passagem em vau                                                            |                                     | 1     | 4,0          |     |
|                                   | Acondicionado em secção fechada                                            |                                     | 2     | 8,0          |     |
| Características das Margens 17 %  |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |     |
| Materiais nas margens 5,7%        | Tipo de Vegetação                                                          | Uniforme                            | 1     | 1,1          |     |
|                                   |                                                                            | Complexa                            | 2     | 2,3          |     |
|                                   |                                                                            | Simplex                             | 0     | 0,0          |     |
|                                   |                                                                            | Sem vegetação                       | 2     | 2,3          |     |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 2     | 2,3          |     |
|                                   | Blocos Grandes                                                             |                                     | 4     | 4,6          |     |
|                                   | Pedra/Seixos                                                               |                                     | 3     | 3,4          |     |
|                                   | Areias/gravilha                                                            |                                     | 5     | 5,7          |     |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3     | 3,4          |     |
| Alteração das margens 11,33%      | Berma natural                                                              |                                     | 0     | 0,0          |     |
|                                   | Berma artificial                                                           |                                     | 3     | 6,8          |     |
|                                   | Reforçada                                                                  |                                     | 2     | 4,5          |     |
|                                   | Reperfilamento                                                             |                                     | 1     | 2,3          |     |
|                                   | Vertentes erodidas                                                         |                                     | 5     | 11,3         |     |
|                                   | Re - seccionada                                                            |                                     | 3     | 6,8          |     |
| Uso do Solo 10%                   |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |     |
| Ocupação do solo 6,7%             | Matas mistas de folhosas (semi-natural)                                    |                                     | 0     | 0,0          |     |
|                                   | Plantação de matas mistas de folhosas                                      |                                     | 0     | 0,0          |     |
|                                   | Substrato rochoso                                                          |                                     | 3     | 1,9          |     |
|                                   | Desenvolvimento urbano ou sub-urbano                                       |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Terrenos lavrados                                                          |                                     | 0     | 1,3          |     |
|                                   | Parques e jardins                                                          |                                     | 3     | 1,9          |     |
|                                   | Ruínas de edifícios                                                        |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Área urbana de baixa densidade                                             |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Área urbana de alta intensidade                                            |                                     | 5     | 2,3          |     |
|                                   | Industrial                                                                 |                                     | 4     | 2,1          |     |
|                                   | Agrícola                                                                   |                                     | 0     | 0,0          |     |
| Materiais artificiais 3,3%        | Lixo/resíduos                                                              |                                     | 3     | 2,0          |     |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3     | 2,0          |     |
|                                   | Poluição                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |     |
|                                   | Estradas                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |     |
| Tota (%)                          |                                                                            |                                     | 60,4  |              |     |

Fonte: Autor.

Tabela 36 – P5: Análise descritiva.

| Registo fotográfico                                                                | Análise descritiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>Características da Ponte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ponte em viga, com 2 apoios na margem e 3 apoios no leito, contando com uma altura de 3,4 m.</li> <li>- Estado precário com alto risco de colapso.</li> </ul> <p><b>Problemas estruturais:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abertura nas juntas entre as pedras;</li> <li>- Presença de depósitos de pedras e outros tipos de detritos;</li> <li>- Elementos de pedra mais salientes;</li> <li>- Vegetação na alvenaria;</li> <li>- Erosão local nos elementos de fundação;</li> <li>- Presença de fissuras nos pilares e deterioração com perda material.</li> </ul> <p><b>Fatores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Margens naturais, mostrando-se erodidas ;</li> <li>- Passagem em vau mostrando evidencias de vegetação aquática como anfíbias.</li> </ul> <p><b>Processos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Colmatação;</li> <li>- Assoreamento.</li> </ul> |

**Problemas:**

- Ponte apresenta-se em risco de colapso;
- Congestionamento de detritos de madeira a montante da estrutura;
- Partes da estrutura colapsaram e caíram no leito, provocando obstruções.

**Medidas:**

- Remoção dos destroços da ponte;
- Remoção de vegetação;
- Reestruturação da ponte;
- Soluções baseadas na natureza e bioengenharia.

Fonte: Autor.

## Ponte 6

Tabela 37 – P6: Características estruturais.

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Localização: Caldelas (Ponte romana)                                                |     |
| Tipo de Estrutura: Viga                                                             |     |
|  |     |
| Data: 16/04/2024                                                                    |     |
| Estado de conservação: N. D                                                         |     |
| Altura: N. D                                                                        |     |
| Largura: 3,5 m                                                                      |     |
| Comprimento: 60 m                                                                   |     |
| Apoios nas margens: 2                                                               |     |
| Apoios no leito: 34                                                                 |     |
| Natureza do tráfego: Pedestres                                                      |     |
| Processos hidromorfológicos                                                         |     |
| Colmatação                                                                          | Sim |
| Assoreamento                                                                        | Sim |
| Deposição                                                                           | Sim |
| Grau de Exposição: Alto                                                             |     |
| Índice de risco de inundação: Alto                                                  |     |

Fonte: Autor.

Tabela 38 – P6: Matriz de Risco.

| Características da Ponte 43 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação % |     |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|--------------|-----|
| Estrutura 11,18%                  | Pórtico                                                                    |                                     | 1     | 2,2          |     |
|                                   | Viga                                                                       |                                     | 3     | 6,7          |     |
|                                   | Arco                                                                       |                                     | 5     | 11,2         |     |
| Dimensões 4,3%                    | Comprimento                                                                |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Altura                                                                     |                                     | 4     | 3,4          |     |
|                                   | Largura                                                                    |                                     | 3     | 2,6          |     |
| Tipo de Apoios 16,34 %            | Arcos 13,56%                                                               | Margens                             | 2     | 5,4          |     |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 10,8         |     |
|                                   | Pilares 2,78 %                                                             | Margens                             | 2     | 1,1          |     |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 2,2          |     |
| Anomalias 0,86%                   | Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo               |                                     | 1     | 0,2          |     |
|                                   | Elementos de pedra mais salientes (predispostos ao Leito)                  |                                     | 3     | 0,5          |     |
|                                   | Passagem de infraestruturas enterradas sobre as estruturas da ponte        |                                     | 1     | 0,2          |     |
|                                   | Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                 |                                     | 2     | 0,3          |     |
|                                   | Formação de banco ou ilhas de areia sobre os pilares inseridos no leito    |                                     | 4     | 0,7          |     |
|                                   | Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos sobre o leito |                                     | 5     | 0,9          |     |
|                                   | Colmatção de siltes e argilas                                              |                                     | 4     | 5,8          |     |
| Processos Hidromorfológicos 7,31% | Assoreamento                                                               |                                     | 5     | 7,3          |     |
|                                   | Escoamento                                                                 |                                     | 1     | 1,5          |     |
| Deposição de sedimentos 4,3%      | Imbricado (seixos sobrepostos)                                             |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Encouraçamento (seixos soltos imóveis)                                     |                                     | 3     | 2,6          |     |
|                                   | Formação de depósitos contínuos de sedimentos (ou barras)                  |                                     | 5     | 4,3          |     |
| Características do leito 30 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |     |
| Materiais no leito 10%            | Rochoso                                                                    |                                     | 5     | 10,0         |     |
|                                   | Fino                                                                       |                                     | 2     | 4,0          |     |
|                                   | Grosso                                                                     |                                     | 4     | 8,0          |     |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 3     | 6,0          |     |
|                                   | Tipo de Vegetação                                                          | Sem Vegetação                       |       | 0            | 0,0 |
|                                   |                                                                            | Hepáticas/Musgo/Liquenes            |       | 2            | 4,0 |
|                                   |                                                                            | Juncos/Palha Herbáceas emergentes   |       | 1            | 2,0 |
|                                   |                                                                            | Herbáceas emergentes de folha larga |       | 1            | 2,0 |
|                                   |                                                                            | Plantas flutuantes                  |       | 2            | 4,0 |
|                                   |                                                                            | Flutuantes livres                   |       | 1            | 2,0 |
|                                   |                                                                            | Antifbias                           |       | 2            | 4,0 |
|                                   |                                                                            | Folhas lineares submersas           |       | 1            | 2,0 |
| Alteração do leito 20 %           | Reforçado                                                                  |                                     | 5     | 20,0         |     |
|                                   | Rececionado                                                                |                                     | 3     | 12,0         |     |
|                                   | Passagem em vau                                                            |                                     | 1     | 4,0          |     |
|                                   | Acondicionado em secção fechada                                            |                                     | 2     | 8,0          |     |
| Características das Margens 17 %  |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |     |
| Materiais nas margens 5,7%        | Tipo de Vegetação                                                          | Uniforme                            | 1     | 1,1          |     |
|                                   |                                                                            | Complexa                            | 2     | 2,3          |     |
|                                   |                                                                            | Simplex                             | 0     | 0,0          |     |
|                                   |                                                                            | Sem vegetação                       | 2     | 2,3          |     |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 2     | 2,3          |     |
|                                   | Blocos Grandes                                                             |                                     | 4     | 4,6          |     |
|                                   | Pedra/Seixos                                                               |                                     | 3     | 3,4          |     |
|                                   | Areias/gravilha                                                            |                                     | 5     | 5,7          |     |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3     | 3,4          |     |
| Alteração das margens 11,33%      | Berma natural                                                              |                                     | 0     | 0,0          |     |
|                                   | Berma artificial                                                           |                                     | 3     | 6,8          |     |
|                                   | Reforçada                                                                  |                                     | 2     | 4,5          |     |
|                                   | Reperfilamento                                                             |                                     | 1     | 2,3          |     |
|                                   | Vertentes erodidas                                                         |                                     | 5     | 11,3         |     |
|                                   | Re - seccionada                                                            |                                     | 3     | 6,8          |     |
| Uso do Solo 10%                   |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |     |
| Ocupação do solo 6,7%             | Matas mistas de folhosas (semi-natural)                                    |                                     | 0     | 0,0          |     |
|                                   | Plantação de matas mistas de folhosas                                      |                                     | 0     | 0,0          |     |
|                                   | Substrato rochoso                                                          |                                     | 3     | 1,9          |     |
|                                   | Desenvolvimento urbano ou sub-urbano                                       |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Terrenos lavrados                                                          |                                     | 0     | 0,0          |     |
|                                   | Parques e jardins                                                          |                                     | 3     | 1,9          |     |
|                                   | Ruínas de edifícios                                                        |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Área urbana de baixa densidade                                             |                                     | 2     | 1,7          |     |
|                                   | Área urbana de alta intensidade                                            |                                     | 5     | 2,3          |     |
|                                   | Industrial                                                                 |                                     | 4     | 2,1          |     |
|                                   | Agrícola                                                                   |                                     | 0     | 0,0          |     |
| Materiais artificiais 3,3%        | Lixo/resíduos                                                              |                                     | 3     | 2,0          |     |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3     | 2,0          |     |
|                                   | Poluição                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |     |
|                                   | Estradas                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |     |
| Tota (%)                          |                                                                            |                                     | 79,8  |              |     |

Fonte: Autor.

Tabela 39 – P6: Análise descritiva.

| Registo fotográfico                                                                                                                                                                                                                                            | Análise descritiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br><br> | <p><b>Características da Ponte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ponte prancheira, utilizada em rios de baixo fluxo, classificada como ponte inferior a 10 m.</li> <li>- Estrutura com 34 pilares baixos e protegida por 35 vãos irregulares de guarda. <b>Fatores:</b></li> <li>- Margens naturais a jusante e a montante modificadas com muros de pedras;</li> <li>- Leito com uma forte presença de sedimentos finos de areias;</li> <li>- Presença de vegetação uniforme;</li> <li>- Presença de vegetação aquática.</li> </ul> <p><b>Processos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Colmatação;</li> <li>- Assoreamento.</li> </ul> <p><b>Problemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descargas ilegais;</li> <li>- Vertentes erodidas;</li> <li>- Estrangulamento do rio face à ponte.</li> </ul> <p><b>Medidas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desassoreamento do leito;</li> <li>- Ecobarreiras;</li> <li>- Limpeza das margens;</li> <li>- Soluções baseadas na natureza e bioengenharia.</li> </ul> |

Fonte: Autor.

## Ponte 7

Tabela 40 – P7: Características estruturais.

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Localização: Caldelas – Parque das Taipas                                          |     |
| Tipo de Estrutura: Arco                                                            |     |
|  |     |
| Data:16/04/2024                                                                    |     |
| Estado de conservação: N. D                                                        |     |
| Altura: N. D                                                                       |     |
| Largura: N. D                                                                      |     |
| Comprimento: N. D                                                                  |     |
| Apoios nas margens: 2                                                              |     |
| Apoios no leito: 2                                                                 |     |
| Natureza do tráfego: Rodoviária                                                    |     |
| Processos hidromorfológicos                                                        |     |
| Colmatção                                                                          | Sim |
| Assoreamento                                                                       | Não |
| Deposição                                                                          | Não |
| Grau de Exposição: Alto                                                            |     |
| Índice de risco de inundação: Alto                                                 |     |

Fonte: Autor.

Tabela 41 – P7: Matriz de Risco.

| Características da Ponte 43 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação % |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|--------------|
| Estrutura 11,18%                  | Pórtico                                                                    |                                     | 1     | 2,2          |
|                                   | Viga                                                                       |                                     | 3     | 6,7          |
|                                   | Arco                                                                       |                                     | 5     | 11,2         |
| Dimensões 4,3%                    | Comprimento                                                                |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Altura                                                                     |                                     | 4     | 3,4          |
|                                   | Largura                                                                    |                                     | 3     | 2,6          |
| Tipo de Apoios 16,34 %            | Arcos 13,56%                                                               | Margens                             | 2     | 5,4          |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 10,8         |
|                                   | Pilares 2,78 %                                                             | Margens                             | 2     | 1,1          |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 2,2          |
| Anomalias 0,86%                   | Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo               |                                     | 1     | 0,2          |
|                                   | Elementos de pedra mais salientes (predispostos ao Leito)                  |                                     | 3     | 0,5          |
|                                   | Passagem de infraestruturas enterradas sobre as estruturas da ponte        |                                     | 1     | 0,2          |
|                                   | Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                 |                                     | 2     | 0,3          |
|                                   | Formação de banco ou ilhas de areia sobre os pilares inseridos no leito    |                                     | 4     | 0,7          |
|                                   | Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos sobre o leito |                                     | 5     | 0,9          |
|                                   | Colmatação de siltes e argilas                                             |                                     | 4     | 5,8          |
| Processos Hidromorfológicos 7,31% | Assoreamento                                                               |                                     | 5     | 7,3          |
|                                   | Escoamento                                                                 |                                     | 1     | 1,5          |
| Deposição de sedimentos 4,3%      | Imbricado (seixos sobrepostos)                                             |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Encouraçamento (seixos soltos imóveis)                                     |                                     | 3     | 2,6          |
|                                   | Formação de depósitos contínuos de sedimentos (ou barras)                  |                                     | 5     | 4,3          |
| Características do leito 30 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |
| Materiais no leito 10%            | Rochoso                                                                    |                                     | 5     | 10,0         |
|                                   | Fino                                                                       |                                     | 2     | 4,0          |
|                                   | Grosso                                                                     |                                     | 4     | 8,0          |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 3     | 6,0          |
|                                   | Tipo de Vegetação                                                          | Sem Vegetação                       | 0     | 0,0          |
|                                   |                                                                            | Hepáticas/Musgo/Liquenes            | 2     | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Juncos/Palha Herbáceas emergentes   | 1     | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Herbáceas emergentes de folha larga | 1     | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Plantas flutuantes                  | 2     | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Flutuantes livres                   | 1     | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Anfibias                            | 2     | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Folhas lineares submersas           | 1     | 2,0          |
| Alteração do leito 20 %           | Reforçado                                                                  |                                     | 5     | 20,0         |
|                                   | Rececionado                                                                |                                     | 3     | 12,0         |
|                                   | Passagem em vau                                                            |                                     | 1     | 4,0          |
|                                   | Acondicionado em secção fechada                                            |                                     | 2     | 8,0          |
| Características das Margens 17 %  |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |
| Materiais nas margens 5,7%        | Tipo de Vegetação                                                          | Uniforme                            | 1     | 1,1          |
|                                   |                                                                            | Complexa                            | 2     | 2,3          |
|                                   |                                                                            | Simplex                             | 0     | 0,0          |
|                                   |                                                                            | Sem vegetação                       | 2     | 2,3          |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 2     | 2,3          |
|                                   | Blocos Grandes                                                             |                                     | 4     | 4,6          |
|                                   | Pedra/Seixos                                                               |                                     | 3     | 3,4          |
|                                   | Areias/gravilha                                                            |                                     | 5     | 5,7          |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3     | 3,4          |
| Alteração das margens 11,33%      | Berma natural                                                              |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Berma artificial                                                           |                                     | 3     | 6,8          |
|                                   | Reforçada                                                                  |                                     | 2     | 4,5          |
|                                   | Reperfilamento                                                             |                                     | 1     | 2,3          |
|                                   | Vertentes erodidas                                                         |                                     | 5     | 11,3         |
|                                   | Re - seccionada                                                            |                                     | 3     | 6,8          |
| Uso do Solo 10%                   |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |
| Ocupação do solo 6,7%             | Matas mistas de folhosas (semi-natural)                                    |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Plantação de matas mistas de folhosas                                      |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Substrato rochoso                                                          |                                     | 3     | 1,9          |
|                                   | Desenvolvimento urbano ou sub-urbano                                       |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Terrenos lavrados                                                          |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Parques e jardins                                                          |                                     | 3     | 1,9          |
|                                   | Ruínas de edifícios                                                        |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Área urbana de baixa densidade                                             |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Área urbana de alta intensidade                                            |                                     | 5     | 2,3          |
|                                   | Industrial                                                                 |                                     | 4     | 2,1          |
| Materiais artificiais 3,3%        | Agrícola                                                                   |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Lixo/resíduos                                                              |                                     | 3     | 2,0          |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3     | 2,0          |
|                                   | Poluição                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |
| Estradas                          |                                                                            |                                     | 3     | 2,0          |
| Tota (%)                          |                                                                            |                                     | 65    |              |

Fonte: Autor.

Tabela 42 – P7: Análise descritiva.

| Registo fotográfico                                                                                                                                                                                                                                      | Análise descritiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p><b>Características da Ponte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ponte em arco com 2 pilares inseridos nas margens e 2 sobre o leito;</li> <li>- Ponte inferior a 10 m.</li> </ul> <p><b>Fatores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Margens mostram reperfilamento;</li> <li>- Sobre o leito concentram-se estruturas como escadas e alguns reforços de muros no fundo do leito.</li> </ul> <p><b>Processos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Colmatção.</li> </ul> <p><b>Problemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lixo e entulhos sobre os arcos;</li> <li>- Canalizações e saneamento;</li> <li>- Localizada a montante da P5 as estruturas em conjunto provocam estrangulamento sobre o leito.</li> </ul> <p><b>Medidas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Soluções baseadas na natureza e bioengenharia;</li> <li>- Limpeza das margens.</li> </ul> |

Fonte: Autor.

## Ponte 9

Tabela 43 – P9: Características estruturais.

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Localização: Caldelas – Parque de Lazer da Praia Seca                               |     |
| Tipo de Estrutura: Viga                                                             |     |
|  |     |
| Data: 16/04/2024                                                                    |     |
| Estado de conservação: N.D.                                                         |     |
| Altura: N.D.                                                                        |     |
| Largura: N.D.                                                                       |     |
| Comprimento: N.D.                                                                   |     |
| Apoios nas margens: 2                                                               |     |
| Apoios no leito: 3                                                                  |     |
| Natureza do tráfego: Mista                                                          |     |
| Processos hidromorfológicos                                                         |     |
| Colmatação                                                                          | Não |
| Assoreamento                                                                        | Sim |
| Deposição                                                                           | Não |
| Grau de Exposição: Alto                                                             |     |
| Índice de risco de inundação: Alto                                                  |     |

Fonte: Autor.

Tabela 44 – P9: Matriz de Risco.

| Características da Ponte 43 %     |                                                                            |                                     | Valor    | Ponderação % |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------|--------------|
| Estrutura 11,18%                  |                                                                            | Pórtico                             | 1        | 2,2          |
|                                   |                                                                            | Viga                                | 3        | 6,7          |
|                                   |                                                                            | Arco                                | 5        | 11,2         |
| Dimensões 4,3%                    |                                                                            | Comprimento                         | 2        | 1,7          |
|                                   |                                                                            | Altura                              | 4        | 3,4          |
|                                   |                                                                            | Largura                             | 3        | 2,6          |
| Tipo de Apoios 16,34 %            | Arcos 13,56%                                                               | Margens                             | 2        | 5,4          |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4        | 10,8         |
|                                   | Pilares 2,78 %                                                             | Margens                             | 2        | 1,1          |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4        | 2,2          |
| Anomalias 0,86%                   | Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo               |                                     | 1        | 0,2          |
|                                   | Elementos de pedra mais salientes (predispostos ao Leito)                  |                                     | 3        | 0,5          |
|                                   | Passagem de infraestruturas enterradas sobre as estruturas da ponte        |                                     | 1        | 0,2          |
|                                   | Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                 |                                     | 2        | 0,3          |
|                                   | Formação de banco ou ilhas de areia sobre os pilares inseridos no leito    |                                     | 4        | 0,7          |
|                                   | Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos sobre o leito |                                     | 5        | 0,9          |
| Processos Hidromorfológicos 7,31% | Colmatação de siltes e argilas                                             |                                     | 4        | 5,8          |
|                                   | Assoreamento                                                               |                                     | 5        | 7,3          |
|                                   | Escoamento                                                                 |                                     | 1        | 1,5          |
| Deposição de sedimentos 4,3%      | Imbricado (seixos sobrepostos)                                             |                                     | 2        | 1,7          |
|                                   | Encouraçamento (seixos soltos imóveis)                                     |                                     | 3        | 2,6          |
|                                   | Formação de depósitos contínuos de sedimentos (ou barras)                  |                                     | 5        | 4,3          |
| Características do leito 30 %     |                                                                            |                                     | Valor    | Ponderação   |
| Materiais no leito 10%            | Rochoso                                                                    |                                     | 5        | 10,0         |
|                                   | Fino                                                                       |                                     | 2        | 4,0          |
|                                   | Grosso                                                                     |                                     | 4        | 8,0          |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 3        | 6,0          |
|                                   | Tipo de Vegetação                                                          | Sem Vegetação                       | 0        | 0,0          |
|                                   |                                                                            | Hepáticas/Musgo/Liquenes            | 2        | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Juncos/Palha Herbáceas emergentes   | 1        | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Herbáceas emergentes de folha larga | 1        | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Plantas flutuantes                  | 2        | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Flutuantes livres                   | 1        | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Anfibias                            | 2        | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Folhas lineares submersas           | 1        | 2,0          |
| Alteração do leito 20 %           | Reforçado                                                                  |                                     | 5        | 20,0         |
|                                   | Rececionado                                                                |                                     | 3        | 12,0         |
|                                   | Passagem em vau                                                            |                                     | 1        | 4,0          |
|                                   | Acondicionado em secção fechada                                            |                                     | 2        | 8,0          |
| Características das Margens 17 %  |                                                                            |                                     | Valor    | Ponderação   |
| Materiais nas margens 5,7%        | Tipo de Vegetação                                                          | Uniforme                            | 1        | 1,1          |
|                                   |                                                                            | Complexa                            | 2        | 2,3          |
|                                   |                                                                            | Simplex                             | 0        | 0,0          |
|                                   |                                                                            | Sem vegetação                       | 2        | 2,3          |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 2        | 2,3          |
|                                   | Blocos Grandes                                                             |                                     | 4        | 4,6          |
|                                   | Pedra/Seixos                                                               |                                     | 3        | 3,4          |
|                                   | Areias/graviilha                                                           |                                     | 5        | 5,7          |
| Alteração das margens 11,33%      | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3        | 3,4          |
|                                   | Berma natural                                                              |                                     | 0        | 0,0          |
|                                   | Berma artificial                                                           |                                     | 3        | 6,8          |
|                                   | Reforçada                                                                  |                                     | 2        | 4,5          |
|                                   | Reperfilamento                                                             |                                     | 1        | 2,3          |
|                                   | Vertentes erodidas                                                         |                                     | 5        | 11,3         |
|                                   | Re - seccionada                                                            |                                     | 3        | 6,8          |
|                                   |                                                                            |                                     |          |              |
| Uso do Solo 10%                   |                                                                            |                                     | Valor    | Ponderação   |
| Ocupação do solo 6,7%             | Matas mistas de folhosas (semi-natural)                                    |                                     | 0        | 0,0          |
|                                   | Plantação de matas mistas de folhosas                                      |                                     | 0        | 0,0          |
|                                   | Substrato rochoso                                                          |                                     | 3        | 1,9          |
|                                   | Desenvolvimento urbano ou sub-urbano                                       |                                     | 2        | 1,7          |
|                                   | Terrenos lavrados                                                          |                                     | 0        | 0,0          |
|                                   | Parques e jardins                                                          |                                     | 3        | 1,9          |
|                                   | Ruínas de edifícios                                                        |                                     | 2        | 1,7          |
|                                   | Área urbana de baixa densidade                                             |                                     | 2        | 1,7          |
|                                   | Área urbana de alta intensidade                                            |                                     | 5        | 2,3          |
|                                   | Industrial                                                                 |                                     | 4        | 2,1          |
| Materiais artificiais 3,3%        | Agrícola                                                                   |                                     | 0        | 0,0          |
|                                   | Lixo/resíduos                                                              |                                     | 3        | 2,0          |
|                                   | Canalizações/afluentes                                                     |                                     | 3        | 2,0          |
|                                   | Poluição                                                                   |                                     | 3        | 2,0          |
|                                   | Estradas                                                                   |                                     | 3        | 2,0          |
|                                   |                                                                            |                                     | Tota (%) | 68,7         |

Fonte: Autor.

Tabela 45 – P9: Análise descritiva.

| Registro fotográfico                                                                | Análise descritiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p><b>Características da Ponte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ponte em viga, com 2 pilares sobre as margens e 3 sobre o leito.</li> <li>- Ponte pequena inferior a 10 m.</li> </ul> <p><b>Fatores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Margens reforçadas por muros, mostrando-se mais uniforme a montante;</li> <li>- Moinho sobrepõe-se ao leito criando obstrução.</li> </ul> <p><b>Processos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assoreamento.</li> </ul> |
|  | <p><b>Problemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acúmulo de detritos de madeira, comprometendo o escoamento do rio;</li> <li>- Canalizações e saneamento ao longo das margens a montante.</li> </ul> <p><b>Medidas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Remoção de detritos sobre o leito;</li> <li>- Limpeza e remoção seletiva de vegetação nas Margens.</li> </ul>                                                                                                         |

Fonte: Autor.

Ponte 10

Tabela 46 – P10: Características estruturais.

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Localização: Barco – Parque de lazer de Barco                                      |     |
| Tipo de Estrutura: Viga                                                            |     |
|  |     |
| Data:16/04/2024                                                                    |     |
| Estado de conservação: N. D                                                        |     |
| Altura: N. D                                                                       |     |
| Largura: 6,4 m                                                                     |     |
| Comprimento: 50 m                                                                  |     |
| Apoios nas margens: 2                                                              |     |
| Apoios no leito: 21                                                                |     |
| Natureza do tráfego: Rodoviária                                                    |     |
| Processos hidromorfológicos                                                        |     |
| Colmatção                                                                          | Sim |
| Assoreamento                                                                       | Sim |
| Deposição                                                                          | Sim |
| Grau de Exposição: Alto                                                            |     |
| Índice de risco de inundação: Muito Alto                                           |     |

Fonte: Autor.

Tabela 47 – P10:Matriz de Risco.

| Características da Ponte 43 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação % |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|--------------|
| Estrutura 11,18%                  |                                                                            | Pórtico                             | 1     | 2,2          |
|                                   |                                                                            | Viga                                | 3     | 6,7          |
|                                   |                                                                            | Arco                                | 5     | 11,2         |
| Dimensões 4,3%                    |                                                                            | Comprimento                         | 2     | 1,7          |
|                                   |                                                                            | Altura                              | 4     | 3,4          |
|                                   |                                                                            | Largura                             | 3     | 2,6          |
| Tipo de Apoios 16,34 %            | Arcos 13,56%                                                               | Margens                             | 2     | 5,4          |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 10,8         |
|                                   | Pilares 2,78 %                                                             | Margens                             | 2     | 1,1          |
|                                   |                                                                            | Leito                               | 4     | 2,2          |
| Anomalias 0,86%                   | Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo               |                                     | 1     | 0,2          |
|                                   | Elementos de pedra mais salientes (predispostos ao Leito)                  |                                     | 3     | 0,5          |
|                                   | Passagem de infraestruturas enterradas sobre as estruturas da ponte        |                                     | 1     | 0,2          |
|                                   | Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                 |                                     | 2     | 0,3          |
|                                   | Formação de banco ou ilhas de areia sobre os pilares inseridos no leito    |                                     | 4     | 0,7          |
|                                   | Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos sobre o leito |                                     | 5     | 0,9          |
| Processos Hidromorfológicos 7,31% | Colmatação de siltes e argilas                                             |                                     | 4     | 5,8          |
|                                   | Assoreamento                                                               |                                     | 5     | 7,3          |
|                                   | Escoamento                                                                 |                                     | 1     | 1,5          |
| Deposição de sedimentos 4,3%      | Imbricado (seixos sobrepostos)                                             |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Encouraçamento (seixos soltos imóveis)                                     |                                     | 3     | 2,6          |
|                                   | Formação de depósitos contínuos de sedimentos (ou barras)                  |                                     | 5     | 4,3          |
| Características do leito 30 %     |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |
| Materiais no leito 10%            |                                                                            | Rochoso                             | 5     | 10,0         |
|                                   |                                                                            | Fino                                | 2     | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Grosso                              | 4     | 8,0          |
|                                   |                                                                            | Lixo/entulhos                       | 3     | 6,0          |
|                                   | Tipo de Vegetação                                                          | Sem Vegetação                       | 0     | 0,0          |
|                                   |                                                                            | Hepáticas/Musgo/Liquenes            | 2     | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Juncos/Palha Herbáceas emergentes   | 1     | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Herbáceas emergentes de folha larga | 1     | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Plantas flutuantes                  | 2     | 4,0          |
|                                   |                                                                            | Flutuantes livres                   | 1     | 2,0          |
|                                   |                                                                            | Anfibias                            | 2     | 4,0          |
|                                   | Folhas lineares submersas                                                  | 1                                   | 2,0   |              |
| Alteração do leito 20 %           | Reforçado                                                                  |                                     | 5     | 20,0         |
|                                   | Rececionado                                                                |                                     | 3     | 12,0         |
|                                   | Passagem em vau                                                            |                                     | 1     | 4,0          |
|                                   | Acondicionado em secção fechada                                            |                                     | 2     | 8,0          |
| Características das Margens 17 %  |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |
| Materiais nas margens 5,7%        | Tipo de Vegetação                                                          | Uniforme                            | 1     | 1,1          |
|                                   |                                                                            | Complexa                            | 2     | 2,3          |
|                                   |                                                                            | Simple                              | 0     | 0,0          |
|                                   |                                                                            | Sem vegetação                       | 2     | 2,3          |
|                                   | Lixo/entulhos                                                              |                                     | 2     | 2,3          |
|                                   | Blocos Grandes                                                             |                                     | 4     | 4,6          |
|                                   | Pedra/Seixos                                                               |                                     | 3     | 3,4          |
|                                   | Areias/gravilha                                                            |                                     | 5     | 5,7          |
|                                   | Canalizações/afuentes                                                      |                                     | 3     | 3,4          |
| Alteração das margens 11,33%      | Berma natural                                                              |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Berma artificial                                                           |                                     | 3     | 6,8          |
|                                   | Reforçada                                                                  |                                     | 2     | 4,5          |
|                                   | Reperfilamento                                                             |                                     | 1     | 2,3          |
|                                   | Vertentes erodidas                                                         |                                     | 5     | 11,3         |
|                                   | Re - seccionada                                                            |                                     | 3     | 6,8          |
| Uso do Solo 10%                   |                                                                            |                                     | Valor | Ponderação   |
| Ocupação do solo 6,7%             | Matas mistas de folhosas (semi-natural)                                    |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Plantação de matas mistas de folhosas                                      |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Substrato rochoso                                                          |                                     | 3     | 1,9          |
|                                   | Desenvolvimento urbano ou sub-urbano                                       |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Terrenos lavrados                                                          |                                     | 0     | 0,0          |
|                                   | Parques e jardins                                                          |                                     | 3     | 1,9          |
|                                   | Ruínas de edifícios                                                        |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Área urbana de baixa densidade                                             |                                     | 2     | 1,7          |
|                                   | Área urbana de alta intensidade                                            |                                     | 5     | 2,3          |
|                                   | Industrial                                                                 |                                     | 4     | 2,1          |
|                                   | Agrícola                                                                   |                                     | 0     | 0,0          |
| Materiais artificiais 3,3%        | Lixo/resíduos                                                              |                                     | 3     | 2,0          |
|                                   | Canalizações/afuentes                                                      |                                     | 3     | 2,0          |
|                                   | Poluição                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |
|                                   | Estradas                                                                   |                                     | 3     | 2,0          |
| Tota (%)                          |                                                                            |                                     |       | 96,1         |

Fonte: Autor.

Tabela 48 – P10: Análise descritiva.

| Registro fotográfico                                                                | Análise descritiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p><b>Características da Ponte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ponte em viga, com 2 apoios nas margens e 21 sobre o leito. Conta com um comprimento de 59 m e uma largura de 5,2 m, sendo a sua altura inferior a 10 m.</li> </ul> <p><b>Fatores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deposição de lixos;</li> <li>- Margens naturais com deposição de areias;</li> <li>- Canalizações sobre as margens;</li> <li>- Leito com predominância de materiais finos.</li> </ul> <p><b>Processos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assoreamento.</li> </ul> |
|  | <p><b>Problemas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Obstrução de detritos de madeira a montante da estrutura;</li> <li>- Vegetação densa;</li> <li>- Grande quantidade de pilares sobre o leito.</li> </ul> <p><b>Medidas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desassoreamento no leito;</li> <li>- Limpeza e remoção seletiva da vegetação nas margens;</li> <li>- Remoção de detritos lenhosos sobre o leito;</li> <li>- Soluções baseadas na natureza e bioengenharia.</li> </ul>                                                                                      |

Fonte: Autor.

Com base nesta análise descritiva, podemos inferir que o principal fator de agravamento das inundações está relacionado com as características estruturais das pontes nomeadamente a altura. De facto, todas as pontes apresentam a altura inferior a 6 m, que pode restringir o fluxo natural dos cursos de água, especialmente em longos períodos de precipitação, resultando na elevação dos níveis do rio e na retenção de água, o que favorece a propagação das inundações. A baixa altura aumenta a probabilidade de a água atingir o tabuleiro da ponte, causando a sua submersão e a deposição de detritos sobre a estrutura. Este fenómeno é evidenciado na P 66 (Figura 35), onde é visível que os níveis de água atingem o tabuleiro, facto este comprovado pelos detritos e lixo alojados no tabuleiro da estrutura indicando até onde chegou os níveis da água.



**Figura 35 - P66:** Deposição de detritos. Fonte: Autor.

Outro fator estrutural tem a ver com os pilares que na maior parte das situações levam ao estrangulamento do rio. É a ocupação dos pilares no leito, a quantidade e dimensão que provocam os maiores impactes levando na maior parte das situações, ao estrangulamento do leito do rio. As pontes que mais impactam quanto à sua estrutura são as designadas em arco já que estas na maior parte das situações ocupam o leito com uma vazão desalinhada ao correto escoamento das águas, que contêm a maioria da sua estrutura sobre o leito. Sobre o rio Ave e rio Selho foram contabilizadas 5 pontes em arco, que de acordo com a matriz foram classificadas com alto risco (P 36) e muito alto, (P 66, P44, P3 e P1) estas pontes são de construção antiga a exceção da P4 (Ponte de Campelos) sobre o rio Ave.

As pontes P44, P66 e P1, apresentam arcos com diferentes tamanhos sofrendo intensos processos de assoreamento o que contribui para a colmatação do leito, os arcos de menor dimensão, enfrentam processos de assoreamento, e colmatação onde consequentemente a rio tende a ter dificuldades de escoar como é observado no exemplo da Figura 36.



**Figura 36** - P44: Assoreamento. Fonte: Autor.

As pontes P 44 e P 66, são estruturas muito antigas que contam com arcos irregulares numa área do rio com declive hidráulico muito baixo o que favorece a intensificação dos processos hidromorfológicos. Durante as observações em campo, constou-se que estas estruturas apresentam uma maior concentração de bancos de areia junto aos pilares. Devido aos arcos largos que atravessam o leito fluvial, estas pontes atuam como barreiras ao transporte natural de sedimentos, tornando-se mais propensas à acumulação de areias e ocupação de vegetação, o que pode provocar impactos estruturais.

As pontes do rio Selho são as que mais impactam quanto à sua altura, isto porque em comparação com o rio Ave, o leito apresenta-se mais estreito, sendo limitado o espaço de escoamento. As P21, P41, P44 e P66 apresentam alturas entre 0,62 e 2,7 m, em áreas onde o rio conta com canais estreitos numa área plana, sendo as mais preocupantes a P44 (Ponte de pisca), e a P41 já que a sua altura não ultrapassa os 2 m e são as únicas com estas características que se concentram em maiores aglomerados urbanos.

A presença de bancos de areia e de detritos, podem aumentar o nível das águas em episódios de inundações, intensificando os impactes sobre as áreas adjacentes, margens e à própria estrutura da ponte (Figura 37).



**Figura 37** - Bancos de areia a jusante das P12 e P44. Fonte: Autor.

No caso das pontes em arcos observamos impactes diferenciados com a formação de bancos de areias a jusante da estrutura. A razão para este fenómeno reside na acumulação gradual de sedimentos a montante, que são transportados para jusante durante as inundações, um processo mais evidente nos leitos planos. A presença de sedimentos no escoamento pode acarretar diversos problemas, tais como assoreamento, poluição e erosão (Campos *et. al.* (n. d). Podem provocar alterações nas condições naturais de fluxo de um rio, tal como danos em estruturas marginais e fluviais (Campos *et. al.*, (N.D)). Nunes *et. al.* (2014) também destaca o papel das atividades antrópicas na formação de bancos de areia, mencionando a construção de estruturas sobretudo a montante como fator significativo, o que confirma a observação de que intervenções humanas no leito fluvial afetam o fluxo sedimentar. Tais alterações propagam o impacto das inundações aumentando a pressão sobre as estruturas, ampliando os riscos para as populações localizadas nas zonas ribeirinhas.

Apesar das pontes em arco apresentarem um maior impacte sobre os rios, as pontes designadas em viga (Figura 38) também trazem consequências sobre as características das suas estruturas. Estas podem contribuir como fator de risco às inundações sobretudo quando os pilares assentam sobre o leito. É de destacar a P 10 com 21 pilares inseridos no leito pode provocar dificuldades de escoamento em época de águas altas e a acumulação de detritos o que pode levar a erosão da própria estrutura face ao aumento do movimento turbilhonar das águas.



**Figura 38** – P15: Estrutura física de ponte em viga. Fonte: Autor.

No caso das pontes P1, P4, P 6 e P7, os impactes são muito mais significativos devido ao facto de se encontrarem em grandes densidades urbanas. No caso destas pontes os pilares reduzem o fluxo natural do rio durante períodos de inundação; além disso, estes contribuem para a retenção de resíduos e comprometem o fluxo assim como a própria estrutura da ponte podendo trazer outro tipo de consequências a longo prazo. Os detritos flutuantes provenientes da ocorrência de inundações podem elevar os níveis da água e alterar os processos de fluxo. Este fenómeno pode provocar galgamentos ou desvio da ponte, mesmo em níveis de água mais baixos em comparação com a altura da ponte.

No caso de detritos transportados por inundações, a acumulação de materiais flutuantes ao redor dos pilares das pontes complica e aumenta ainda mais a ocorrência de erosão local. A resistência ao fluxo provocado pelos detritos induz um fluxo acelerado na jusante do congestionamento. Esta obstrução sobre os pilares também impede que o campo de escoamento forme flutuações de água devido à pressão de estagnação na superfície a montante. Este fenómeno é comum nas pontes em viga como destacado na figura 39, especialmente em zonas onde existe uma densa vegetação nas margens. No rio Ave, as pontes onde se observou uma maior incidência de deposição de detritos foram a P5, P10 e P11 caracterizadas por estruturas largas, com pilares muito próximos entre si, cobrindo grande parte do leito.

No rio Selho este tipo de fenómeno só foi observado na P 66, contudo o local apresentava características semelhantes às do rio Ave, tanto ao nível da vegetação nas margens como na obstrução do leito.



**Figura 39** - P5 e P11: Congestionamento de detritos. Fonte: Autor.

Chinchilla et. al., (2018), afirma que este congestionamento sobretudo nos pilares, leva a um aumento dos níveis da água a montante, como é observado no esquema da figura 40, um efeito que pode estender-se através do remanso e produzir alterações substanciais no risco de inundação nas áreas adjacentes. A acumulação de detritos de madeira que foi observado nas Pontes P5, P10 e P11 sobre o rio Ave o que pode levar a ocorrência dos processos descritos.

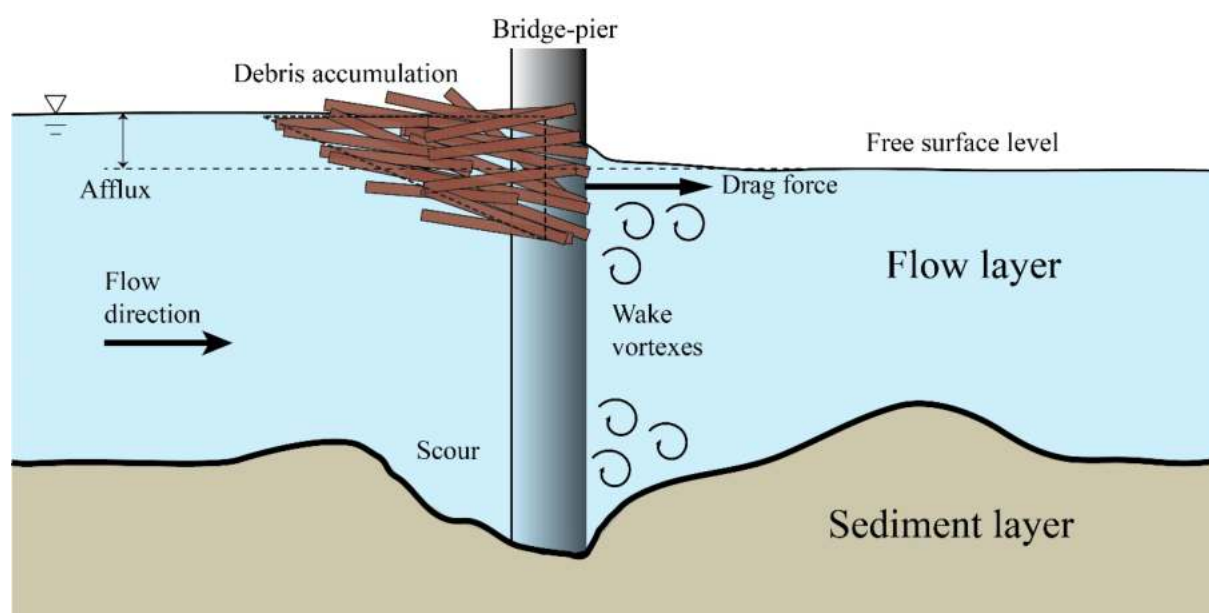


**Figura 40** - Congestionamento de detritos em frente ao cais de uma ponte e as suas consequências adaptado de Chinchilla et. al., (2018).

Estas acumulações de detritos são um perigo potencial para a estabilidade da ponte como muitas vezes responsáveis pelo risco de inundação. A acumulação modifica as características do escoamento na proximidade dos pilares, por consequência intensifica os processos de erosão sobre os pilares, cuja combinação pode promover gravemente a estabilidade da infraestrutura da ponte (Chinchilla et. al.,

2018). A intensidade da erosão local é condicionada por vários fatores nas proximidades do leito do rio entre os fatores que levam à erosão local em torno dos pilares da ponte nomeadamente a forma geométrica do pilar, as características do escoamento e o tipo de sedimento transportado. (Mainum *et. al.*, 2024). A erosão é um fenómeno natural influenciado pelas condições morfológicas do rio como pelas construções feitas pelo homem. A urbanização promove uma exposição do solo, com a retirada ou substituição da camada vegetal original da bacia, pela realização de obras em geral e mesmo pela agricultura, provocando maior erosão e maior sedimentação (Campos *et. al.*, (n.d).

A erosão retarda a deposição de sedimentos na zona de escoamento do canal causando instabilidade nas estruturas das pontes. Tais alterações propagam o impacto das inundações aumentando a pressão sobre as estruturas, ampliando os riscos para as populações localizadas nas zonas ribeirinhas. A figura 42 ilustra o escoamento e as trajetórias do fluxo fluvial na proximidade de um pilar que pode ser observado no rio Selho (Figura 41), mostrando que os pilares, constituem como obstáculos artificiais que desviam o fluxo da corrente. Estes obstáculos criam vórtices de correntes a seu torno potencializando o efeito de escavação no leito, junto aos pilares. Provocam a alteração da carga de sedimentos entre a sua parte montante e a jusante, produzindo uma área de erosão e outra de deposição que não existiria se a estrutura não estivesse no local (Filho *et. al.*, 2017).



**Figura 42** - Fluxo junto do pilar da P15. Fonte: Autor.

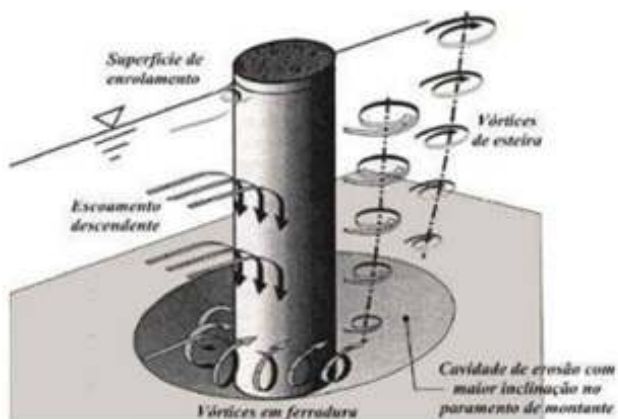


**Figura 41** - Desenho esquemático mostrando o escoamento e as trajetórias do fluxo fluvial na proximidade de um pilar (Brito *et. al.*, 2001) adaptado de Filho *et. al.* (2017).

A ação antrópica pode provocar alterações nas margens e no canal o que pode ter impactes significativos na taxa de produção dos sedimentos, acelerando este processo (Campos *et. al.* (n.d). Os muros de contenção são instalados com o objetivo de prevenir a erosão e mitigar os efeitos das inundações (Figura 43); no entanto, frequentemente essas infraestruturas acabam por contribuir para o estreitamento dos cursos de água, modificando a sua geometria.



**Figura 43** - Muros de contenção sobre as P54 e P25. Fonte: Autor.

Observa-se outro fator é a artificialização das margens e áreas adjacentes que pode levar uma diminuição na capacidade de o solo absorver água contribuindo para um aumento em altura de inundações. Esse aspeto pode consequentemente levar a submersão da ponte. Este fenómeno, no entanto, tem pouco intensidade nas pontes das ERAS. Além disso, outro aspeto importante a ser considerado é a propagação de espécies invasoras nas margens do rio, já que o crescimento descontrolado contribui para a modificação da morfologia do canal, e devido aos processos morfológicos apresentados nos rios estas

têm uma maior margem para progredir. Conforme evidenciado na Figura 43, essas plantas também favorecem o acúmulo de detritos, agravando ainda mais os problemas relacionados às inundações.

Por fim é importante destacar que as estruturas construídas pelo homem nos espaços ribeirinhos acarretam impactos face às inundações. Como já mencionado, as canalizações e os sistemas de saneamento localizados nas margens e leito do rio Ave e Selho, não possuem capacidade adequada para drenar as águas pluviais acabando estas por serem escoadas diretamente para o rio. No total, foram contabilizadas 12 pontes próximas aos sistemas de drenagem inseridas nas margens ou no leito do rio Ave e Selho, destas as P4, P44, P6, P8, P9 e P6, estão localizadas em áreas de médio e alto grau de exposição, principalmente 4 no rio Selho (P44, P41, P8 e P15), estão localizadas em áreas de alta densidade urbana o que acarreta uma maior problemática. Um dos locais mais preocupantes foi observado no Rio Ave na P4 (Ponte de Campelos), onde os sistemas de drenagem estão localizados sobre o leito e nas margens do rio. Conforme ilustrado na figura 44, o rio apresenta bancos de areia devido a esse fenômeno, que é agravado pelos arcos da própria ponte. Esse fator combinado pode levar a consequências como o aumento dos níveis de água, a introdução de espécies invasoras e uma intensificação da erosão das margens.



**Figura 44** - P3: Formação de bancos de areias a montante. Fonte: Autor.

A impermeabilização faz com que maiores volumes de águas pluviais sejam introduzidos nos sistemas de drenagem. Quando o sistema de drenagem é prejudicado pela presença de sedimentos nos seus dispositivos o quadro de inundação é, inevitavelmente ampliado (Campos *et. al.* (n.d). Um estudo feito por Santos e Sousa (2019), identificou impactos provenientes destas estruturas. Os autores apontam que o despejo direto de efluentes domésticos e comerciais nos corpos hídricos contribui para a deposição de sedimentos, especialmente em períodos de precipitação intensa quando grandes volumes de material, incluindo resíduos sólidos, são escoados e depositados no fundo do rio, levando a formação de bancos de areia. O assoreamento é o principal processo identificado nas pontes P8, P15, P21, P36, P38, P41, P44 P54 e P66 do rio Selho .Por outro lado, no rio Ave, o que se observa em campo é a deposição de sedimentos, especialmente nas P2, P4, P5, P6, P9, P10, P11 e P12. As inundações, por sua vez, são a causa principal de danos nas infraestruturas, em comparação a qualquer outro perigo natural, sendo suscetíveis a aumentar os seus danos. (Pregolato *et. al.*, 2022). Pontes localizadas nas áreas ribeirinhas são particularmente propensas a falhas durante cheias e inundações. Os riscos para as pontes decorrentes dos elevados caudais dos rios e da erosão são reconhecidos como cruciais a nível global (Pregolato *et. al.*, 2022). Nas pontes rio Selho são visíveis diversas anomalias estruturais que podem comprometer a integridade destas, especialmente durante eventos de inundação. Na tabela 49 mostra todas as anomalias encontradas em campo sobre o rio Ave e Selho.

**Tabela 49** - Anomalias observadas nas pontes do rio Ave e Selho.

| Anomalias nas pontes do rio Ave e Selho                                                                    |                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Fissuras ao longo dos blocos de pedra                                                                      | P38; P21; P5; P46; P66; P41; P36; P5; P9; P2              |
| Abertura nas juntas entre as pedras                                                                        | P44; P38; P21; P5; P46; P41; P36; P4; P8; P2              |
| Abatimentos nos arcos                                                                                      |                                                           |
| Elementos de pedra mais salientes                                                                          | P21; P5; P46; P41; P4                                     |
| Vegetação na alvenaria                                                                                     | P44; P38; P21; P8(Selho); P3; P5; P4; P9; P8(Ave); P2     |
| Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                                                 | P38; P5; P46; P41; P9                                     |
| Degradação de blocos de pedra                                                                              | P44; P38; P15; P66; P36                                   |
| Perda da estabilidade da fundação por alteração nos leitos do rio                                          | P44; P21; P66                                             |
| Erosão local dos elementos da fundação                                                                     | P66; P3; P4; P8; P2                                       |
| Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos                                               | P44; P21; P15; P5; P46; P57; P8; P36; P3; P4; P9; P2; P10 |
| Formação de banco ou ilhas de areia                                                                        | P44; P38; P15; P57; P8; PX; P3; P5; P9                    |
| Presença de fissuras nos pilares e/ou encontros                                                            | P5; P46; P8; P4                                           |
| Deterioração com perda de material ou ausência de proteção da funda                                        | P4                                                        |
| Histórico de intervenções no leito do rio de modo a proceder ao seu rebaixamento                           |                                                           |
| Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo                                               |                                                           |
| Alteração do perfil longitudinal do rio com a realização de obras (Ex: barragens, canais navegáveis, etc.) | P44                                                       |
| Passagem de infraestruturas enterradas (Ex: canalizações, escavações, etc.)                                | P46; P57; P8; PX                                          |
| Extração de água por meio de furos                                                                         |                                                           |
| Oxidação causada por humidade e/ou agentes agressivos                                                      |                                                           |
| Deformações causadas por sobrecarga e má utilização                                                        | P64                                                       |
| Deformações causadas por deficiência de contraventamento                                                   |                                                           |
| Deformações causadas por efeitos térmicos                                                                  |                                                           |
| Defeitos causados por efeito de incêndio                                                                   |                                                           |
| Fissuras causadas por concentração de tensões e/ou fadiga                                                  | P64; P8(Ave)                                              |
| Defeitos da solda                                                                                          |                                                           |
| Danos causados por colisões                                                                                |                                                           |

Fonte: Autor.

As anomalias que mais se destacam são as fissuras ao longo dos blocos de pedra a abertura nas juntas. Podemos referir também a erosão local, na presença de depósitos e outros tipos de detritos, e na formação de bancos e ilhas de areia. Um exemplo preocupante é a P4, sobre o rio Ave, em Sande (Vila Nova), com a ponte a apresentar uma estrutura muito debilitada o que pode provocar problemas de segurança (Figura 45).



**Figura 45** - P4: Alto risco de colapso. Fonte: Autor.

Muitas destas anomalias contribuem para os processos de erosão provocados sobretudo sobre os pilares das pontes. A P4 evidencia múltiplos problemas estruturais, incluindo um estrangulamento do leito a jusante, provocado pelo colapso parcial da estrutura e o congestionamento de detritos a montante, que pode ter contribuído para a sua deterioração (Figura 45).

As anomalias podem pôr em perigo a vida humana, impedir o planeamento de evacuação e os esforços de resposta a emergências e causar perturbações a longo prazo nos sistemas de transporte e nas economias locais (Pervaiz *et. al.*, 2023). Qualquer falha nas pontes tem o potencial de impor danos aos proprietários ou às autoridades responsáveis. Por consequente, compreender o impacto potencial das inundações nas pontes é uma necessidade das comunidades em áreas de risco de inundação (Pregmolato *et. al.*, 2022).

## 7. PROPOSTAS DE MEDIDAS DE PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO PARA A REDUÇÃO DO RISCO DE INUNDAÇÃO NAS ECOVIAS DO AVE E DO SELHO

No contexto de prevenção do risco de inundação é necessário adotar medidas estruturais quanto medidas não estruturais para reduzir o impacto das estruturas face às inundações e preservar as áreas adjacentes, promovendo o desenvolvimento da comunidade e ações preventivas que auxiliam na gestão a longo prazo.

Na elaboração de medidas estruturais para a mitigação dos riscos associados às inundações e à erosão nas áreas do rio Selho e Ave é fundamental que o tipo de obra deve ter em conta as características morfológicas do curso de água e para cada alternativa, o custo, o prazo e a época de construção, a disponibilidade de materiais necessários, o impacto ambiental e o impacto paisagístico (Fracassi, 2017).

As obras construídas sobre os rios Ave e Selho devem ser destinadas a resolver problemas que exigem:

- proteção contra inundações;
- proteção das margens contra erosão;
- desassoreamento do leito;
- recuperação de áreas erodidas;
- recuperação natural/ paisagística;
- remoção/Limpeza de vegetação.

De acordo com Fracassi (2017), é crucial que os efeitos das obras sejam monitorizados pois, podem alterar o comportamento natural do rio. As intervenções devem ser minimizadas e limitadas ao cumprimento da sua finalidade para evitar impactos negativos maiores. *“É preciso lembrar que o rio é um organismo em contínuo desenvolvimento, e, portanto, isso deve ser considerado, sendo previstas as possíveis modificações, especialmente aquelas antrópicas”* (Fracassi, 2017). Para enfrentar os desafios associados ao risco de inundações e à degradação das áreas fluviais, especialmente nos rios que atravessam zonas de maior exposição próximas às pontes, torna-se indispensável. A recuperação e renaturalização das margens, a remodelação de infraestruturas mais flexíveis a evolução natural dos cursos de água são alguns exemplos de intervenções de reabilitação das margens que permitem o controlo de erosão. Apesar destas intervenções serem de caris mais preventivo auxiliam evitar a mitigação dos sedimentos, impedir a extração dos mesmos em zonas de risco de erosão, preservar a integridade paisagística das margens. As técnicas de bioengenharia é o tipo de intervenção mais adequado à estabilização das margens. O seu objetivo é criar as condições adequadas para o retorno às funções naturais das margens, criando habitats capazes de suportarem as comunidades aquáticas e as

que se estabelecem nas faixas ribeirinhas (Arizpe *et. al.*, 2009). Contudo, estas técnicas devem ser sempre aplicadas por experientes, orientado por especialistas com conhecimentos em áreas tão diversificadas como a hidrologia, a ciência do solo, a biodiversidade e a silvicultura. A presença de vegetação nas margens, além de contribuir para manter a biodiversidade ambiental, pode ter como função a sua estabilização ou sedimentação do material sólido transportado para o escoamento. A vegetação atua como elemento de rugosidade, diminuindo a velocidade do escoamento (Taborda, 2021). A escolha de espécies é feita de modo a garantir que as espécies selecionadas para além de autóctones, existem nas proximidades do troço a reabilitar. De acordo com Costa (2013) Corredor ripário devidamente estruturado irá proporcionar:

- a diminuição do escoamento e da erosão superficial;
- a retenção de sedimentos e nutrientes;
- a estabilidade da forma e do traçado do canal;
- a formação de refúgios e o ensombramento da água;
- a integração paisagística.

A seleção da técnica de estabilização apropriada é extremamente importante e depende de diversos fatores como:

- declives das margens;
- velocidade de escoamento;
- tipo de solo nas margens;
- existência ou não de inundações;
- disponibilidade de espaço;
- objetivos da reabilitação pretendidos (Lemos, 2010).

Na tabela 50 são apresentadas as principais técnicas estruturais de reabilitação fluvial e correspondem a intervenções nas margens e no leito de cheia.

**Tabela 50** - Propostas de medidas de prevenção e mitigação para a redução do risco de inundação nas ERAS.

| Técnicas de bioengenharia para a estabilização das margens                                                                      |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Técnicas                                                                                                                        | Características                                                                                                                                                                                             | Aplicação e especificação técnica                                                                                                                                                    | Vantagens/Desvantagens                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>Faxina Viva</b></p>                      | <p>Feixes de estacas vivas, espaçadas de modo equidistante ao longo do declive, ou apenas na interface entre a água e o talude.</p>                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pode ser normalmente aplicado em declives suaves;</li> <li>- Frequentemente necessita de modelação do talude e proteção da base.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite a colonização por parte da vegetação natural;</li> <li>- Não resiste a velocidades da água elevada;</li> <li>- Deve ser combinada com outras técnicas de engenharia;</li> <li>- Estrutura resistente ao encharcamento.</li> </ul>                                                                                              |
| <p><b>Esteiras com ramos vegetativos</b></p>  | <p>Camada contínua de ramos vivos ou mortos, fixados ao solo através de estacas vivas.</p>                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicado em zonas acima do nível normal das águas onde os taludes estejam ameaçados por caudais de cheia.</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporciona proteção imediata, restaurando rapidamente as condições ripícolas.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p><b>Gabião</b></p>                         | <p>Caixa prismática triangular, tipicamente de rede com malha hexagonal, feita em arame galvanizado reforçado. Estas caixas são cheias com qualquer tipo de pedra não friável ou outro material inerte.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Podem ter três tipos de forma: gabião caixa, gabião saco e gabião colchão;</li> <li>- Pode ser instalado em declives elevados.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construção simples;</li> <li>- Grande permeabilidade da água;</li> <li>- Protegem mais eficazmente urbanizações e caminhos situados em leito de cheia;</li> <li>- Artificialização da linha de água, a não ser que as plantas se desenvolvam por entre as camadas dos gabiões;</li> <li>- Construção difícil e dispendiosa.</li> </ul> |

Fonte: Adaptado de Lemos (2010) e Arizpe et. al., (2009).

As ecobarreiras (Figura 46) são estruturas implantadas transversalmente nos leitos dos rios, com a finalidade de conter todos os tipos de resíduos sólidos flutuantes descartados irregularmente nos cursos de água. São estruturas flutuantes constituídas de materiais como madeira, garrafas de plástico, ancoradas por cabos de aço ou cordas de tecido nas margens dos cursos de água, utilizando correntes naturais para facilitar o processo de acumulação dos resíduos a serem recolhidos. A figura 46 exemplifica uma ecobarreira implementada mediante o Projeto Aqualastic desenvolvido pelo Laboratório da Paisagem junto à P 44.



**Figura 46** - Ecobarreira implementada a montante da P44. Fonte: Laboratório da Paisagem (2020).

Vantagens:

- custo baixo;
- despoluição do rio;
- desobstrução de escoamento;
- reaproveitamento dos resíduos.

Desvantagens:

- monitorização constante;
- estrutura frágil para sustentar inundações de elevada magnitude.

Esta solução é viável para ambos os rios, contudo é necessário realizar uma análise cuidadosa para definir os materiais mais adequadas, visto que o tipo de detritos, o dimensionamento e as características

dos rios Ave e Selho diferem. No caso do rio Ave, onde algumas pontes apresentam detritos de madeira flutuante de grandes dimensões, pode ser mais eficiente utilizar métodos de remoção manual auxiliados. A erosão ao redor das pontes do rio Ave e Selho é agravada pelo assoreamento elevado, que obstrui o fluxo de água sobretudo nas pontes em arco, aumentando a pressão sobre as estruturas das pontes e aumentando o risco de processos erosivos. Neste contexto, o desassoreamento surge como uma solução de emergência, sendo um processo de dragagem ou limpeza do leito do rio (Smith *et. al.*, 2019) que consiste na remoção de sedimentos do fundo do leito e consequentemente a diminuição de concentrações de nutrientes que contribuem para a eutrofização, além da remoção de contaminantes como metais pesados, pesticidas e outros contaminantes adsorvidos às partículas sólidas. As pontes que necessitam deste tipo de intervenção são as mais antigas daí a necessidade de o projeto ser bem avaliado e deve ser acompanhado de outras medidas como estabilização das margens ou reflorestação. Estas medidas complementadas são fundamentais para uma eficácia prolongada do desassoreamento, promovendo um equilíbrio sustentável no ambiente fluvial sem risco de comprometer as estruturas.

Vantagens:

- desobstrução do escoamento na ponte;
- prevenção da erosão.

Desvantagens:

- custo alto;
- compromete a qualidade da água.

De salientar que o processo se torna essencial apenas quando as condições naturais do rio já não conseguem suportar a deposição contínua de resíduos e detritos, levando a sérios riscos de inundação e degradação ambiental devendo ser tomada num carácter emergencial como forma de evitar maiores danos e riscos (Smith *et. al.*, 2019).

Entre as medidas não estruturais, a regulamentação das zonas inundáveis deve ser uma prioridade, reforçando a necessidade de desenvolver regras robustas e eficazes para a gestão das inundações, enquadradas em documentos normativos e por sua vez estejam assentes numa base sólida legislativa (ANPC, 2016). O risco de inundação deve ser analisado tendo em consideração as possibilidades de atuação, tanto na redução da probabilidade de ocorrência de eventos como das consequências destes nas suas diferentes dimensões (ANPC, 2016).

**Tabela 51** - Propostas de medidas de prevenção e mitigação para a redução do risco de inundação nas ERAS.

| <b>Medidas não estruturais na Gestão do Risco de Inundação</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Antes</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Durante</b>                                                                                                                                                          | <b>Após</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p><b>Previsão de inundações.</b></p> <p><b>Alerta de inundações.</b></p> <p><b>Delimitação das zonas inundáveis:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cartografar;</li> <li>- Demarcação das zonas inundáveis;</li> <li>- Referenciação de sinais e níveis de inundações passadas.</li> </ul> <p><b>Regulamentação das zonas de inundações:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planos de Ordenamento Regionais;</li> <li>- Planos Diretores Municipais;</li> <li>- Restrições e acordos de construção;</li> <li>- Restrições à emissão de licenças de construção;</li> <li>- Ações de planeamento de uso e controlo da utilização do solo.</li> </ul> <p><b>Campanhas de educação e consciencialização pública.</b></p> | <p><b>Combate e Proteção.</b></p> <p><b>Evacuação.</b></p> <p><b>Avisos de inundações.</b></p> <p><b>Acionamento de meios de combate (Bombeiros, INEM, ANEPC.).</b></p> | <p><b>Serviços de apoio em desastres (ex: distribuição de alimentos).</b></p> <p><b>Medidas financeiras:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incentivos e desincentivos;</li> <li>- Seguros.</li> </ul> <p><b>Mudanças diretas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realojamento;</li> <li>- Conversão de uso.</li> </ul> |

Fonte: adaptado de ANPC (2016).

A tabela 51 apresenta uma visão clara das medidas que devem ser implementadas em 3 fases (Antes, Durante e Após), enfatizando cada uma no processo de gestão do risco. O risco de inundação deve ser encarado como um ciclo contínuo, onde a prevenção se apresenta como o pilar fundamental para uma resposta eficaz e um processo de recuperação sustentável.

Para uma análise precisa e de longo prazo é necessário fortalecer a capacidade técnica e científica. Isso envolve o desenvolvimento de metodologias, estudos e modelos de avaliação das vulnerabilidades e dos riscos, incentivando o desenvolvimento de melhores métodos de avaliação multi-risco e análise socioeconómica do custo-benefício das ações de redução de risco (Pozzer et. al., 2014). A sensibilização

pública é outro pilar para a gestão do risco, esta passa por promover o envolvimento dos meios de comunicação a fim de estimular uma cultura de resiliência nos diferentes níveis de sociedade e fortalecer o compromisso das populações em campanhas de educação formal e informal e nos processos de consultas dos assuntos afetos aos desastres (Pozzer *et. al.*, 2014). A gestão de risco de inundação deve ser caracterizada como um processo participativo, compartilhado, contínuo e fortemente solidário, para a sua aplicação na comunidade, com o objetivo de melhorar o ambiente e o bem-estar do ser humano (Costa *et. al.*, 2014).

## 8. CONCLUSÕES

Com este trabalho pretendemos identificar os principais impactes das pontes que agravam o risco de inundação. Contudo, ao longo do estudo, tornou-se evidente que a complexidade do tema exigia uma abordagem metodológica ampla e integrada. Embora a metodologia adotada tenha sido abrangente, optamos por utilizar diferentes ferramentas e técnicas de campo por forma a ter um conhecimento mais aprofundado à escala local tocando em diversos aspetos específicos da gestão do risco de inundação. A aplicação de fichas técnicas em campo foi determinante para padronizar a recolha de dados e oferecer um retrato rigoroso das condições das pontes. Estas fichas incluíram informações sobre as características físicas das estruturas, como altura, dimensão e anomalias observadas, além de parâmetros relacionados ao substrato e à vegetação nas proximidades. Este procedimento possibilitou a utilização eficiente da matriz de risco, avaliando de forma detalhada os potenciais impactes das pontes nos cursos de água. Temos também de realçar os relatos a moradores locais permitiram identificar algumas das áreas mais críticas nas ERAS, além de impactes indiretos sobre a segurança pública e as infraestruturas adjacentes. A atualização da cartografia de zonas inundáveis aliado à avaliação do grau de exposição foram um elemento crucial a identificar, associado ao grau de exposição. Este estudo destacou que nem todas as pontes representam riscos significativos devido ao seu enquadramento. Com base na modelação hidráulica e em relatos documentados, será possível identificar e mapear novas áreas suscetíveis a inundações ao longo da ERS. No entanto isso não foi possível na ERA devido à indisponibilidade de dados.

Seguindo o objetivo inicial, este trabalho destaca que os impactes são agravados por fatores estruturais, ambientais e, sobretudo antrópicos das pontes que intersejam as ERAS. Este trabalho aponta para os principais impactes relacionados com as características estruturais das pontes. No que respeita a altura, verificamos que pontes com tabuleiros baixos são particularmente suscetíveis a inundações, uma vez que limitam o fluxo natural do rio. Este fator leva frequentemente à submersão da estrutura, nomeadamente do tabuleiro. No que diz respeito às pontes em arco verificamos que esta configuração estrutural potencia maiores impactes no risco de inundação. O estrangulamento do leito facilita nos processos de assoreamento e de retenção de detritos, agravando o risco na sua estabilidade. Este congestionamento intensifica os processos de erosão local, podendo comprometendo a estabilidade da estrutura e contribuindo para o agravamento das inundações. Este trabalho identifica pontes em que se

pode verificar a deterioração estrutural, principalmente devido ao assoreamento, contribuindo também para a retenção de detritos e a alteração dos fluxos naturais dos rios. Assim, conclui-se que as pontes funcionam simultaneamente como elementos vulneráveis e agravantes dos eventos de inundações.

Este estudo dá um contributo para a gestão de riscos hidrológicos nas ERAS, oferecendo resultados sobre os impactos das pontes e outros fatores que em simultâneo agravem o risco de inundações. Além disso, preencheu lacunas importantes na análise de zonas inundáveis, criando um referencial para futuros estudos e intervenções no território.

Entre as limitações da investigação realçamos a desatualização das cartas de zonas inundáveis, que não refletem com precisão as mudanças recentes no uso do solo e os padrões hidrológicos o que dificulta a análise atualizada. A ausência e escassez de estações hidrométricas nos rios estudados também representaram um obstáculo, limitando a recolha de dados contínuos e precisos sobre o comportamento dos rios e dificultando a identificação de tendências nos níveis de vazão e possíveis picos de inundações. Além disso, algumas zonas apresentam dificuldades de acesso, tanto devido topografia quanto à falta de infraestrutura adequada, o que restringiu o levantamento de dados em áreas específicas. Essas limitações, no conjunto, impactaram a abrangência e a precisão da análise, reforçando a necessidade de investimentos na modernização de dados hidrológicos e no acesso a áreas remotas, melhorando a segurança das infraestruturas de passagem nas ERAS. Por forma colmatar as dificuldades de acesso nalgumas áreas ribeirinhas utilizamos um drone DJI Mini 2 SE fornecido pelo Laboratório da Paisagem. A ausência de dados históricos também limitou a análise de tendências e padrões que poderiam ajudar na previsão de futuros eventos, evidenciando a necessidade de aprimorar a recolha e armazenamento de dados hidrométricos e geoespaciais. Essa lacuna de dados dificultou a criação de um panorama completo e preciso dos fatores de risco e limitou a eficácia das estratégias de mitigação propostas.

As metodologias utilizadas neste estudo podem ser aplicadas à monitorização de outras infraestruturas hidráulicas, permitindo o seu aprimoramento em função das características específicas de cada. Não se deve restringir o foco apenas às pontes, já que outras estruturas, como os açudes, também exercem impactos significativos nas dinâmicas de inundações, como também na degradação ambiental. No concelho de Guimarães, há um número considerável de açudes ao longo dos rios, tornando-se fundamental investigá-los no contexto dos riscos hidrológicos. As metodologias que utilizamos foram enriquecidas com a inclusão de relatos da população local, que oferecem percepções valiosas sobre os problemas hidrológicos nas ERAS. A inclusão da comunidade é uma ferramenta poderosa na prevenção

de riscos, promovendo maior envolvimento social e gerando dados complementares para a cartografia de riscos.

A atualização de cartas de zonas inundáveis, com dados recentes, podem facilitar a implementação de estratégias de mitigação mais eficazes e apoiar uma governança mais informada e proativa. Adicionalmente é fundamental a instalação de novas estações hidrométricas para o acompanhamento contínuo das dinâmicas dos rios, fornecendo dados em tempo real sobre os níveis de água, vazões e padrões de inundação.

Finalmente, destaca-se a importância das ecovias como infraestruturas verdes integradas na paisagem do concelho, que desempenham um papel crucial na mitigação dos riscos de inundação. Estas estruturas, ao serem projetadas em harmonia com os ecossistemas locais, atuam como corredores ecológicos e zonas de retenção de água, reduzindo os impactos urbanos. Ao integrar a análise de infraestruturas como pontes, açudes e ecovias é possível contribuir com um modelo de gestão mais eficiente, resiliente e inclusivo, garantindo a segurança das comunidades locais e preservação dos ecossistemas hídricos para as gerações futuras.

## **Agradecimentos**

Agradecemos a colaboração do Laboratório da Paisagem de Guimarães por ter permitido a realização do estágio curricular e o empenho na supervisão por parte do Dr. Francisco André Costa Carvalho.

## BIBLIOGRAFIA

- Alonso, J. M., Guerra, C. A. B. M, Martins, O. et, al....(2014).Risco de cheia e inundação : exposição e adaptação na área ribeirinha de Ponte de Lima. Revista Territorium N°21,p.33-48.
- ANPC (2016). Gestão do Risco de Inundação. Documento de apoio a boas praticas. Autoridade Nacional de Proteção Civil. Plataforma nacional para a redução do risco de catástrofes. Disponível em: <https://prociv.gov.pt/pt/documentacao/gestao-do-risco-de-inundacao/>
- APA (2012). Planos de gestão dos riscos de inundação. Consultado a 17 de fevereiro de 2023. Disponível em: <https://apambiente.pt/agua/planos-de-gestao-dos-riscos-de-inundacoes>
- APA (2021), Lei da água. Consultado a 8 de março de 2024. Disponível em: lei-da-agua
- APA (2022), Plano de gestão dos riscos de inundação da RH2- Cavado, Ave e Leça. Consultado a 10 de dezembro de 2023. Disponível em: [https://apambiente.pt/sites/default/files/\\_Agua/DRH/ParticipacaoPublica/PGRI/2022-2027/3\\_Fase/PGRI\\_RH2.pdf](https://apambiente.pt/sites/default/files/_Agua/DRH/ParticipacaoPublica/PGRI/2022-2027/3_Fase/PGRI_RH2.pdf)
- Arizp. D., Mendes, A., Rabaça, J. E. (2009). Zonas ribeirinhas sustentáveis. Um guia de gestão. ISA Press.
- Azevedo, J. (2002). Situações de Risco: Cheias e Inundações. Consultado a 17 de fevereiro de 2024. Disponível em: [https://cdn.administradores.com.br/app/uploads/2022/01/29172631/academico\\_186\\_190226\\_145957.pdf](https://cdn.administradores.com.br/app/uploads/2022/01/29172631/academico_186_190226_145957.pdf)
- Belletti, B. (2020). More than one million barriers fragment Europe's rivers. Nature. Vol. 588.
- Bernasconi, M. Choirat. C. Seri, R. (2010). "The analytic Hierarchy Process and the theory of measurement". Management Science. Vol. 56. n° 4, pp. 699 – 711.
- Botelho, J.D.R. (2008). Utilização de cabos em pontes: Estudos Paramétricos (Dissertação não editada, Mestrado em Engenharia Civil - Especialização em Estruturas). Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Porto.
- Branco, J. V. T. (2014). Reabilitação de Pontes Rodoviárias de Betão Armado . (Dissertação de mestrado não editada, Mestrado em Engenharia Civil). Universidade da Madeira, Madeira.
- Burghardt, L.,Klopries, E. M.& Scüttrumpf , H. (2023).Structural damage, clogging, colapsing: Analysis of the bridge damage at the rivers Ahr, inde and vicht caused by the flood of 2021.Joournal of Flood Risk Managment.
- Campos, R., Muiguez, M., Mascarenhas, F. D. Alterio, C. (N.D) "Simulação do efeito da incorporação de resíduos sólidos ao sistema de drenagem". Revista Brasileira de Recursos Hídricos.
- Carmo, B. F.S. (2018). Cheias e Inundações no vale da Vilariça (Torre de Moncorvo): Áreas inundáveis, danos causados em áreas agrícolas e gestão do risco "(Dissertação de mestrado não editada, Mestrado em Riscos, Cidades e Ordenamento do Território). Universidade do Porto, FLUP, Porto.
- Carmo, J. S. (2022).Projetar o futuro revivendo acontecimentos passados: as cheias de 2001 no rio Mondego e na queda da ponte Hintze Ribeiro, no Rio Douro. XIV Encontro Nacional de Riscos. Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança.

Carmo, J. S. A. (1996). As cheias: Fenómenos naturais e cheias de ocorrência excecionais. Cadernos de Geografia, FLUC, nº15, p.85-99.

Censos (2021). Censos por concelho e regiões : Evolução 1960-2021. Consultado a 17 de janeiro de 2024. Disponível em: <https://www.pordata.pt/censos/quadro-resumo-municipios-e-regioes/guimaraes>

Chinchilla, F. N. C. , Almeida, G. A. M. , Escarameia, M. (2018). "Assesing the effects of debris accumulations at river bridges". Water and Environmental Engennering group. University of Southampton.

CMG (2015). " Identidade geográfica do concelho de Guimarães". Departamento de projetos e planeamento urbanístico .Consultado a 6 de junho. 2023. Disponível em: <https://www.cm-guimaraes.pt/uploads/document/file/1403/35227.pdf>

Coelho, A. L. N. (2017). "Método de Análise Hierárquica (AHP) aplicado a inundação urbana após evento de chuva concentrado". GeoFocus. N° 20, p 183 – 199.

COS (2018). Especificações técnicas da Carta do Uso e Ocupação do solo de Portugal continental. Relatório técnico. Direção Geral do Território.

Costa, F. (2007). A gestão das águas publicas - o caso da bacia hidrográfica do rio Ave no período de 1902-1973. (Tese de Doutoramento não editada, Ramo de Geografia Física e Estudos Ambientais). Universidade do Minho, Instituto de Ciências Sociais. Guimarães.

Costa, C. M. R. (2009). Análise numérica e experimental do comportamento estrutural de pontes em arco de alvenaria de pedra. (Dissertação de doutoramento em Engenharia Civil) Universidade do Porto, FEUP. Porto.

Costa, F. (2009). A Indústria na bacia hidrográfica do rio Ave: Uma perspetiva segundo as fabricas de fição e tecidos, numa relação historicamente sustentada pelo domínio publico hidrico. GEGOT: Departamento de Geografia, Instituto de Ciências Sociais. Universidade do Minho, Guimarães.

Costa, F. (2013). PRIOS - Projeto de Reabilitação do Rio Selho: um exemplo de intervenção na zona urbana de Guimarães. GEGOT.pp.495-506.

Costa, F. da S., Faria, A. I. P, Cruz, E. S. O, Rodrigues, E. C. C., Oliveira, P. C. A, Gonçalves, S. V. (2002). O tema da água visto pele imprensa regional: O caso do jornal "O comercio de Guimarães".A diretiva – quadro da água : Realidades e Futuros. pp 631- 640.

Costa, F. S. (2020). Riscos de Inundações e suas manifestações. Catástrofes Naturais: uma abordagem global. p.72- 117, consultado a 22 de outubro de 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10316.2/47874>

Costa, F. S., Cordeiro, J. M. L. (2013). Património industrial e cultural da água – o exemplo de Guimarães, no noroeste de Portugal. 1st International Meeting – Geography & Politics, Policies and Plamin.CEGOT. pp. 707 – 720.

Costa, F. S., Pimentel, M. A. S. (2017). A gestão integrada do risco de inundação e as comunidades locais em Portugal e no Brasil: Contributos teóricos. XV Colóquio Ibérico de Geografia, p.101.115

Costa, S. F., Lourenço, L., Ferreira, C., Gouveia, M. (2014). Multidimensão e Territórios de Risco. Medidas preventivas na gestão integrada do risco de inundação em Portugal: O planeamento participativo e o papel das comunidades locais. Coimbra: Associação de Riscos, Prevenção e Segurança.

Costa, F. da S., Alonso, J. M., Fernandes, S. R. (2012). Avaliação do potencial de valorização dos ecossistemas fluviais – aplicação ao caso de estudo do rio Ave. Revista GEONORTE, Vol.3, p. 643-655.

Cruz, P. J. S.(2006).Inspeção, Diagnóstico, Conservação e Monitorização de Pontes. Estoril, Portugal.

Cunha, L. (2013). Vulnerabilidade e riscos naturais. Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança. Universidade de Coimbra. Coimbra.

Cunha, S., Pinto, F. T (2011). Aplicação de uma metodologia de análise de risco de inundação à zona ribeirinha do peso da régua. FEUP, 6º Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente

Decreto Lei nº 115/2010, de 22 de outubro. Diário da República nº 206/2010, Série I, p.4757 – 4764. Decreto Lei nº31/2009 de 3 de julho. Diário da República nº 127/2009, Série I, p. 4276 – 4285.

Diretiva 2007/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de outubro de 2007 (2007).

Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:PT:PDF>

Duarte, A., Borges, B. Ramos, C., Pedro, P. Pancada, R. (n. d). Cheias rápidas em áreas urbanas e sua perceção caso da bacia da R de Odivelas. Centro de Estudos geográficos, Universidade de Lisboa.

Environment Agency (1997). River Habitat Survey. field survey guidance manual. Incorporating SERCON. Unpublished Environment Agency Manual.

Feio, M. J., Teixeira, Z. (2019). Alterações globais dos rios: pressões antropogénicas e alterações climáticas. Rios de Portugal: comunidades, processos e alterações. Imprensa da Universidade de Coimbra. Coimbra. pp.313 -330.

Fernandes, A. V. B., Correia, V. C. (2017). Uma introdução ao estudo das pontes em viga. Revista Ciências exatas e tecnológicas, Vol.4, p.115- 138.

Fernandes, S. R. V. (2012). Avaliação do Potencial e Valorização dos Ecossistemas Fluviais: Aplicação ao Caso de Estudo do Rio Ave (Tese de mestrado não editada, Mestrado de Gestão Ambiental e Ordenamento do Território). Instituto Politécnico De Viana do Castelo, Escola Superior Agraria de Ponte de Lima, Viana do castelo.

Fernandez, P. A. J. (2015). Avaliação do risco de inundação em zonas urbanas com a integração de dados LIDAR e cartografia a escala grande. (Tese de doutoramento não editada, Doutoramento em Ciências da Engenharia do Território e ambiente, especialidade: Engenharia Civil). Instituto de Investigação e formação avançada (IIFA), Évora.

Ferreira, I., Gonçalves, A. B, Vieira, A. (2022). O risco hidrológico no município de braga: Contributo para a sua cartografia. Risco de cheias e Risco de Inundações fluviais. Aprender com o passado. RISCOS- Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança.

Ferreira, J. (2016). Sistema de Previsão de Alerta de Cheias e Inundações para as bacias dos rios Selho e Este. (Dissertação de Mestrado não editado, Mestrado em Engenharia Civil). Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Guimarães.

Filho, L. C. Z., Quadros, T. F. P. (2017). "Efeito da dinâmica fluvial e da ação antrópica sobre a erosão de margens fluviais: o caso da mineração de areia no rio Jacuí". Revista de Ciências Ambientais. Vol. 11, N° 1. Canoas.

Fracassi, G. (2017). Proteção de rios com soluções Maccaferri. São Paulo: Oficina de Textos.

Gamaro, P. E. M., Maldona, L. H., Castro, J. L. (2013). "Análise as interferências de pilares de ponte em escoamentos na secção de medição localizada à jusante". Caso de novo porto dois. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos

Bento Gonçalves, A. J., B. A., Vieira, A. Leite, F.F.(2011). Adaptaclima: Adaptação aos efeitos derivados das alterações climáticas – A floresta e as Mudanças Climáticas no Ave. AMAVE.

Gonçalves, J. A. , Pinhal, A. (n. d). ciimar: DEM data for Portugal. Universidade do Porto. Disponível em: <https://www.fc.up.pt/pessoas/jagoncal/dems/>

Guimarães, R. C. (2012). Capítulo 2: Bacia hidrográfica. Instituto de Ciências Agrarias e ambientais Mediterrânicas, Escola de Ciência e Tecnologia. Universidade de Évora.

Guimaraesdigital (2024, dezembro 26). Depressão Aitor: Inundações e quedas de arvores em vários pontos do concelhode Guimarães. Disponível em: <https://www.guimaraesdigital.pt/index.php/informacao/sociedade/89318-depressao-aitor-inundacoes-e-quedas-de-arvores-em-varios-pontos-do-concelho-de-guimaraes>

Guimareastv (2013, janeiro 18).Mau tempo já começou a provocar estragos no concelho de Guimarães. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Co9B7Xh0VhE>

Hendges, L. T., Reinher, R. C. R, Leitchtwies, J., Fernandes, E. J., Tones, A. R. M. (2017). "Planejamento do uso do solo em bacias hidrográficas: áreas agrícolas; áreas urbanas e áreas de preservação permanente". XXV Seminário de Iniciação Científica.

INAG (2009). Hidromorfologia fluvial no âmbito da Diretiva-Quadro da água (DQA). Relatório de atividades relacionadas com o River Habitat Survey (RHS9-2009).

Infraestruturas de Portugal (2022). Inspeccionado o estado de conservação de 6.200 obras de arte. Disponível em: <https://www.infraestruturasdeportugal.pt/pt-pt/inspeccionado-o-estado-de-conservacao-de-6200-obras-de-arte>

ISDR. (2009). Terminology on Disaster risk reduction. United Nations Internacional Strategy for Disaster Reduction, Switzerland.

Jornal de Guimarães (2023, janeiro 01). Aviso de cheias do Ave face às descargas em curso no Ermal. Disponível em: <https://jornaldeguimaraes.pt/noticias/aviso-de-cheias-do-ave-face-as-descargas-em-curso-no-ermal/>

Julião, R. P., Nery, F., Ribeiro. L. J., Castelo Branco, M., Zêzere, J. (2009). Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal. Autoridade Nacional de Proteção Civil.

Laboratório da Paisagem (2020). Aqualastic: Educar, Reduzir e Valorizar. Disponível em: <https://labpaisagem.pt/projetos/aqualastic/>

Leal, M. (2019). Cheias e inundações urbanas: Tipos, Características e Danos Materiais. Água e território: um tributo a Catarina Ramos. (131- 146). Centro de Estudos Geográficos, IGOT, Universidade de Lisboa.

Lei n° 34/2015, de 27 de abril. Procuradoria – Geral Distrital de Lisboa.

Lemos, R. V. (2010). Reabilitação de ribeiras urbanas: Aplicação ao caso do Rio Tinto no concelho do Porto (Dissertação de mestrado não editada em Engenharia do Ambiente – Ramo de Gestão). FEUP. Universidade do Porto. Porto.

Lima, M. L, Faisca, L. (1994). O ajustamento das populações ao risco de cheias: estudo exploratório em Portugal. Revista Portuguesa dos Recursos Hídricos, vol.15n°2.

Lirio, M. A. R. (2022). Bacias de Retenção em Redes de Drenagem Urbanas. Funcionamento Hidráulico (Dissertação de Mestrado não editada, Mestrado em Engenharia Civil, Especialização em Hidráulica). Universidade do Porto, Faculdade de engenharia, Porto.

LNEC. (2016). Gestão do Risco de Inundação. Guião de boas praticas. Disponível em: [http://www-ext.lnec.pt/projects2012/Molines/guidelines\\_version1.pdf](http://www-ext.lnec.pt/projects2012/Molines/guidelines_version1.pdf)

Lourenço, L. A. M. (2018). Risco e Crises. Da teoria à plena manifestação. Riscos – Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança.

Lourenço, L. F. (2007). Riscos e Catástrofes: Programa, Conteúdos e Métodos de Ensino. Faculdades de Letras, Universidade de Coimbra.

Machado, N. (2012). A rede viária romana e medieval no concelho de Guimarães. Empresa do Diário do Minho. pp 73-74.

Maimun, R., Abdillah.,Nizarli.,Safwan.(2024). Experimental study on local scour around bridge pier models generated by flash floods carryng debris. Hydraulics Engineering International Seminar.

Matos, A. J. A. V. (2017). Inspeção de pontes em arco de alvenaria de pedra baseada no risco (Dissertação de mestrado não editada, Mestrado de Engenharia Civil). Escola de Engenharia. Universidade do Minho. Guimarães.

Medeiros, C. F. R. (2011). A utilização do River Habitat Survey como ferramenta de apoio à decisão de recursos hídricos nis Açores (dissertação de mestrado não editada em Engenharia do Ambiente). Universidade doa Açores. Ponta Delgada.

Mendes, L.C., Silva, M.R.M., Araújo, L.S. (2022). A influencia do meio ambiente em estruturas de pontes em concreto armado. Concilium, Vol.22, p.33- 48.

Meneses, B. M. (2020). Alterações de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Zêzere (Portugal): Implicações hidrodinâmicas. Revista Brasileira de Geomorfologia, v,2, n°4, p.741 – 757.

Nascimento, S. H. A. S. (2017). Análise de modelos digitais de terreno por meio da modelagem hidráulica na defeni4ao de áreas de risco de inundação (dissertação de mestrado não editada, Mestrado em Engenharia ambiental urbana). Universidade da BAHIA. Salvador.

Nunes, H. K. B.,Gomes, M. L., Paula, J. E. A. (2014). Assoreamento e formação de bancos de areia no leito do rio Parnaíba, na zona urbana de Teresinha-Plauí. Revista Geonorte, V. 10, N° 1,p.156 -160.

Nunes, J.R. R (2014). Dinâmicas dos sistemas hidrogeomorfológicos em espaços urbanos: aplicação à cidade de Guimarães (Tese de Mestrado não editada, Mestrado em Geografia – Planeamento e Gestão do Território). Universidade do Minho. Instituto de Ciências Sociais. Guimarães.

Ostetto, L. S. (2019). Guião de caracterização e inspeção de Obras de Arte. Estudo aplicado a Leiria (Dissertação não editada, Mestrado em Engenharia Civil – Construções Cívicas). Instituto Politécnico de Leiria, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Leiria.

Pedrosa, A. S., Abreu, C. F. N. R., Danelon, J. R.B. (2006). Geografia Cultura e Riscos. O risco de inundação urbana: Uma proposta de gestão das águas pluviais nos aglomerados urbanos. Universidade de Coimbra.

Pereira, T. M. (2015). Avaliação preliminar da capacidade de escoamento do trecho canalizado no terço superior do córrego do São Pedro com auxílio da ferramenta HEC-RAS (dissertação não editada, Mestrado em Engenharia sanitária e Ambiental). Faculdade de Engenharia. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz Federal de Fora.

Pervaiz, F., Hummel, M. A. (2023). Effects of climate change and urbanization on bridge flood vulnerability: A regional assessment for Harris County, Texas. *Natural Hazards Review*. Vol.24.

Pirola, E. L. (2022). Manejo integrado de bacias hidrográficas. Água e bacias hidrográficas: Planeamento, gestão e manejo para enfrentamento das crises hídricas. UNESP, P87-123.

Portaria nº 255/2023, de 7 de agosto. Diário da República nº 152/2023, Série I, p.18 – 108.

Portela, M. M., Hora, G. R. (2002). Aplicação da fórmula racional à análise de cheias em Portugal continental: valores do coeficiente C. 6º Congresso da Água. Agência Portuguesa de Recursos Hídricos.

Pozzer, C. P. Cohen, S.C., Costa, F. S. (2014). O marco de ação de Hyogo aplicado à gestão de risco de inundação no Brasil e em Portugal. *Revista Territorium*. Nº 21.pp 49 -70.

Pregolato, M., Winter, A. O., Mascarenas, D., Sem, A. D., Bates, P., Motley, M. R. (2022). Assessing flooding impact to riverine bridges: an integrated analysis. *European Geosciences Union*.

Ramos, C. (2005). Programa de Hidrogeografia (DILIF – 3). Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa.

Ramos, C. (2013). Perigos naturais devidos a causas meteorológicas: o caso das cheias e inundações. *Engineering and Technology journal*, Vol.4,p.1 -16, consultado a 14 de novembro de 2023. disponível em: [https://recil.ensinolusofona.pt/bitstream/10437/5308/1/PERIGOS%20NATURAIS%20DEVIDOS%20A%20CAUSAS%20METEOROLÓGICAS\\_O%20CASO%20DAS%20CHEIAS%20E.pdf](https://recil.ensinolusofona.pt/bitstream/10437/5308/1/PERIGOS%20NATURAIS%20DEVIDOS%20A%20CAUSAS%20METEOROLÓGICAS_O%20CASO%20DAS%20CHEIAS%20E.pdf)

Ramos, C., Reis, E. (2001). Floods in southern Portugal: Their physical and human causes, impacts and human response. *Centros de Estudos Geográficos, Faculdade de letras da universidade de Lisboa*.

Rebelo, F. (1997). Risco e crise nas inundações rápidas em espaço urbano. Alguns exemplos portugueses analisados a diferentes escalas. *Revista Territorium*, Nº4 p.29- 47.

Rebelo, F. (2003). Os riscos naturais na Legislação Portuguesa. *Revista Territorium*. Nº 10.pp 5-8.

- Rezende, P. S. Marques, D. V. Oliveira, L. A. (2017). Construção de modelo e utilização do método de processo analítico hierárquico – AHP para cartografar de risco de inundação em área urbana. *Caminhos de Geografia*. Uberlândia. V,18, N° 61, p. 1 – 18.
- Ribeiro. A, & Correia. A, & Costa. F. (2004). O Rio Selho – Contributo para uma proposta de Requalificação ambiental. Pp.1-10.
- Rocha, J. S. (1995). Prevenção de inundações e reabilitação em zonas inundáveis. *Território* Vol.2. p.11- 20. Consultado a 7 de janeiro de 2023. Disponível em: URL: [HTTP://hdl.handle.net/10316.2/40176](http://hdl.handle.net/10316.2/40176)
- Rocha, J.S. (2001). O risco das inundações e a sua gestão. Uma visão nacional e uma visão europeia. Disponível em: <https://aprh.pt/congressoagua98/files/com/004.pdf>
- Rodrigues, C.M., Moreira M., R., Guimarães. R.C (n. d). Apontamentos para as aulas de hidrologia. Departamento de Engenharia Rural, Universidade de Évora.
- Rodrigues, L. A. A. (2006). Impacto de processo de urbanização na formação de enchentes e alagamentos em Belo Horizonte, MG. (Trabalho final de especialização, especialização em recursos hídricos e ambientais). Instituto de ciências Agrarias, Universidade federal de Minas Gerais. Montes Claros.
- Rodrigues, S. P. C. (2017). Aplicação de metodologias SIG à avaliação da perigosidade de inundação fluvial. O caso da cidade de Tomar (estudos preliminares). (Relatório de estágio de mestrado não editada para a obtenção de grau mestre em Sistemas de informação Geográfica, Planeamento e Gestão do Território) Escola Superior de Tecnologia de Tomar e Escola Superior Agraria de Castelo Branco. Instituto Politécnico de Tomar. Tomar.
- Rodrigues. L. A. A. (2006). Impacto de processo de urbanização na formação de enchentes e alagamentos em Belo Horizonte, MG. (Trabalho final de especialização, especialização em recursos hídricos e ambientais). Instituto de ciências Agrarias, Universidade federal de Minas Gerais. Montes Claros.
- Sá. L., Vicêncio. H. (2011). Risco de inundação - Uma metodologia para a sua cartografia. *Revista Territorium*. N° 18, pp. 227 -230.
- Saaty, R. W. (1987). The Analytic Hierarchy Process – What i tis and how i tis used. *Mathl Modelling*. Vol.9, No. 3-5, pp. 161- 176.
- Santos, K.R. (2012). Inundações urbanas: Um passeio pela literatura. *Élisée - Revista De Geografia Da UEG*, vol.1, 177 - 190.
- Santos, L. O. (2007). Gestão, inspeção e observação de pontes. Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- Santos, P. (2016). A governação do risco de cheias e inundações: breve nota no contexto do processo de participação publica dos planos de gestão dos riscos de inundações. *Observatório do Risco*. Coimbra
- Santos, P. M. P. (2015). Cheias e Inundações: Avaliação, Impacto e Instrumentos para a Gestão do Risco (Tese de Doutoramento não editada, Doutoramento em Território, Risco e Políticas Publicas). Universidade de Lisboa, Instituto de Geografia e Ordenamento do território, Lisboa.

Sartoti, A. L. (2008). Identificação de patologias em pontes de vias urbanas e rurais no Município de Campinas – SP (Dissertação de mestrado não editado, Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas. Campinas – São Paulo.

Serafim, T. (2020, dezembro 29). Mais de um milhão de barreiras artificiais fragmentam os rios da Europa. *Jornal Público*. Disponível em: <https://www.publico.pt/2020/12/29/ciencia/noticia/milhao-barreiras-artificiais-fragmentam-rios-europa-1943183>

Silva, F. M. (2016). Inspeção de obras de arte especiais: pontes e viadutos (Dissertação de mestrado não editada, mestrado de engenharia Civil – Ramo de Infraestruturas). Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.

Silva, R. P.S. (2008). Estudo da Erosão dos pilares de Pontes. (Dissertação de mestrado não editada, Mestrado em engenharia civil, Especialização em hidráulica, recursos hídricos e ambiente). Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia da universidade do Porto, Porto.

Silva, R.P.S. (2008). Estudo da Erosão dos pilares de Pontes. (Dissertação de mestrado não editada, Mestrado em engenharia civil, Especialização em hidráulica, recursos hídricos e ambiente). Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia da universidade do Porto, Porto.

Smith, W. S. (2019). Desassoreamento de rios: Quando o poder publico ignora as causas, a biodiversidade e a ciência. *Revista Ambiente e Sociedade*.

Sousa, F. W. A., Santos, E. O., Reis, E. B. (2018). Análise da dinâmica dos bancos de areia no rio Parnaíba com a utilização do Google Earth. I Simpósio Regional de Geoprocessamento- SIRGEO.

Sousa, R. V. B., Rocha, P. C. (n. d). Inundações e conceitos correlativos: revisão bibliográfica e análise comparativa. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, p.251 – 262.

Sousa, L. F. N. M. (2012). Metodologia para o mapeamento de cheias em zonas de risco. Aplicação a um troço de um rio do norte de Portugal (dissertação não editada em Engenharia Civil, Especialização em Hidráulica). Faculdade de Engenharia do Porto. Universidade do Porto. Porto

Taborda, C., Fael, C., Santos, C., Ricardo, A., Ferreira, R. (2021). Influencia da vegetação nas transparências de quantidade de movimento laterais. *Revista de Recursos Hídricos*. Vol. 42, nº 1. pp 113 – 120.

Teiga, P., Gomes, F.V., Maia, R., Pinto, T. (2006). Estudos de Reabilitação de Cursos de água. *Jornadas de Hidráulica Recursos hídricos e Ambiente*, FEUP.

Teles, V. (2002). Quando os rios galgam as margens. Um breve retrato das cheias de 4 de janeiro de 2001 nos concelhos de braga e de Guimarães. *Revista Territorium*, Vol.9. pp -75-88.

Tucci, C. M. (1993). Hidrologia: Ciência e aplicação. Universidade Federal do Rio Grande Sul, vol.4, nº2. Tucci, C. M. (2003). Inundações Urbanas na América do Sul. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Tucci, C. M. (2012). Gestão de Drenagem Urbana. Texto para discussão CEPAL – IPEA.

Vidal, T., Pereira, J. L., Gonçalves, F. J. M. (2021). Diretiva Quadro da Água: O instrumento legal para a avaliação da qualidade ecológica da água, em rios, na união Europeia. Vol. 10º, pp. 1- 15.

Vieira, A., Costa, F., Bento Gonçalves, A. J. (2016). Metodologias para a caracterização e análise Hidromorfológica dos Cursos de água do Município de Guimarães. III Simpósio de Pesquisa em Geografia, Vol. 5, p. 5 – 17.

Vieira, A., Bento Gonçalves, A. J., Costa, F. (2018). Desafios para afirmar a Lusofonia na Geografia Física e Ambiente. Avaliação hidromorfológica com base no River Habitat Survey: um contributo para o conhecimento do rio Selho (Guimarães). II Encontro Luso-Afro-Americano de Geografia Física e Ambiente.p.1023 - 1029

Vuitik, G. A., Döll, M. M. R., Vieira, A. P. S. D., Rocha, W. T., Siqueira, M. M. (2023). Métodos de calculo de vazão de escoamento superficial em bacias rurais de diferentes escalas. Revista de Engenharia e Tecnologia, V.15, N°1, p. 1 – 12.

WordPress (2017). Pontes e Estruturas especiais. Disponível em:  
<https://meumaterialsite.files.wordpress.com/2017/05/apostila-pontes-1.pdf>

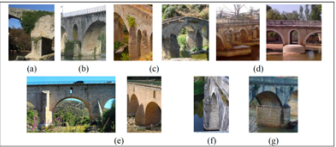
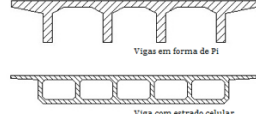
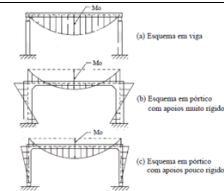
Zenha, A. G. (2015). Previsão de cheias em Barcelos (Dissertação de mestrado não editada, mestrado em engenharia civil). Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Guimarães.

Zezere, J. L., Pereira, A. R, Morgado. (n. d). Perigos Naturais no Território de Portugal. Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa

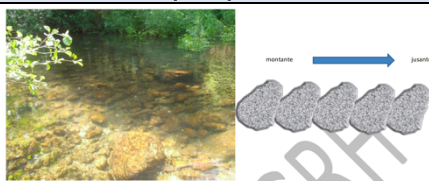
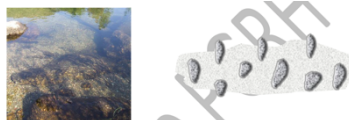
## **Anexo I**

### **Fichas de Campo**

Fichas de campo da Ponte 1 – Rio Ave

| Ponte 1                |                                                                                    |         |      |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| Localização            |                                                                                    |         |      |
| Brito                  |                                                                                    |         |      |
| Estado de conservação  |                                                                                    |         |      |
| N.D.                   |                                                                                    |         |      |
| Estrutura da ponte     |                                                                                    |         |      |
| Ponte em Arco          |  |         | X    |
| Ponte em Viga          |  |         |      |
| Ponte em Pórtico       |  |         |      |
| Material de construção |                                                                                    |         |      |
| Madeira                |                                                                                    |         |      |
| Pedra                  |                                                                                    |         | X    |
| Betão                  |                                                                                    |         |      |
| Aço                    |                                                                                    |         |      |
| Concreto armado        |                                                                                    |         |      |
| Tipo de pavimento      |                                                                                    |         |      |
| Pedra                  |                                                                                    |         |      |
| Asfalto                |                                                                                    |         | X    |
| Betão                  |                                                                                    |         |      |
| Aço                    |                                                                                    |         |      |
| Madeira                |                                                                                    |         |      |
| Dimensões              |                                                                                    |         |      |
| Comprimento            |                                                                                    | N.D.    |      |
| Largura                |                                                                                    | N.D.    |      |
| Altura                 |                                                                                    | N.D.    |      |
| Apoios                 |                                                                                    |         |      |
| Margens                |                                                                                    | Leito   |      |
| Nº                     | 2                                                                                  | Nº      | 2    |
| Altura                 | N.D.                                                                               | Altura  | N.D. |
| Largura                | N.D.                                                                               | Largura | N.D. |
| Natureza do Tráfego    |                                                                                    |         |      |
| Rodoviária             |                                                                                    |         |      |
| Pedestres              |                                                                                    |         |      |
| Mistas                 |                                                                                    | X       |      |

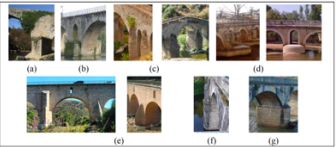
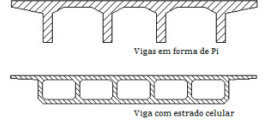
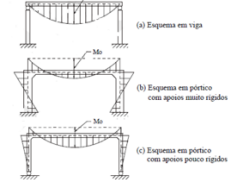
| <b>Anomalias de pontes em Arco e de Alvenaria de Pedra</b>                                                  |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Fissuras ao longo dos blocos de pedra                                                                       |   |
| Abertura nas juntas entre as pedras                                                                         |   |
| Abatimentos nos arcos                                                                                       |   |
| Elementos de pedra mais salientes                                                                           |   |
| Vegetação na alvenaria                                                                                      | x |
| Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                                                  |   |
| Degradação de blocos de pedra                                                                               |   |
| Perda da estabilidade da fundação por alteração nos leitos do rio                                           |   |
| Erosão local dos elementos da fundação                                                                      |   |
| Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos                                                |   |
| Formação de banco ou ilhas de areia                                                                         |   |
| Presença de fissuras nos pilares e/ou encontros                                                             |   |
| Deterioração com perda de material ou ausência de proteção da funda                                         |   |
| Histórico de intervenções no leito do rio de modo a proceder ao seu rebaixamento;                           |   |
| Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo;                                               |   |
| Alteração do perfil longitudinal do rio com a realização de obras (Ex: barragens, canais navegáveis, etc.); |   |
| Passagem de infraestruturas enterradas (Ex: canalizações, escavações, etc.);                                |   |
| Extração de água por meio de furos;                                                                         |   |
| <b>Anomalias em pontes de Aço e betão</b>                                                                   |   |
| Oxidação causada por humidade e/ou agentes agressivos                                                       |   |
| Deformações causadas por sobrecarga e má utilização                                                         |   |
| Deformações causadas por deficiência de contraventamento                                                    |   |
| Deformações causadas por efeitos térmicos                                                                   |   |
| Defeitos causados por efeito de incêndio                                                                    |   |
| Fissuras causadas por concentração de tensões e/ou fadiga                                                   |   |
| Defeitos da solda                                                                                           |   |
| Danos causados por colisões                                                                                 |   |

| Características do Canal                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|
| Processos Hidromorfológicos                               |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Colmatação                                                |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Assoreamento                                              |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Deposição                                                 |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Escoamento                                                | Laminar                                                                                                                               | x     |       |      |
|                                                           | Turbulento                                                                                                                            |       |       |      |
|                                                           | Nenhum                                                                                                                                |       |       |      |
| Deposição no Leito menor                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Rochoso                                                   | (Blocos/Lajes/Rocha mãe)                                                                                                              | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Grosso                                                    | ( Seixos,/Calhaus/ Cascalho/ Areias)                                                                                                  | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Fino                                                      | ( Areia/Silte/Argila)                                                                                                                 | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Deposição de Sedimentos                                   |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Imbricamento                                              |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Encouraçamento                                            |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Formação de depósitos contínuos de Sedimentos (ou barras) |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Alteração do Leito                                        |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Reforçado                                                 | Reforço artificial do leito com materiais como betão, gabiões, etc.                                                                   |       |       |      |
| Re-ccionado                                               | Afundamento evidente do leito, aumentando a sua profundidade de forma artificial                                                      |       |       |      |
| Passagem em vau                                           | Zona regularizada de travessia permanente do leito, com pouca profundidade, composta quer por materiais, quer por materiais naturais. |       |       | x    |
| Acondicionado em secção fechada                           | Sempre que o curso de água estiver acondicionado subterraneamente com manilhas ou em canais cobertos                                  |       |       |      |

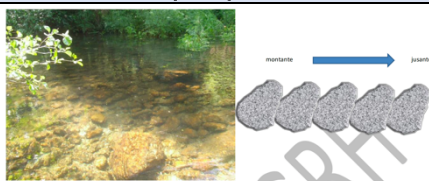
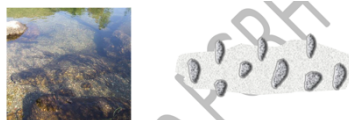
| Material Predominante nas Margens |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Pedras/Seixos                     | Material pedregoso soto, com dimensões entre 6 e 25 cm(maiores que o tamanho de um punho fechado)                |                                                                                     |     |
| Gravilha/Areia                    | Material solto, incluindo burgau (até 6 cm de diâmetro),gravilha(2-16mm) ou areia(< 2 mm)                        |                                                                                     | x   |
| Blocos Grandes                    | Rochas/penedos, com dimensões superiores a 25cm                                                                  |                                                                                     |     |
| Muita Vegetação                   |                                                                                                                  |   | x   |
| Pouca Vegetação                   |                                                                                                                  |   |     |
| Materiais Artificializados        |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Muros de pedra                    |                                                                                                                  |  |     |
| Proteção nas margens              | Sim                                                                                                              | Material                                                                            | Não |
|                                   | x                                                                                                                | pedra                                                                               |     |
| Com sistemas de drenagem          |                                                                                                                  | Sim                                                                                 | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Canalizações/Saneamento           |                                                                                                                  | Sim                                                                                 | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Lixo/entulhos                     |                                                                                                                  | Sim                                                                                 | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Alteração das Margens             |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Berma artificial                  | Socalcos artificiais para permitir alagamento progressivo em caso de aumento do caudal                           |                                                                                     |     |
| Reperfilamento                    | Canal homogéneo, mas com sinais de ter sido alterado/homogeneizado.                                              |                                                                                     |     |
| Reforçada                         | Toda ou parte da marem reforçada para proteção contra a erosão, nomeadamente através de muros, enrocamentos, ETC |                                                                                     | x   |
| Natural                           |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |

|                               |                                                                                                                        |   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Taludes                       |                                      |   |
| <b>Vegetação</b>              |                                                                                                                        |   |
| Ripícola                      | Formações vegetais ribeirinhas essencialmente arbóreas e arbustivas, que se estendem pelas margens dos cursos de água. | x |
| Aquática                      |                                                                                                                        |   |
| Arvores                       |                                                                                                                        | x |
| Herbáceas emergentes          | Plantas de folha larga, enraizadas no leito ou no limite do plano de água                                              |   |
| Arbustos                      |                                                                                                                        |   |
| plantas flutuantes            | Plantas que apesar de enraizadas, apresentam as folhas flutuantes, como nenúfares e potamogeton                        | x |
| Hepática/Musgos/líquenes      | Inclui vegetação submersa, quer nas zonas de respingo                                                                  |   |
| Anfíbias                      | Plantas enraizadas, no leito ou no limite do plano da água.                                                            |   |
| <b>Uso do solo</b>            |                                                                                                                        |   |
| Agrícola                      |                                                                                                                        | x |
| Urbanizado de alta densidade  |                                                                                                                        |   |
| Urbanizado de baixa densidade |                                                                                                                        | x |
| Industrial                    |                                                                                                                        |   |
| Artificial                    |                                                                                                                        |   |
| Natural                       |                                                                                                                        |   |
| Despido                       |                                                                                                                        |   |
| Pouca Vegetação               |                                                                                                                        |   |
| Muita Vegetação               |                                                                                                                        |   |

Fichas de campo da Ponte 3 – Rio Ave

|                               |                                                                                    |              |      |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------|
| <b>Ponte 3</b>                |                                                                                    |              |      |
| <b>Localização</b>            |                                                                                    |              |      |
| Brito                         |                                                                                    |              |      |
| <b>Estado de conservação</b>  |                                                                                    |              |      |
| N.D.                          |                                                                                    |              |      |
| <b>Estrutura da ponte</b>     |                                                                                    |              |      |
| Ponte em Arco                 |  |              |      |
| Ponte em Viga                 |  |              | X    |
| Ponte em Pórtico              |  |              |      |
| <b>Material de construção</b> |                                                                                    |              |      |
| Madeira                       |                                                                                    |              |      |
| Pedra                         |                                                                                    |              | X    |
| Betão                         |                                                                                    |              |      |
| Aço                           |                                                                                    |              |      |
| Concreto armado               |                                                                                    |              |      |
| <b>Tipo de pavimento</b>      |                                                                                    |              |      |
| Pedra                         |                                                                                    |              | X    |
| Asfalto                       |                                                                                    |              |      |
| Betão                         |                                                                                    |              |      |
| Aço                           |                                                                                    |              |      |
| Madeira                       |                                                                                    |              |      |
| <b>Dimensões</b>              |                                                                                    |              |      |
| Comprimento                   |                                                                                    | 35, 83 m     |      |
| Largura                       |                                                                                    | 5, 47 m      |      |
| Altura                        |                                                                                    | 2, 47 m      |      |
| <b>Apoios</b>                 |                                                                                    |              |      |
| <b>Margens</b>                |                                                                                    | <b>Leito</b> |      |
| Nº                            | 1                                                                                  | Nº           | 11   |
| Altura                        | N.D.                                                                               | Altura       | N.D. |
| Largura                       | N.D.                                                                               | Largura      | N.D. |
| <b>Natureza do Tráfego</b>    |                                                                                    |              |      |
| Rodoviária                    |                                                                                    |              |      |
| Pedestres                     |                                                                                    | X            |      |
| Mistas                        |                                                                                    |              |      |

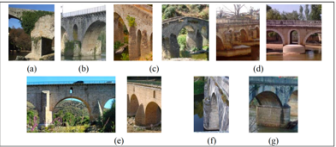
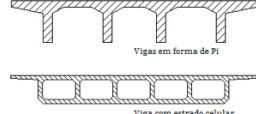
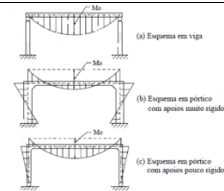
| <b>Anomalias de pontes em Arco e de Alvenaria de Pedra</b>                                                  |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Fissuras ao longo dos blocos de pedra                                                                       | x |
| Abertura nas juntas entre as pedras                                                                         | x |
| Abatimentos nos arcos                                                                                       |   |
| Elementos de pedra mais salientes                                                                           |   |
| Vegetação na alvenaria                                                                                      | x |
| Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                                                  |   |
| Degradação de blocos de pedra                                                                               |   |
| Perda da estabilidade da fundação por alteração nos leitos do rio                                           |   |
| Erosão local dos elementos da fundação                                                                      | x |
| Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos                                                | x |
| Formação de banco ou ilhas de areia                                                                         |   |
| Presença de fissuras nos pilares e/ou encontros                                                             |   |
| Deterioração com perda de material ou ausência de proteção da fundação                                      |   |
| Histórico de intervenções no leito do rio de modo a proceder ao seu rebaixamento;                           |   |
| Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo;                                               |   |
| Alteração do perfil longitudinal do rio com a realização de obras (Ex: barragens, canais navegáveis, etc.); |   |
| Passagem de infraestruturas enterradas (Ex: canalizações, escavações, etc.);                                |   |
| Extração de água por meio de furos;                                                                         |   |
| <b>Anomalias em pontes de Aço e betão</b>                                                                   |   |
| Oxidação causada por humidade e/ou agentes agressivos                                                       |   |
| Deformações causadas por sobrecarga e má utilização                                                         |   |
| Deformações causadas por deficiência de contraventamento                                                    |   |
| Deformações causadas por efeitos térmicos                                                                   |   |
| Defeitos causados por efeito de incêndio                                                                    |   |
| Fissuras causadas por concentração de tensões e/ou fadiga                                                   |   |
| Defeitos da solda                                                                                           |   |
| Danos causados por colisões                                                                                 |   |

| Características do Canal                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|
| Processos Hidromorfológicos                               |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Colmatação                                                |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Assoreamento                                              |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Deposição                                                 |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Escoamento                                                | Laminar                                                                                                                               | x     |       |      |
|                                                           | Turbulento                                                                                                                            |       |       |      |
|                                                           | Nenhum                                                                                                                                |       |       |      |
| Deposição no Leito menor                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Rochoso                                                   | (Blocos/Lajes/Rocha mãe)                                                                                                              | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Grosso                                                    | ( Seixos,/Calhaus/ Cascalho/ Areias)                                                                                                  | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Fino                                                      | ( Areia/Silte/Argila)                                                                                                                 | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Deposição de Sedimentos                                   |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Imbricamento                                              |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Encouraçamento                                            |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Formação de depósitos contínuos de Sedimentos (ou barras) |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Alteração do Leito                                        |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Reforçado                                                 | Reforço artificial do leito com materiais como betão, gabiões, etc.                                                                   |       |       |      |
| Re-ccionado                                               | Afundamento evidente do leito, aumentando a sua profundidade de forma artificial                                                      |       |       |      |
| Passagem em vau                                           | Zona regularizada de travessia permanente do leito, com pouca profundidade, composta quer por materiais, quer por materiais naturais. |       |       | x    |
| Acondicionado em secção fechada                           | Sempre que o curso de água estiver acondicionado subterraneamente com manilhas ou em canais cobertos                                  |       |       |      |

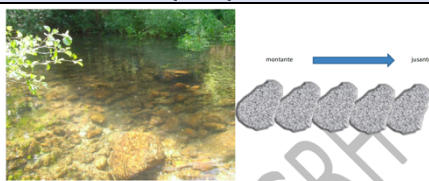
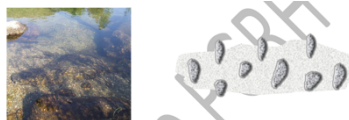
| Material Predominante nas Margens |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Pedras/Seixos                     | Material pedregoso soto, com dimensões entre 6 e 25 cm(maiores que o tamanho de um punho fechado)                |                                                                                     | x   |
| Gravilha/Areia                    | Material solto, incluindo burgau (até 6 cm de diâmetro),gravilha(2-16mm) ou areia(< 2 mm)                        |                                                                                     |     |
| Blocos Grandes                    | Rochas/penedos, com dimensões superiores a 25cm                                                                  |                                                                                     | x   |
| Muita Vegetação                   |                                                                                                                  |   | x   |
| Pouca Vegetação                   |                                                                                                                  |   |     |
| Materiais Artificializados        |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Muros de pedra                    |                                                                                                                  |  |     |
| Proteção nas margens              | Sim                                                                                                              | Material                                                                            | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Com sistemas de drenagem          | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Canalizações/Saneamento           | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Lixo/entulhos                     | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   | x                                                                                                                |                                                                                     |     |
| Alteração das Margens             |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Berma artificial                  | Socalcos artificiais para permitir alagamento progressivo em caso de aumento do caudal                           |                                                                                     |     |
| Reperfilamento                    | Canal homogéneo, mas com sinais de ter sido alterado/homogeneizado.                                              |                                                                                     |     |
| Reforçada                         | Toda ou parte da marem reforçada para proteção contra a erosão, nomeadamente através de muros, enrocamentos, ETC |                                                                                     | x   |
| Natural                           |                                                                                                                  |                                                                                     |     |

|                               |                                                                                                                        |   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Taludes                       |                                      |   |
| <b>Vegetação</b>              |                                                                                                                        |   |
| Ripícola                      | Formações vegetais ribeirinhas essencialmente arbóreas e arbustivas, que se estendem pelas margens dos cursos de água. | x |
| Aquática                      |                                                                                                                        |   |
| Arvores                       |                                                                                                                        | x |
| Herbáceas emergentes          | Plantas de folha larga, enraizadas no leito ou no limite do plano de água                                              | x |
| Arbustos                      |                                                                                                                        | x |
| plantas flutuantes            | Plantas que apesar de enraizadas, apresentam as folhas flutuantes, como nenúfares e potamogeton                        |   |
| Hepática/Musgos/líquenes      | Inclui vegetação submersa, quer nas zonas de respingo                                                                  |   |
| Anfíbias                      | Plantas enraizadas, no leito ou no limite do plano da água.                                                            |   |
| <b>Uso do solo</b>            |                                                                                                                        |   |
| Agrícola                      |                                                                                                                        |   |
| Urbanizado de alta densidade  |                                                                                                                        |   |
| Urbanizado de baixa densidade |                                                                                                                        | x |
| Industrial                    |                                                                                                                        |   |
| Artificial                    |                                                                                                                        |   |
| Natural                       |                                                                                                                        | x |
| Despido                       |                                                                                                                        |   |
| Pouca Vegetação               |                                                                                                                        |   |
| Muita Vegetação               |                                                                                                                        | x |

Fichas de campo da Ponte 4 – Rio Ave

| Ponte 4                |                                                                                    |         |      |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|
| Localização            |                                                                                    |         |      |
| Ponte                  |                                                                                    |         |      |
| Estado de conservação  |                                                                                    |         |      |
| N.D.                   |                                                                                    |         |      |
| Estrutura da ponte     |                                                                                    |         |      |
| Ponte em Arco          |  |         | X    |
| Ponte em Viga          |  |         |      |
| Ponte em Pórtico       |  |         |      |
| Material de construção |                                                                                    |         |      |
| Madeira                |                                                                                    |         |      |
| Pedra                  |                                                                                    |         | X    |
| Betão                  |                                                                                    |         |      |
| Aço                    |                                                                                    |         |      |
| Concreto armado        |                                                                                    |         |      |
| Tipo de pavimento      |                                                                                    |         |      |
| Pedra                  |                                                                                    |         |      |
| Asfalto                |                                                                                    |         | X    |
| Betão                  |                                                                                    |         |      |
| Aço                    |                                                                                    |         |      |
| Madeira                |                                                                                    |         |      |
| Dimensões              |                                                                                    |         |      |
| Comprimento            |                                                                                    | N.D.    |      |
| Largura                |                                                                                    | N.D.    |      |
| Altura                 |                                                                                    | N.D.    |      |
| Apoios                 |                                                                                    |         |      |
| Margens                |                                                                                    | Leito   |      |
| Nº                     | 2                                                                                  | Nº      | 3    |
| Altura                 | N.D.                                                                               | Altura  | N.D. |
| Largura                | N.D.                                                                               | Largura | N.D. |
| Natureza do Tráfego    |                                                                                    |         |      |
| Rodoviária             |                                                                                    |         |      |
| Pedestres              |                                                                                    |         |      |
| Mistas                 |                                                                                    | X       |      |

| <b>Anomalias de pontes em Arco e de Alvenaria de Pedra</b>                                                  |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Fissuras ao longo dos blocos de pedra                                                                       |   |
| Abertura nas juntas entre as pedras                                                                         |   |
| Abatimentos nos arcos                                                                                       |   |
| Elementos de pedra mais salientes                                                                           |   |
| Vegetação na alvenaria                                                                                      | x |
| Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                                                  |   |
| Degradação de blocos de pedra                                                                               |   |
| Perda da estabilidade da fundação por alteração nos leitos do rio                                           |   |
| Erosão local dos elementos da fundação                                                                      |   |
| Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos                                                |   |
| Formação de banco ou ilhas de areia                                                                         |   |
| Presença de fissuras nos pilares e/ou encontros                                                             |   |
| Deterioração com perda de material ou ausência de proteção da funda                                         |   |
| Histórico de intervenções no leito do rio de modo a proceder ao seu rebaixamento;                           |   |
| Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo;                                               |   |
| Alteração do perfil longitudinal do rio com a realização de obras (Ex: barragens, canais navegáveis, etc.); |   |
| Passagem de infraestruturas enterradas (Ex: canalizações, escavações, etc.);                                |   |
| Extração de água por meio de furos;                                                                         |   |
| <b>Anomalias em pontes de Aço e betão</b>                                                                   |   |
| Oxidação causada por humidade e/ou agentes agressivos                                                       |   |
| Deformações causadas por sobrecarga e má utilização                                                         |   |
| Deformações causadas por deficiência de contraventamento                                                    |   |
| Deformações causadas por efeitos térmicos                                                                   |   |
| Defeitos causados por efeito de incêndio                                                                    |   |
| Fissuras causadas por concentração de tensões e/ou fadiga                                                   |   |
| Defeitos da solda                                                                                           |   |
| Danos causados por colisões                                                                                 |   |

| Características do Canal                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|
| Processos Hidromorfológicos                               |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Colmatação                                                |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Assoreamento                                              |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Deposição                                                 |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Escoamento                                                | Laminar                                                                                                                               | x     |       |      |
|                                                           | Turbulento                                                                                                                            |       |       |      |
|                                                           | Nenhum                                                                                                                                |       |       |      |
| Deposição no Leito menor                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Rochoso                                                   | (Blocos/Lajes/Rocha mãe)                                                                                                              | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Grosso                                                    | ( Seixos,/Calhaus/ Cascalho/ Areias)                                                                                                  | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Fino                                                      | ( Areia/Silte/Argila)                                                                                                                 | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Deposição de Sedimentos                                   |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Imbricamento                                              |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Encouraçamento                                            |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Formação de depósitos contínuos de Sedimentos (ou barras) |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Alteração do Leito                                        |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Reforçado                                                 | Reforço artificial do leito com materiais como betão, gabiões, etc.                                                                   |       |       | x    |
| Re-ccionado                                               | Afundamento evidente do leito, aumentando a sua profundidade de forma artificial                                                      |       |       |      |
| Passagem em vau                                           | Zona regularizada de travessia permanente do leito, com pouca profundidade, composta quer por materiais, quer por materiais naturais. |       |       |      |
| Acondicionado em secção fechada                           | Sempre que o curso de água estiver acondicionado subterraneamente com manilhas ou em canais cobertos                                  |       |       |      |

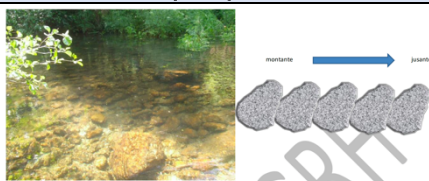
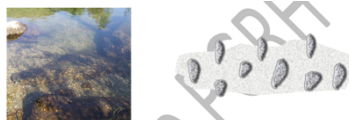
| Material Predominante nas Margens |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Pedras/Seixos                     | Material pedregoso soto, com dimensões entre 6 e 25 cm(maiores que o tamanho de um punho fechado)                |                                                                                     |     |
| Gravilha/Areia                    | Material solto, incluindo burgau (até 6 cm de diâmetro),gravilha(2-16mm) ou areia(< 2 mm)                        |                                                                                     |     |
| Blocos Grandes                    | Rochas/penedos, com dimensões superiores a 25cm                                                                  |                                                                                     |     |
| Muita Vegetação                   |                                                                                                                  |   | x   |
| Pouca Vegetação                   |                                                                                                                  |   |     |
| Materiais Artificializados        |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Muros de pedra                    |                                                                                                                  |  | x   |
| Proteção nas margens              | Sim                                                                                                              | Material                                                                            | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Com sistemas de drenagem          | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Canalizações/Saneamento           | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   | x                                                                                                                |                                                                                     |     |
| Lixo/entulhos                     | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Alteração das Margens             |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Berma artificial                  | Socalcos artificiais para permitir alagamento progressivo em caso de aumento do caudal                           |                                                                                     |     |
| Reperfilamento                    | Canal homogéneo, mas com sinais de ter sido alterado/homogeneizado.                                              |                                                                                     |     |
| Reforçada                         | Toda ou parte da marem reforçada para proteção contra a erosão, nomeadamente através de muros, enrocamentos, ETC |                                                                                     | x   |
| Natural                           |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |

|                               |                                                                                                                        |   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Taludes                       |                                      |   |
| <b>Vegetação</b>              |                                                                                                                        |   |
| Ripícola                      | Formações vegetais ribeirinhas essencialmente arbóreas e arbustivas, que se estendem pelas margens dos cursos de água. | x |
| Aquática                      |                                                                                                                        |   |
| Arvores                       |                                                                                                                        | x |
| Herbáceas emergentes          | Plantas de folha larga, enraizadas no leito ou no limite do plano de água                                              |   |
| Arbustos                      |                                                                                                                        | x |
| plantas flutuantes            | Plantas que apesar de enraizadas, apresentam as folhas flutuantes, como nenúfares e potamogeton                        |   |
| Hepática/Musgos/líquenes      | Inclui vegetação submersa, quer nas zonas de respingo                                                                  |   |
| Anfíbias                      | Plantas enraizadas, no leito ou no limite do plano da água.                                                            |   |
| <b>Uso do solo</b>            |                                                                                                                        |   |
| Agrícola                      |                                                                                                                        | x |
| Urbanizado de alta densidade  |                                                                                                                        | x |
| Urbanizado de baixa densidade |                                                                                                                        |   |
| Industrial                    |                                                                                                                        | x |
| Artificial                    |                                                                                                                        |   |
| Natural                       |                                                                                                                        |   |
| Despido                       |                                                                                                                        |   |
| Pouca Vegetação               |                                                                                                                        |   |
| Muita Vegetação               |                                                                                                                        |   |

# Fichas de campo da Ponte 5 – Rio Ave

|                               |      |              |      |
|-------------------------------|------|--------------|------|
| <b>Ponte 5</b>                |      |              |      |
| <b>Localização</b>            |      |              |      |
| Sande (Vila Nova)             |      |              |      |
| <b>Estado de conservação</b>  |      |              |      |
| N.D.                          |      |              |      |
| <b>Estrutura da ponte</b>     |      |              |      |
| Ponte em Arco                 |      |              |      |
| Ponte em Viga                 |      |              | X    |
| Ponte em Pórtico              |      |              |      |
| <b>Material de construção</b> |      |              |      |
| Madeira                       |      |              |      |
| Pedra                         |      |              | X    |
| Betão                         |      |              |      |
| Aço                           |      |              |      |
| Concreto armado               |      |              |      |
| <b>Tipo de pavimento</b>      |      |              |      |
| Pedra                         |      |              | X    |
| Asfalto                       |      |              |      |
| Betão                         |      |              |      |
| Aço                           |      |              |      |
| Madeira                       |      |              |      |
| <b>Dimensões</b>              |      |              |      |
| Comprimento                   |      | 48, 15 m     |      |
| Largura                       |      | 4,15 m       |      |
| Altura                        |      | 3, 4 m       |      |
| <b>Apoios</b>                 |      |              |      |
| <b>Margens</b>                |      | <b>Leito</b> |      |
| Nº                            | 2    | Nº           | 3    |
| Altura                        | N.D. | Altura       | N.D. |
| Largura                       | N.D. | Largura      | N.D. |
| <b>Natureza do Tráfego</b>    |      |              |      |
| Rodoviária                    |      |              |      |
| Pedestres                     |      | X            |      |
| Mistas                        |      |              |      |

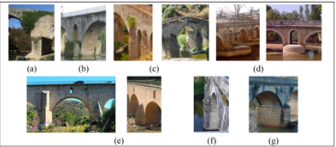
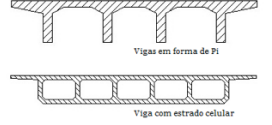
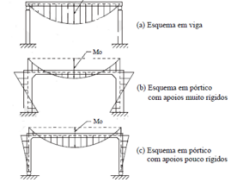
| <b>Anomalias de pontes em Arco e de Alvenaria de Pedra</b>                                                  |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Fissuras ao longo dos blocos de pedra                                                                       |   |
| Abertura nas juntas entre as pedras                                                                         | x |
| Abatimentos nos arcos                                                                                       |   |
| Elementos de pedra mais salientes                                                                           | x |
| Vegetação na alvenaria                                                                                      | x |
| Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                                                  |   |
| Degradação de blocos de pedra                                                                               |   |
| Perda da estabilidade da fundação por alteração nos leitos do rio                                           |   |
| Erosão local dos elementos da fundação                                                                      | x |
| Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos                                                | x |
| Formação de banco ou ilhas de areia                                                                         |   |
| Presença de fissuras nos pilares e/ou encontros                                                             |   |
| Deterioração com perda de material ou ausência de proteção da fundação                                      | x |
| Histórico de intervenções no leito do rio de modo a proceder ao seu rebaixamento;                           |   |
| Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo;                                               |   |
| Alteração do perfil longitudinal do rio com a realização de obras (Ex: barragens, canais navegáveis, etc.); |   |
| Passagem de infraestruturas enterradas (Ex: canalizações, escavações, etc.);                                |   |
| Extração de água por meio de furos;                                                                         |   |
| <b>Anomalias em pontes de Aço e betão</b>                                                                   |   |
| Oxidação causada por humidade e/ou agentes agressivos                                                       |   |
| Deformações causadas por sobrecarga e má utilização                                                         |   |
| Deformações causadas por deficiência de contraventamento                                                    |   |
| Deformações causadas por efeitos térmicos                                                                   |   |
| Defeitos causados por efeito de incêndio                                                                    |   |
| Fissuras causadas por concentração de tensões e/ou fadiga                                                   |   |
| Defeitos da solda                                                                                           |   |
| Danos causados por colisões                                                                                 |   |

| Características do Canal                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|
| Processos Hidromorfológicos                               |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Colmatação                                                |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Assoreamento                                              |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Deposição                                                 |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Escoamento                                                | Laminar                                                                                                                               | x     |       |      |
|                                                           | Turbulento                                                                                                                            |       |       |      |
|                                                           | Nenhum                                                                                                                                |       |       |      |
| Deposição no Leito menor                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Rochoso                                                   | (Blocos/Lajes/Rocha mãe)                                                                                                              | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Grosso                                                    | ( Seixos,/Calhaus/ Cascalho/ Areias)                                                                                                  | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Fino                                                      | ( Areia/Silte/Argila)                                                                                                                 | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Deposição de Sedimentos                                   |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Imbricamento                                              |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Encouraçamento                                            |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Formação de depósitos contínuos de Sedimentos (ou barras) |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Alteração do Leito                                        |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Reforçado                                                 | Reforço artificial do leito com materiais como betão, gabiões, etc.                                                                   |       |       |      |
| Re-ccionado                                               | Afundamento evidente do leito, aumentando a sua profundidade de forma artificial                                                      |       |       |      |
| Passagem em vau                                           | Zona regularizada de travessia permanente do leito, com pouca profundidade, composta quer por materiais, quer por materiais naturais. |       |       | x    |
| Acondicionado em secção fechada                           | Sempre que o curso de água estiver acondicionado subterraneamente com manilhas ou em canais cobertos                                  |       |       |      |

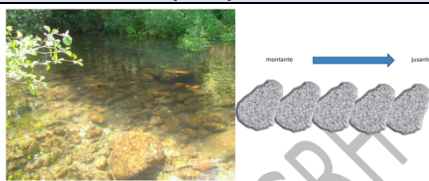
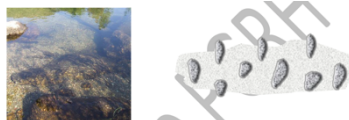
| Material Predominante nas Margens |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Pedras/Seixos                     | Material pedregoso soto, com dimensões entre 6 e 25 cm(maiores que o tamanho de um punho fechado)                |                                                                                     |     |
| Gravilha/Areia                    | Material solto, incluindo burgau (até 6 cm de diâmetro),gravilha(2-16mm) ou areia(< 2 mm)                        |                                                                                     | x   |
| Blocos Grandes                    | Rochas/penedos, com dimensões superiores a 25cm                                                                  |                                                                                     |     |
| Muita Vegetação                   |                                                                                                                  |   | x   |
| Pouca Vegetação                   |                                                                                                                  |   |     |
| Materiais Artificializados        |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Muros de pedra                    |                                                                                                                  |  |     |
| Proteção nas margens              | Sim                                                                                                              | Material                                                                            | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Com sistemas de drenagem          | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Canalizações/Saneamento           | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Lixo/entulhos                     | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   | x                                                                                                                |                                                                                     |     |
| Alteração das Margens             |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Berma artificial                  | Socalcos artificiais para permitir alagamento progressivo em caso de aumento do caudal                           |                                                                                     |     |
| Reperfilamento                    | Canal homogéneo, mas com sinais de ter sido alterado/homogeneizado.                                              |                                                                                     |     |
| Reforçada                         | Toda ou parte da marem reforçada para proteção contra a erosão, nomeadamente através de muros, enrocamentos, ETC |                                                                                     |     |
| Natural                           |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |

|                               |                                                                                                                        |   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Taludes                       |                                      |   |
| <b>Vegetação</b>              |                                                                                                                        |   |
| Ripícola                      | Formações vegetais ribeirinhas essencialmente arbóreas e arbustivas, que se estendem pelas margens dos cursos de água. | x |
| Aquática                      |                                                                                                                        |   |
| Arvores                       |                                                                                                                        | x |
| Herbáceas emergentes          | Plantas de folha larga, enraizadas no leito ou no limite do plano de água                                              |   |
| Arbustos                      |                                                                                                                        | x |
| plantas flutuantes            | Plantas que apesar de enraizadas, apresentam as folhas flutuantes, como nenúfares e potamogeton                        |   |
| Hepática/Musgos/líquenes      | Inclui vegetação submersa, quer nas zonas de respingo                                                                  |   |
| Anfíbias                      | Plantas enraizadas, no leito ou no limite do plano da água.                                                            | x |
| <b>Uso do solo</b>            |                                                                                                                        |   |
| Agrícola                      |                                                                                                                        |   |
| Urbanizado de alta densidade  |                                                                                                                        |   |
| Urbanizado de baixa densidade |                                                                                                                        | x |
| Industrial                    |                                                                                                                        |   |
| Artificial                    |                                                                                                                        |   |
| Natural                       |                                                                                                                        | x |
| Despido                       |                                                                                                                        |   |
| Pouca Vegetação               |                                                                                                                        |   |
| Muita Vegetação               |                                                                                                                        | x |

Fichas de campo da Ponte 6 – Rio Ave

|                               |                                                                                    |              |      |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------|
| <b>Ponte 6</b>                |                                                                                    |              |      |
| <b>Localização</b>            |                                                                                    |              |      |
| Caldelas                      |                                                                                    |              |      |
| <b>Estado de conservação</b>  |                                                                                    |              |      |
| N.D.                          |                                                                                    |              |      |
| <b>Estrutura da ponte</b>     |                                                                                    |              |      |
| Ponte em Arco                 |  |              |      |
| Ponte em Viga                 |  |              | X    |
| Ponte em Pórtico              |  |              |      |
| <b>Material de construção</b> |                                                                                    |              |      |
| Madeira                       |                                                                                    |              |      |
| Pedra                         |                                                                                    |              | X    |
| Betão                         |                                                                                    |              |      |
| Aço                           |                                                                                    |              |      |
| Concreto armado               |                                                                                    |              |      |
| <b>Tipo de pavimento</b>      |                                                                                    |              |      |
| Pedra                         |                                                                                    |              | X    |
| Asfalto                       |                                                                                    |              |      |
| Betão                         |                                                                                    |              |      |
| Aço                           |                                                                                    |              |      |
| Madeira                       |                                                                                    |              |      |
| <b>Dimensões</b>              |                                                                                    |              |      |
| Comprimento                   |                                                                                    | N.D.         |      |
| Largura                       |                                                                                    | N.D.         |      |
| Altura                        |                                                                                    | N.D.         |      |
| <b>Apoios</b>                 |                                                                                    |              |      |
| <b>Margens</b>                |                                                                                    | <b>Leito</b> |      |
| Nº                            | 2                                                                                  | Nº           | 34   |
| Altura                        | N.D.                                                                               | Altura       | N.D. |
| Largura                       | N.D.                                                                               | Largura      | N.D. |
| <b>Natureza do Tráfego</b>    |                                                                                    |              |      |
| Rodoviária                    |                                                                                    |              |      |
| Pedestres                     |                                                                                    | X            |      |
| Mistas                        |                                                                                    |              |      |

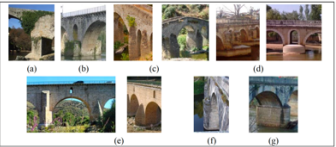
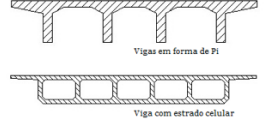
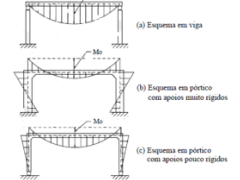
| <b>Anomalias de pontes em Arco e de Alvenaria de Pedra</b>                                                  |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Fissuras ao logo dos blocos de pedra                                                                        | x |
| Abertura nas juntas entre as pedras                                                                         |   |
| Abatimentos nos arcos                                                                                       |   |
| Elementos de pedra mais salientes                                                                           |   |
| Vegetação na alvenaria                                                                                      | x |
| Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                                                  |   |
| Degradação de blocos de pedra                                                                               |   |
| Perda da estabilidade da fundação por alteração nos leitos do rio                                           |   |
| Erosão local dos elementos da fundação                                                                      |   |
| Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos                                                |   |
| Formação de banco ou ilhas de areia                                                                         | x |
| Presença de fissuras nos pilares e/ou encontros                                                             |   |
| Deterioração com perda de material ou ausência de proteção da funda                                         |   |
| Histórico de intervenções no leito do rio de modo a proceder ao seu rebaixamento;                           |   |
| Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo;                                               |   |
| Alteração do perfil longitudinal do rio com a realização de obras (Ex: barragens, canais navegáveis, etc.); |   |
| Passagem de infraestruturas enterradas (Ex: canalizações, escavações, etc.);                                |   |
| Extração de água por meio de furos;                                                                         |   |
| <b>Anomalias em pontes de Aço e betão</b>                                                                   |   |
| Oxidação causada por humidade e/ou agentes agressivos                                                       |   |
| Deformações causadas por sobrecarga e má utilização                                                         |   |
| Deformações causadas por deficiência de contraventamento                                                    |   |
| Deformações causadas por efeitos térmicos                                                                   |   |
| Defeitos causados por efeito de incêndio                                                                    |   |
| Fissuras causadas por concentração de tensões e/ou fadiga                                                   |   |
| Defeitos da solda                                                                                           |   |
| Danos causados por colisões                                                                                 |   |

| Características do Canal                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|
| Processos Hidromorfológicos                               |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Colmatação                                                |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Assoreamento                                              |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Deposição                                                 |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Escoamento                                                | Laminar                                                                                                                               | x     |       |      |
|                                                           | Turbulento                                                                                                                            |       |       |      |
|                                                           | Nenhum                                                                                                                                |       |       |      |
| Deposição no Leito menor                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Rochoso                                                   | (Blocos/Lajes/Rocha mãe)                                                                                                              | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Grosso                                                    | ( Seixos,/Calhaus/ Cascalho/ Areias)                                                                                                  | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Fino                                                      | ( Areia/Silte/Argila)                                                                                                                 | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Deposição de Sedimentos                                   |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Imbricamento                                              |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Encouraçamento                                            |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Formação de depósitos contínuos de Sedimentos (ou barras) |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Alteração do Leito                                        |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Reforçado                                                 | Reforço artificial do leito com materiais como betão, gabiões, etc.                                                                   |       |       |      |
| Re-ccionado                                               | Afundamento evidente do leito, aumentando a sua profundidade de forma artificial                                                      |       |       |      |
| Passagem em vau                                           | Zona regularizada de travessia permanente do leito, com pouca profundidade, composta quer por materiais, quer por materiais naturais. |       |       | x    |
| Acondicionado em secção fechada                           | Sempre que o curso de água estiver acondicionado subterraneamente com manilhas ou em canais cobertos                                  |       |       |      |

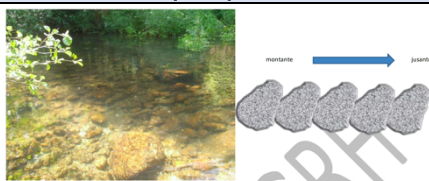
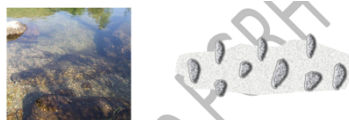
| Material Predominante nas Margens |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Pedras/Seixos                     | Material pedregoso soto, com dimensões entre 6 e 25 cm(maiores que o tamanho de um punho fechado)                |                                                                                     |     |
| Gravilha/Areia                    | Material solto, incluindo burgau (até 6 cm de diâmetro),gravilha(2-16mm) ou areia(< 2 mm)                        |                                                                                     |     |
| Blocos Grandes                    | Rochas/penedos, com dimensões superiores a 25cm                                                                  |                                                                                     |     |
| Muita Vegetação                   |                                                                                                                  |   | x   |
| Pouca Vegetação                   |                                                                                                                  |   |     |
| Materiais Artificializados        |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Muros de pedra                    |                                                                                                                  |  |     |
| Proteção nas margens              | Sim                                                                                                              | Material                                                                            | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Com sistemas de drenagem          | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Canalizações/Saneamento           | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   | x                                                                                                                |                                                                                     |     |
| Lixo/entulhos                     | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   | x                                                                                                                |                                                                                     |     |
| Alteração das Margens             |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Berma artificial                  | Socalcos artificiais para permitir alagamento progressivo em caso de aumento do caudal                           |                                                                                     |     |
| Reperfilamento                    | Canal homogéneo, mas com sinais de ter sido alterado/homogeneizado.                                              |                                                                                     | x   |
| Reforçada                         | Toda ou parte da marem reforçada para proteção contra a erosão, nomeadamente através de muros, enrocamentos, ETC |                                                                                     |     |
| Natural                           |                                                                                                                  |                                                                                     |     |

|                               |                                                                                                                        |   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Taludes                       |                                      |   |
| <b>Vegetação</b>              |                                                                                                                        |   |
| Ripícola                      | Formações vegetais ribeirinhas essencialmente arbóreas e arbustivas, que se estendem pelas margens dos cursos de água. | x |
| Aquática                      |                                                                                                                        |   |
| Arvores                       |                                                                                                                        | x |
| Herbáceas emergentes          | Plantas de folha larga, enraizadas no leito ou no limite do plano de água                                              | x |
| Arbustos                      |                                                                                                                        | x |
| plantas flutuantes            | Plantas que apesar de enraizadas, apresentam as folhas flutuantes, como nenúfares e potamogeton                        |   |
| Hepática/Musgos/líquenes      | Inclui vegetação submersa, quer nas zonas de respingo                                                                  |   |
| Anfíbias                      | Plantas enraizadas, no leito ou no limite do plano da água.                                                            |   |
| <b>Uso do solo</b>            |                                                                                                                        |   |
| Agrícola                      |                                                                                                                        |   |
| Urbanizado de alta densidade  |                                                                                                                        | x |
| Urbanizado de baixa densidade |                                                                                                                        |   |
| Industrial                    |                                                                                                                        |   |
| Artificial                    |                                                                                                                        |   |
| Natural                       |                                                                                                                        |   |
| Despido                       |                                                                                                                        |   |
| Pouca Vegetação               |                                                                                                                        |   |
| Muita Vegetação               |                                                                                                                        |   |

Fichas de campo da Ponte 7 – Rio Ave

|                               |                                                                                    |              |      |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------|
| <b>Ponte 7</b>                |                                                                                    |              |      |
| <b>Localização</b>            |                                                                                    |              |      |
| Caldelas                      |                                                                                    |              |      |
| <b>Estado de conservação</b>  |                                                                                    |              |      |
| N.D.                          |                                                                                    |              |      |
| <b>Estrutura da ponte</b>     |                                                                                    |              |      |
| Ponte em Arco                 |  |              | X    |
| Ponte em Viga                 |  |              |      |
| Ponte em Pórtico              |  |              |      |
| <b>Material de construção</b> |                                                                                    |              |      |
| Madeira                       |                                                                                    |              |      |
| Pedra                         |                                                                                    |              | X    |
| Betão                         |                                                                                    |              |      |
| Aço                           |                                                                                    |              |      |
| Concreto armado               |                                                                                    |              |      |
| <b>Tipo de pavimento</b>      |                                                                                    |              |      |
| Pedra                         |                                                                                    |              |      |
| Asfalto                       |                                                                                    |              | X    |
| Betão                         |                                                                                    |              |      |
| Aço                           |                                                                                    |              |      |
| Madeira                       |                                                                                    |              |      |
| <b>Dimensões</b>              |                                                                                    |              |      |
| Comprimento                   |                                                                                    | N.D.         |      |
| Largura                       |                                                                                    | N.D.         |      |
| Altura                        |                                                                                    | N.D.         |      |
| <b>Apoios</b>                 |                                                                                    |              |      |
| <b>Margens</b>                |                                                                                    | <b>Leito</b> |      |
| Nº                            | 2                                                                                  | Nº           | 2    |
| Altura                        | N.D.                                                                               | Altura       | N.D. |
| Largura                       | N.D.                                                                               | Largura      | N.D. |
| <b>Natureza do Tráfego</b>    |                                                                                    |              |      |
| Rodoviária                    |                                                                                    | X            |      |
| Pedestres                     |                                                                                    |              |      |
| Mistas                        |                                                                                    |              |      |

| <b>Anomalias de pontes em Arco e de Alvenaria de Pedra</b>                                                  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Fissuras ao longo dos blocos de pedra                                                                       |  |
| Abertura nas juntas entre as pedras                                                                         |  |
| Abatimentos nos arcos                                                                                       |  |
| Elementos de pedra mais salientes                                                                           |  |
| Vegetação na alvenaria                                                                                      |  |
| Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                                                  |  |
| Degradação de blocos de pedra                                                                               |  |
| Perda da estabilidade da fundação por alteração nos leitos do rio                                           |  |
| Erosão local dos elementos da fundação                                                                      |  |
| Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos                                                |  |
| Formação de banco ou ilhas de areia                                                                         |  |
| Presença de fissuras nos pilares e/ou encontros                                                             |  |
| Deterioração com perda de material ou ausência de proteção da funda                                         |  |
| Histórico de intervenções no leito do rio de modo a proceder ao seu rebaixamento;                           |  |
| Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo;                                               |  |
| Alteração do perfil longitudinal do rio com a realização de obras (Ex: barragens, canais navegáveis, etc.); |  |
| Passagem de infraestruturas enterradas (Ex: canalizações, escavações, etc.);                                |  |
| Extração de água por meio de furos;                                                                         |  |
| <b>Anomalias em pontes de Aço e betão</b>                                                                   |  |
| Oxidação causada por humidade e/ou agentes agressivos                                                       |  |
| Deformações causadas por sobrecarga e má utilização                                                         |  |
| Deformações causadas por deficiência de contraventamento                                                    |  |
| Deformações causadas por efeitos térmicos                                                                   |  |
| Defeitos causados por efeito de incêndio                                                                    |  |
| Fissuras causadas por concentração de tensões e/ou fadiga                                                   |  |
| Defeitos da solda                                                                                           |  |
| Danos causados por colisões                                                                                 |  |

| Características do Canal                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|
| Processos Hidromorfológicos                               |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Colmatação                                                |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Assoreamento                                              |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Deposição                                                 |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Escoamento                                                | Laminar                                                                                                                               | x     |       |      |
|                                                           | Turbulento                                                                                                                            |       |       |      |
|                                                           | Nenhum                                                                                                                                |       |       |      |
| Deposição no Leito menor                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Rochoso                                                   | (Blocos/Lajes/Rocha mãe)                                                                                                              | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Grosso                                                    | ( Seixos,/Calhaus/ Cascalho/ Areias)                                                                                                  | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Fino                                                      | ( Areia/Silte/Argila)                                                                                                                 | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Deposição de Sedimentos                                   |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Imbricamento                                              |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Encouraçamento                                            |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Formação de depósitos contínuos de Sedimentos (ou barras) |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Alteração do Leito                                        |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Reforçado                                                 | Reforço artificial do leito com materiais como betão, gabiões, etc.                                                                   |       |       |      |
| Re-ccionado                                               | Afundamento evidente do leito, aumentando a sua profundidade de forma artificial                                                      |       |       |      |
| Passagem em vau                                           | Zona regularizada de travessia permanente do leito, com pouca profundidade, composta quer por materiais, quer por materiais naturais. |       |       | x    |
| Acondicionado em secção fechada                           | Sempre que o curso de água estiver acondicionado subterraneamente com manilhas ou em canais cobertos                                  |       |       |      |

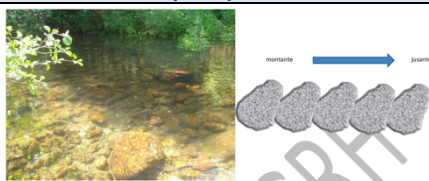
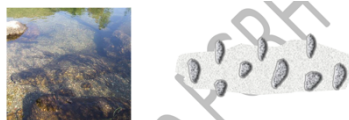
| Material Predominante nas Margens |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Pedras/Seixos                     | Material pedregoso soto, com dimensões entre 6 e 25 cm(maiores que o tamanho de um punho fechado)                |                                                                                     |     |
| Gravilha/Areia                    | Material solto, incluindo burgau (até 6 cm de diâmetro),gravilha(2-16mm) ou areia(< 2 mm)                        |                                                                                     |     |
| Blocos Grandes                    | Rochas/penedos, com dimensões superiores a 25cm                                                                  |                                                                                     |     |
| Muita Vegetação                   |                                                                                                                  |   | x   |
| Pouca Vegetação                   |                                                                                                                  |   |     |
| Materiais Artificializados        |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Muros de pedra                    |                                                                                                                  |  |     |
| Proteção nas margens              | Sim                                                                                                              | Material                                                                            | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Com sistemas de drenagem          | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Canalizações/Saneamento           | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   | x                                                                                                                |                                                                                     |     |
| Lixo/entulhos                     | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   | x                                                                                                                |                                                                                     |     |
| Alteração das Margens             |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Berma artificial                  | Socalcos artificiais para permitir alagamento progressivo em caso de aumento do caudal                           |                                                                                     |     |
| Reperfilamento                    | Canal homogéneo, mas com sinais de ter sido alterado/homogeneizado.                                              |                                                                                     | x   |
| Reforçada                         | Toda ou parte da marem reforçada para proteção contra a erosão, nomeadamente através de muros, enrocamentos, ETC |                                                                                     |     |
| Natural                           |                                                                                                                  |                                                                                     |     |

|                               |                                                                                                                        |   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Taludes                       |                                      |   |
| <b>Vegetação</b>              |                                                                                                                        |   |
| Ripícola                      | Formações vegetais ribeirinhas essencialmente arbóreas e arbustivas, que se estendem pelas margens dos cursos de água. | x |
| Aquática                      |                                                                                                                        |   |
| Arvores                       |                                                                                                                        | x |
| Herbáceas emergentes          | Plantas de folha larga, enraizadas no leito ou no limite do plano de água                                              | x |
| Arbustos                      |                                                                                                                        | x |
| plantas flutuantes            | Plantas que apesar de enraizadas, apresentam as folhas flutuantes, como nenúfares e potamogeton                        |   |
| Hepática/Musgos/líquenes      | Inclui vegetação submersa, quer nas zonas de respingo                                                                  |   |
| Anfíbias                      | Plantas enraizadas, no leito ou no limite do plano da água.                                                            |   |
| <b>Uso do solo</b>            |                                                                                                                        |   |
| Agrícola                      |                                                                                                                        |   |
| Urbanizado de alta densidade  |                                                                                                                        | x |
| Urbanizado de baixa densidade |                                                                                                                        |   |
| Industrial                    |                                                                                                                        |   |
| Artificial                    |                                                                                                                        |   |
| Natural                       |                                                                                                                        |   |
| Despido                       |                                                                                                                        |   |
| Pouca Vegetação               |                                                                                                                        |   |
| Muita Vegetação               |                                                                                                                        |   |

Fichas de campo da Ponte 9 – Rio Ave

|                               |      |              |      |
|-------------------------------|------|--------------|------|
| <b>Ponte 9</b>                |      |              |      |
| <b>Localização</b>            |      |              |      |
| Caldelas                      |      |              |      |
| <b>Estado de conservação</b>  |      |              |      |
| N.D.                          |      |              |      |
| <b>Estrutura da ponte</b>     |      |              |      |
| Ponte em Arco                 |      |              |      |
| Ponte em Viga                 |      |              | X    |
| Ponte em Pórtico              |      |              |      |
| <b>Material de construção</b> |      |              |      |
| Madeira                       |      |              |      |
| Pedra                         |      |              | X    |
| Betão                         |      |              |      |
| Aço                           |      |              |      |
| Concreto armado               |      |              |      |
| <b>Tipo de pavimento</b>      |      |              |      |
| Pedra                         |      |              |      |
| Asfalto                       |      |              | X    |
| Betão                         |      |              |      |
| Aço                           |      |              |      |
| Madeira                       |      |              |      |
| <b>Dimensões</b>              |      |              |      |
| Comprimento                   |      | N.D.         |      |
| Largura                       |      | N.D.         |      |
| Altura                        |      | N.D.         |      |
| <b>Apoios</b>                 |      |              |      |
| <b>Margens</b>                |      | <b>Leito</b> |      |
| Nº                            | 2    | Nº           | 3    |
| Altura                        | N.D. | Altura       | N.D. |
| Largura                       | N.D. | Largura      | N.D. |
| <b>Natureza do Tráfego</b>    |      |              |      |
| Rodoviária                    |      |              |      |
| Pedestres                     |      |              |      |
| Mistas                        |      | X            |      |

| <b>Anomalias de pontes em Arco e de Alvenaria de Pedra</b>                                                  |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Fissuras ao logo dos blocos de pedra                                                                        |   |
| Abertura nas juntas entre as pedras                                                                         | x |
| Abatimentos nos arcos                                                                                       |   |
| Elementos de pedra mais salientes                                                                           |   |
| Vegetação na alvenaria                                                                                      | x |
| Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                                                  |   |
| Degradação de blocos de pedra                                                                               |   |
| Perda da estabilidade da fundação por alteração nos leitos do rio                                           |   |
| Erosão local dos elementos da fundação                                                                      | x |
| Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos                                                |   |
| Formação de banco ou ilhas de areia                                                                         |   |
| Presença de fissuras nos pilares e/ou encontros                                                             |   |
| Deterioração com perda de material ou ausência de proteção da funda                                         |   |
| Histórico de intervenções no leito do rio de modo a proceder ao seu rebaixamento;                           |   |
| Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo;                                               |   |
| Alteração do perfil longitudinal do rio com a realização de obras (Ex: barragens, canais navegáveis, etc.); |   |
| Passagem de infraestruturas enterradas (Ex: canalizações, escavações, etc.);                                |   |
| Extração de água por meio de furos;                                                                         |   |
| <b>Anomalias em pontes de Aço e betão</b>                                                                   |   |
| Oxidação causada por humidade e/ou agentes agressivos                                                       |   |
| Deformações causadas por sobrecarga e má utilização                                                         |   |
| Deformações causadas por deficiência de contraventamento                                                    |   |
| Deformações causadas por efeitos térmicos                                                                   |   |
| Defeitos causados por efeito de incêndio                                                                    |   |
| Fissuras causadas por concentração de tensões e/ou fadiga                                                   | x |
| Defeitos da solda                                                                                           |   |
| Danos causados por colisões                                                                                 |   |

| Características do Canal                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|
| Processos Hidromorfológicos                               |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Colmatação                                                |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Assoreamento                                              |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Deposição                                                 |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Escoamento                                                | Laminar                                                                                                                               | x     |       |      |
|                                                           | Turbulento                                                                                                                            |       |       |      |
|                                                           | Nenhum                                                                                                                                |       |       |      |
| Deposição no Leito menor                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Rochoso                                                   | (Blocos/Lajes/Rocha mãe)                                                                                                              | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Grosso                                                    | ( Seixos,/Calhaus/ Cascalho/ Areias)                                                                                                  | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Fino                                                      | ( Areia/Silte/Argila)                                                                                                                 | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Deposição de Sedimentos                                   |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Imbricamento                                              |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Encouraçamento                                            |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Formação de depósitos contínuos de Sedimentos (ou barras) |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Alteração do Leito                                        |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Reforçado                                                 | Reforço artificial do leito com materiais como betão, gabiões, etc.                                                                   |       |       | x    |
| Re-ccionado                                               | Afundamento evidente do leito, aumentando a sua profundidade de forma artificial                                                      |       |       |      |
| Passagem em vau                                           | Zona regularizada de travessia permanente do leito, com pouca profundidade, composta quer por materiais, quer por materiais naturais. |       |       |      |
| Acondicionado em secção fechada                           | Sempre que o curso de água estiver acondicionado subterraneamente com manilhas ou em canais cobertos                                  |       |       |      |

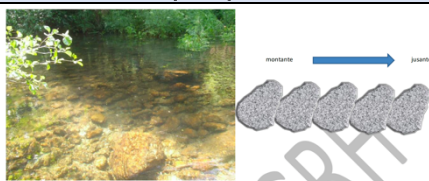
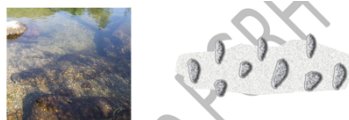
| Material Predominante nas Margens |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Pedras/Seixos                     | Material pedregoso soto, com dimensões entre 6 e 25 cm(maiores que o tamanho de um punho fechado)                |                                                                                     |     |
| Gravilha/Areia                    | Material solto, incluindo burgau (até 6 cm de diâmetro),gravilha(2-16mm) ou areia(< 2 mm)                        |                                                                                     |     |
| Blocos Grandes                    | Rochas/penedos, com dimensões superiores a 25cm                                                                  |                                                                                     |     |
| Muita Vegetação                   |                                                                                                                  |   | x   |
| Pouca Vegetação                   |                                                                                                                  |   |     |
| Materiais Artificializados        |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Muros de pedra                    |                                                                                                                  |  | x   |
| Proteção nas margens              | Sim                                                                                                              | Material                                                                            | Não |
|                                   | x                                                                                                                | pedra                                                                               |     |
| Com sistemas de drenagem          | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   | x                                                                                                                |                                                                                     |     |
| Canalizações/Saneamento           | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   | x                                                                                                                |                                                                                     |     |
| Lixo/entulhos                     | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   | x                                                                                                                |                                                                                     |     |
| Alteração das Margens             |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Berma artificial                  | Socalcos artificiais para permitir alagamento progressivo em caso de aumento do caudal                           |                                                                                     |     |
| Reperfilamento                    | Canal homogéneo, mas com sinais de ter sido alterado/homogeneizado.                                              |                                                                                     |     |
| Reforçada                         | Toda ou parte da marem reforçada para proteção contra a erosão, nomeadamente através de muros, enrocamentos, ETC |                                                                                     | x   |
| Natural                           |                                                                                                                  |                                                                                     |     |

|                               |                                                                                                                        |   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Taludes                       |                                      |   |
| <b>Vegetação</b>              |                                                                                                                        |   |
| Ripícola                      | Formações vegetais ribeirinhas essencialmente arbóreas e arbustivas, que se estendem pelas margens dos cursos de água. | x |
| Aquática                      |                                                                                                                        |   |
| Arvores                       |                                                                                                                        | x |
| Herbáceas emergentes          | Plantas de folha larga, enraizadas no leito ou no limite do plano de água                                              |   |
| Arbustos                      |                                                                                                                        |   |
| plantas flutuantes            | Plantas que apesar de enraizadas, apresentam as folhas flutuantes, como nenúfares e potamogeton                        |   |
| Hepática/Musgos/líquenes      | Inclui vegetação submersa, quer nas zonas de respingo                                                                  |   |
| Anfíbias                      | Plantas enraizadas, no leito ou no limite do plano da água.                                                            |   |
| <b>Uso do solo</b>            |                                                                                                                        |   |
| Agrícola                      |                                                                                                                        |   |
| Urbanizado de alta densidade  |                                                                                                                        |   |
| Urbanizado de baixa densidade |                                                                                                                        | x |
| Industrial                    |                                                                                                                        |   |
| Artificial                    |                                                                                                                        |   |
| Natural                       |                                                                                                                        |   |
| Despido                       |                                                                                                                        |   |
| Pouca Vegetação               |                                                                                                                        |   |
| Muita Vegetação               |                                                                                                                        |   |

Fichas de campo da Ponte 10 – Rio Ave

|                               |      |              |      |
|-------------------------------|------|--------------|------|
| <b>Ponte 10</b>               |      |              |      |
| <b>Localização</b>            |      |              |      |
| Barco                         |      |              |      |
| <b>Estado de conservação</b>  |      |              |      |
| N.D.                          |      |              |      |
| <b>Estrutura da ponte</b>     |      |              |      |
| Ponte em Arco                 |      |              |      |
| Ponte em Viga                 |      |              | X    |
| Ponte em Pórtico              |      |              |      |
| <b>Material de construção</b> |      |              |      |
| Madeira                       |      |              |      |
| Pedra                         |      |              | X    |
| Betão                         |      |              |      |
| Aço                           |      |              |      |
| Concreto armado               |      |              |      |
| <b>Tipo de pavimento</b>      |      |              |      |
| Pedra                         |      |              | X    |
| Asfalto                       |      |              |      |
| Betão                         |      |              |      |
| Aço                           |      |              |      |
| Madeira                       |      |              |      |
| <b>Dimensões</b>              |      |              |      |
| Comprimento                   |      | 50 m         |      |
| Largura                       |      | 6,4 m        |      |
| Altura                        |      | N.D.         |      |
| <b>Apoios</b>                 |      |              |      |
| <b>Margens</b>                |      | <b>Leito</b> |      |
| Nº                            | 2    | Nº           | 21   |
| Altura                        | N.D. | Altura       | N.D. |
| Largura                       | N.D. | Largura      | N.D. |
| <b>Natureza do Tráfego</b>    |      |              |      |
| Rodoviária                    |      | X            |      |
| Pedestres                     |      |              |      |
| Mistas                        |      |              |      |

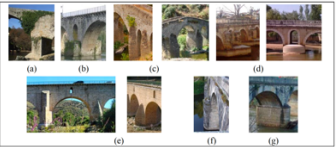
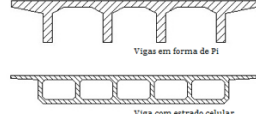
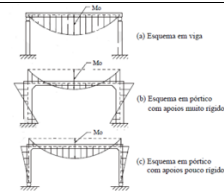
| <b>Anomalias de pontes em Arco e de Alvenaria de Pedra</b>                                                  |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Fissuras ao longo dos blocos de pedra                                                                       | x |
| Abertura nas juntas entre as pedras                                                                         |   |
| Abatimentos nos arcos                                                                                       |   |
| Elementos de pedra mais salientes                                                                           |   |
| Vegetação na alvenaria                                                                                      | x |
| Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                                                  | x |
| Degradação de blocos de pedra                                                                               |   |
| Perda da estabilidade da fundação por alteração nos leitos do rio                                           |   |
| Erosão local dos elementos da fundação                                                                      |   |
| Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos                                                | x |
| Formação de banco ou ilhas de areia                                                                         | x |
| Presença de fissuras nos pilares e/ou encontros                                                             |   |
| Deterioração com perda de material ou ausência de proteção da fundação                                      |   |
| Histórico de intervenções no leito do rio de modo a proceder ao seu rebaixamento;                           |   |
| Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo;                                               |   |
| Alteração do perfil longitudinal do rio com a realização de obras (Ex: barragens, canais navegáveis, etc.); |   |
| Passagem de infraestruturas enterradas (Ex: canalizações, escavações, etc.);                                |   |
| Extração de água por meio de furos;                                                                         |   |
| <b>Anomalias em pontes de Aço e betão</b>                                                                   |   |
| Oxidação causada por humidade e/ou agentes agressivos                                                       |   |
| Deformações causadas por sobrecarga e má utilização                                                         |   |
| Deformações causadas por deficiência de contraventamento                                                    |   |
| Deformações causadas por efeitos térmicos                                                                   |   |
| Defeitos causados por efeito de incêndio                                                                    |   |
| Fissuras causadas por concentração de tensões e/ou fadiga                                                   |   |
| Defeitos da solda                                                                                           |   |
| Danos causados por colisões                                                                                 |   |

| Características do Canal                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|
| Processos Hidromorfológicos                               |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Colmatação                                                |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Assoreamento                                              |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Deposição                                                 |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Escoamento                                                | Laminar                                                                                                                               | x     |       |      |
|                                                           | Turbulento                                                                                                                            |       |       |      |
|                                                           | Nenhum                                                                                                                                |       |       |      |
| Deposição no Leito menor                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Rochoso                                                   | (Blocos/Lajes/Rocha mãe)                                                                                                              | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Grosso                                                    | ( Seixos,/Calhaus/ Cascalho/ Areias)                                                                                                  | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Fino                                                      | ( Areia/Silte/Argila)                                                                                                                 | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Deposição de Sedimentos                                   |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Imbricamento                                              |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Encouraçamento                                            |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Formação de depósitos contínuos de Sedimentos (ou barras) |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Alteração do Leito                                        |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Reforçado                                                 | Reforço artificial do leito com materiais como betão, gabiões, etc.                                                                   |       |       |      |
| Re-ccionado                                               | Afundamento evidente do leito, aumentando a sua profundidade de forma artificial                                                      |       |       |      |
| Passagem em vau                                           | Zona regularizada de travessia permanente do leito, com pouca profundidade, composta quer por materiais, quer por materiais naturais. |       |       | x    |
| Acondicionado em secção fechada                           | Sempre que o curso de água estiver acondicionado subterraneamente com manilhas ou em canais cobertos                                  |       |       |      |

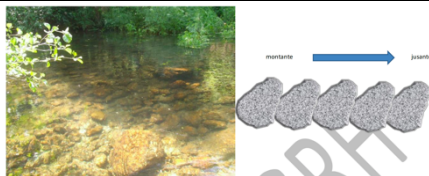
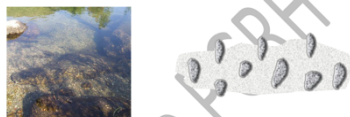
| Material Predominante nas Margens |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Pedras/Seixos                     | Material pedregoso soto, com dimensões entre 6 e 25 cm(maiores que o tamanho de um punho fechado)                |                                                                                     |     |
| Gravilha/Areia                    | Material solto, incluindo burgau (até 6 cm de diâmetro),gravilha(2-16mm) ou areia(< 2 mm)                        |                                                                                     | x   |
| Blocos Grandes                    | Rochas/penedos, com dimensões superiores a 25cm                                                                  |                                                                                     |     |
| Muita Vegetação                   |                                                                                                                  |   | x   |
| Pouca Vegetação                   |                                                                                                                  |   |     |
| Materiais Artificializados        |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Muros de pedra                    |                                                                                                                  |  |     |
| Proteção nas margens              | Sim                                                                                                              | Material                                                                            | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Com sistemas de drenagem          | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Canalizações/Saneamento           | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Lixo/entulhos                     | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   | x                                                                                                                |                                                                                     |     |
| Alteração das Margens             |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Berma artificial                  | Socalcos artificiais para permitir alagamento progressivo em caso de aumento do caudal                           |                                                                                     |     |
| Reperfilamento                    | Canal homogéneo, mas com sinais de ter sido alterado/homogeneizado.                                              |                                                                                     |     |
| Reforçada                         | Toda ou parte da marem reforçada para proteção contra a erosão, nomeadamente através de muros, enrocamentos, ETC |                                                                                     |     |
| Natural                           |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |

|                               |                                                                                                                        |   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Taludes                       |                                      |   |
| <b>Vegetação</b>              |                                                                                                                        |   |
| Ripícola                      | Formações vegetais ribeirinhas essencialmente arbóreas e arbustivas, que se estendem pelas margens dos cursos de água. | x |
| Aquática                      |                                                                                                                        |   |
| Arvores                       |                                                                                                                        | x |
| Herbáceas emergentes          | Plantas de folha larga, enraizadas no leito ou no limite do plano de água                                              |   |
| Arbustos                      |                                                                                                                        | x |
| plantas flutuantes            | Plantas que apesar de enraizadas, apresentam as folhas flutuantes, como nenúfares e potamogeton                        |   |
| Hepática/Musgos/líquenes      | Inclui vegetação submersa, quer nas zonas de respingo                                                                  | x |
| Anfíbias                      | Plantas enraizadas, no leito ou no limite do plano da água.                                                            | x |
| <b>Uso do solo</b>            |                                                                                                                        |   |
| Agrícola                      |                                                                                                                        |   |
| Urbanizado de alta densidade  |                                                                                                                        |   |
| Urbanizado de baixa densidade |                                                                                                                        | x |
| Industrial                    |                                                                                                                        |   |
| Artificial                    |                                                                                                                        |   |
| Natural                       |                                                                                                                        |   |
| Despido                       |                                                                                                                        |   |
| Pouca Vegetação               |                                                                                                                        |   |
| Muita Vegetação               |                                                                                                                        | x |

Fichas de campo da Ponte 21 – Rio Selho

|                               |                                                                                    |              |      |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------|
| <b>Ponte 21</b>               |                                                                                    |              |      |
| <b>Localização</b>            |                                                                                    |              |      |
| Fermentões                    |                                                                                    |              |      |
| <b>Estado de conservação</b>  |                                                                                    |              |      |
| Mau                           |                                                                                    |              |      |
| <b>Estrutura da ponte</b>     |                                                                                    |              |      |
| Ponte em Arco                 |  |              | X    |
| Ponte em Viga                 |  |              |      |
| Ponte em Pórtico              |  |              |      |
| <b>Material de construção</b> |                                                                                    |              |      |
| Madeira                       |                                                                                    |              |      |
| Pedra                         |                                                                                    |              | X    |
| Betão                         |                                                                                    |              |      |
| Aço                           |                                                                                    |              |      |
| Concreto armado               |                                                                                    |              |      |
| <b>Tipo de pavimento</b>      |                                                                                    |              |      |
| Pedra                         |                                                                                    |              | X    |
| Asfalto                       |                                                                                    |              |      |
| Betão                         |                                                                                    |              |      |
| Aço                           |                                                                                    |              |      |
| Madeira                       |                                                                                    |              |      |
| <b>Dimensões</b>              |                                                                                    |              |      |
| Comprimento                   |                                                                                    | 6,7 m        |      |
| Largura                       |                                                                                    | 3,15 m       |      |
| Altura                        |                                                                                    | 0,62 m       |      |
| <b>Apoios</b>                 |                                                                                    |              |      |
| <b>Margens</b>                |                                                                                    | <b>Leito</b> |      |
| Nº                            | 2                                                                                  | Nº           | 2    |
| Altura                        | N.D.                                                                               | Altura       | N.D. |
| Largura                       | N.D.                                                                               | Largura      | N.D. |
| <b>Natureza do Tráfego</b>    |                                                                                    |              |      |
| Rodoviária                    |                                                                                    |              |      |
| Pedestres                     |                                                                                    | X            |      |
| Mistas                        |                                                                                    |              |      |

| <b>Anomalias de pontes em Arco e de Alvenaria de Pedra</b>                                                  |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Fissuras ao longo dos blocos de pedra                                                                       | x |
| Abertura nas juntas entre as pedras                                                                         | x |
| Abatimentos nos arcos                                                                                       |   |
| Elementos de pedra mais salientes                                                                           |   |
| Vegetação na alvenaria                                                                                      | x |
| Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                                                  | x |
| Degradação de blocos de pedra                                                                               | x |
| Perda da estabilidade da fundação por alteração nos leitos do rio                                           | x |
| Erosão local dos elementos da fundação                                                                      |   |
| Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos                                                |   |
| Formação de banco ou ilhas de areia                                                                         | x |
| Presença de fissuras nos pilares e/ou encontros                                                             | x |
| Deterioração com perda de material ou ausência de proteção da fundação                                      | x |
| Histórico de intervenções no leito do rio de modo a proceder ao seu rebaixamento;                           |   |
| Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo;                                               |   |
| Alteração do perfil longitudinal do rio com a realização de obras (Ex: barragens, canais navegáveis, etc.); |   |
| Passagem de infraestruturas enterradas (Ex: canalizações, escavações, etc.);                                |   |
| Extração de água por meio de furos;                                                                         |   |
| <b>Anomalias em pontes de Aço e betão</b>                                                                   |   |
| Oxidação causada por humidade e/ou agentes agressivos                                                       |   |
| Deformações causadas por sobrecarga e má utilização                                                         |   |
| Deformações causadas por deficiência de contraventamento                                                    |   |
| Deformações causadas por efeitos térmicos                                                                   |   |
| Defeitos causados por efeito de incêndio                                                                    |   |
| Fissuras causadas por concentração de tensões e/ou fadiga                                                   |   |
| Defeitos da solda                                                                                           |   |
| Danos causados por colisões                                                                                 |   |

| Características do Canal                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|
| Processos Hidromorfológicos                               |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Colmatação                                                |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Assoreamento                                              |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Deposição                                                 |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Escoamento                                                | Laminar                                                                                                                               |       |       |      |
|                                                           | Turbulento                                                                                                                            | x     |       |      |
|                                                           | Nenhum                                                                                                                                |       |       |      |
| Deposição no Leito menor                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Rochoso                                                   | (Blocos/Lajes/Rocha mãe)                                                                                                              | Muito | Pouco | Nulo |
| Grosso                                                    | ( Seixos,/Calhaus/ Cascalho/ Areias)                                                                                                  | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Fino                                                      | ( Areia/Silte/Argila)                                                                                                                 | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Deposição de Sedimentos                                   |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Imbricamento                                              |                                                     | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Encouraçamento                                            |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Formação de depósitos contínuos de Sedimentos (ou barras) |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Alteração do Leito                                        |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Reforçado                                                 | Reforço artificial do leito com materiais como betão, gabiões, etc.                                                                   |       |       |      |
| Re-ccionado                                               | Afundamento evidente do leito, aumentando a sua profundidade de forma artificial                                                      |       |       | x    |
| Passagem em vau                                           | Zona regularizada de travessia permanente do leito, com pouca profundidade, composta quer por materiais, quer por materiais naturais. |       |       |      |
| Acondicionado em secção fechada                           | Sempre que o curso de água estiver acondicionado subterraneamente com manilhas ou em canais cobertos                                  |       |       |      |

| Material Predominante nas Margens |                                                                                                                  |                                                                                     |     |   |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|
| Pedras/Seixos                     | Material pedregoso soto, com dimensões entre 6 e 25 cm(maiores que o tamanho de um punho fechado)                |                                                                                     |     | x |
| Gravilha/Areia                    | Material solto, incluindo burgau (até 6 cm de diâmetro),gravilha(2-16mm) ou areia(< 2 mm)                        |                                                                                     |     |   |
| Blocos Grandes                    | Rochas/penedos, com dimensões superiores a 25cm                                                                  |                                                                                     |     |   |
| Muita Vegetação                   |                                                                                                                  |   |     |   |
| Pouca Vegetação                   |                                                                                                                  |   |     |   |
| Materiais Artificializados        |                                                                                                                  |                                                                                     |     |   |
| Muros de pedra                    |                                                                                                                  |  |     | x |
| Proteção nas margens              | Sim                                                                                                              | Material                                                                            | Não |   |
|                                   | x                                                                                                                | pedra                                                                               |     |   |
| Com sistemas de drenagem          | Sim                                                                                                              | Não                                                                                 |     |   |
|                                   |                                                                                                                  | x                                                                                   |     |   |
| Canalizações/Saneamento           | Sim                                                                                                              | Não                                                                                 |     |   |
|                                   |                                                                                                                  | x                                                                                   |     |   |
| Lixo/entulhos                     | Sim                                                                                                              | Não                                                                                 |     |   |
|                                   | x                                                                                                                |                                                                                     |     |   |
| Alteração das Margens             |                                                                                                                  |                                                                                     |     |   |
| Berma artificial                  | Socalcos artificiais para permitir alagamento progressivo em caso de aumento do caudal                           |                                                                                     |     | x |
| Reperfilamento                    | Canal homogéneo, mas com sinais de ter sido alterado/homogeneizado.                                              |                                                                                     |     |   |
| Reforçada                         | Toda ou parte da marem reforçada para proteção contra a erosão, nomeadamente através de muros, enrocamentos, ETC |                                                                                     |     |   |
| Natural                           |                                                                                                                  |                                                                                     |     | x |

|                               |                                                                                                                        |   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Taludes                       |                                      |   |
| <b>Vegetação</b>              |                                                                                                                        |   |
| Ripícola                      | Formações vegetais ribeirinhas essencialmente arbóreas e arbustivas, que se estendem pelas margens dos cursos de água. | x |
| Aquática                      |                                                                                                                        |   |
| Arvores                       |                                                                                                                        | x |
| Herbáceas emergentes          | Plantas de folha larga, enraizadas no leito ou no limite do plano de água                                              |   |
| Arbustos                      |                                                                                                                        |   |
| plantas flutuantes            | Plantas que apesar de enraizadas, apresentam as folhas flutuantes, como nenúfares e potamogeton                        |   |
| Hepática/Musgos/líquenes      | Inclui vegetação submersa, quer nas zonas de respingo                                                                  |   |
| Anfíbias                      | Plantas enraizadas, no leito ou no limite do plano da água.                                                            |   |
| <b>Uso do solo</b>            |                                                                                                                        |   |
| Agrícola                      |                                                                                                                        | x |
| Urbanizado de alta densidade  |                                                                                                                        |   |
| Urbanizado de baixa densidade |                                                                                                                        | x |
| Industrial                    |                                                                                                                        |   |
| Artificial                    |                                                                                                                        |   |
| Natural                       |                                                                                                                        |   |
| Despido                       |                                                                                                                        |   |
| Pouca Vegetação               |                                                                                                                        |   |
| Muita Vegetação               |                                                                                                                        |   |

Fichas de campo da Ponte 36 – Rio Selho

|                               |      |              |      |
|-------------------------------|------|--------------|------|
| <b>Ponte 36</b>               |      |              |      |
| <b>Localização</b>            |      |              |      |
| Fermentões                    |      |              |      |
| <b>Estado de conservação</b>  |      |              |      |
| Razoável                      |      |              |      |
| <b>Estrutura da ponte</b>     |      |              |      |
| Ponte em Arco                 |      |              | X    |
| Ponte em Viga                 |      |              |      |
| Ponte em Pórtico              |      |              |      |
| <b>Material de construção</b> |      |              |      |
| Madeira                       |      |              |      |
| Pedra                         |      |              | X    |
| Betão                         |      |              |      |
| Aço                           |      |              |      |
| Concreto armado               |      |              |      |
| <b>Tipo de pavimento</b>      |      |              |      |
| Pedra                         |      |              | X    |
| Asfalto                       |      |              |      |
| Betão                         |      |              |      |
| Aço                           |      |              |      |
| Madeira                       |      |              |      |
| <b>Dimensões</b>              |      |              |      |
| Comprimento                   |      | N.D.         |      |
| Largura                       |      | N.D.         |      |
| Altura                        |      | N.D.         |      |
| <b>Apoios</b>                 |      |              |      |
| <b>Margens</b>                |      | <b>Leito</b> |      |
| Nº                            | 2    | Nº           | 0    |
| Altura                        | N.D. | Altura       | N.D. |
| Largura                       | N.D. | Largura      | N.D. |
| <b>Natureza do Tráfego</b>    |      |              |      |
| Rodoviária                    |      |              |      |
| Pedestres                     |      | X            |      |
| Mistas                        |      |              |      |

| <b>Anomalias de pontes em Arco e de Alvenaria de Pedra</b>                                                  |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Fissuras ao logo dos blocos de pedra                                                                        | x |
| Abertura nas juntas entre as pedras                                                                         | x |
| Abatimentos nos arcos                                                                                       |   |
| Elementos de pedra mais salientes                                                                           |   |
| Vegetação na alvenaria                                                                                      |   |
| Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                                                  |   |
| Degradação de blocos de pedra                                                                               |   |
| Perda da estabilidade da fundação por alteração nos leitos do rio                                           | x |
| Erosão local dos elementos da fundação                                                                      |   |
| Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos                                                |   |
| Formação de banco ou ilhas de areia                                                                         |   |
| Presença de fissuras nos pilares e/ou encontros                                                             |   |
| Deterioração com perda de material ou ausência de proteção da funda                                         |   |
| Histórico de intervenções no leito do rio de modo a proceder ao seu rebaixamento;                           |   |
| Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo;                                               |   |
| Alteração do perfil longitudinal do rio com a realização de obras (Ex: barragens, canais navegáveis, etc.); |   |
| Passagem de infraestruturas enterradas (Ex: canalizações, escavações, etc.);                                |   |
| Extração de água por meio de furos;                                                                         |   |
| <b>Anomalias em pontes de Aço e betão</b>                                                                   |   |
| Oxidação causada por humidade e/ou agentes agressivos                                                       |   |
| Deformações causadas por sobrecarga e má utilização                                                         |   |
| Deformações causadas por deficiência de contraventamento                                                    |   |
| Deformações causadas por efeitos térmicos                                                                   |   |
| Defeitos causados por efeito de incêndio                                                                    |   |
| Fissuras causadas por concentração de tensões e/ou fadiga                                                   |   |
| Defeitos da solda                                                                                           |   |
| Danos causados por colisões                                                                                 |   |

| Características do Canal                                  |                                                                                                                                                                         |       |       |      |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|
| Processos Hidromorfológicos                               |                                                                                                                                                                         |       |       |      |
| Colmatação                                                |                                                                                                                                                                         | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                                                         |       |       | x    |
| Assoreamento                                              |                                                                                                                                                                         | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                                                         |       |       | x    |
| Deposição                                                 |                                                                                                                                                                         | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                                                         |       |       | x    |
| Escoamento                                                | Laminar                                                                                                                                                                 | x     |       |      |
|                                                           | Turbulento                                                                                                                                                              |       |       |      |
|                                                           | Nenhum                                                                                                                                                                  |       |       |      |
| Deposição no Leito menor                                  |                                                                                                                                                                         |       |       |      |
| Rochoso                                                   | (Blocos/Lajes/Rocha mãe)                                                                                                                                                | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                                                         |       | x     |      |
| Grosso                                                    | ( Seixos,/Calhaus/ Cascalho/ Areias)                                                                                                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
| Fino                                                      | ( Areia/Silte/Argila)                                                                                                                                                   | Muito | Pouco | Nulo |
| Deposição de Sedimentos                                   |                                                                                                                                                                         |       |       |      |
| Imbricamento                                              |                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                                                         |       |       | x    |
| Encouraçamento                                            |                                                                                      | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                                                         |       |       | x    |
| Formação de depósitos contínuos de Sedimentos (ou barras) |   | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                                                         |       |       | x    |
| Alteração do Leito                                        |                                                                                                                                                                         |       |       |      |
| Reforçado                                                 | Reforço artificial do leito com materiais como betão, gabiões, etc.                                                                                                     |       |       | x    |
| Re-ccionado                                               | Afundamento evidente do leito, aumentando a sua profundidade de forma artificial                                                                                        |       |       |      |
| Passagem em vau                                           | Zona regularizada de travessia permanente do leito, com pouca profundidade, composta quer por materiais, quer por materiais naturais.                                   |       |       |      |
| Acondicionado em secção fechada                           | Sempre que o curso de água estiver acondicionado subterraneamente com manilhas ou em canais cobertos                                                                    |       |       |      |

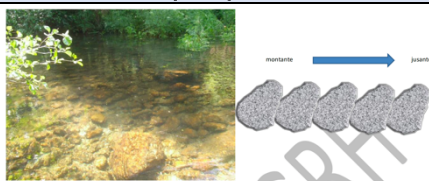
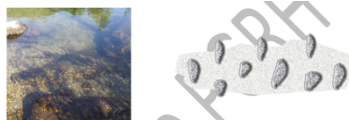
| Material Predominante nas Margens |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Pedras/Seixos                     | Material pedregoso soto, com dimensões entre 6 e 25 cm(maiores que o tamanho de um punho fechado)                |                                                                                     |     |
| Gravilha/Areia                    | Material solto, incluindo burgau (até 6 cm de diâmetro),gravilha(2-16mm) ou areia(< 2 mm)                        |                                                                                     |     |
| Blocos Grandes                    | Rochas/penedos, com dimensões superiores a 25cm                                                                  |                                                                                     | x   |
| Muita Vegetação                   |                                                                                                                  |   | x   |
| Pouca Vegetação                   |                                                                                                                  |   |     |
| Materiais Artificializados        |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Muros de pedra                    |                                                                                                                  |  | x   |
| Proteção nas margens              | Sim                                                                                                              | Material                                                                            | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Com sistemas de drenagem          |                                                                                                                  | Sim                                                                                 | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Canalizações/Saneamento           |                                                                                                                  | Sim                                                                                 | Não |
|                                   |                                                                                                                  | x                                                                                   |     |
| Lixo/entulhos                     |                                                                                                                  | Sim                                                                                 | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Alteração das Margens             |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Berma artificial                  | Socalcos artificiais para permitir alagamento progressivo em caso de aumento do caudal                           |                                                                                     | x   |
| Reperfilamento                    | Canal homogéneo, mas com sinais de ter sido alterado/homogeneizado.                                              |                                                                                     |     |
| Reforçada                         | Toda ou parte da marem reforçada para proteção contra a erosão, nomeadamente através de muros, enrocamentos, ETC |                                                                                     |     |
| Natural                           |                                                                                                                  |                                                                                     |     |

|                               |                                                                                                                        |   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Taludes                       |                                      |   |
| <b>Vegetação</b>              |                                                                                                                        |   |
| Ripícola                      | Formações vegetais ribeirinhas essencialmente arbóreas e arbustivas, que se estendem pelas margens dos cursos de água. | x |
| Aquática                      |                                                                                                                        |   |
| Arvores                       |                                                                                                                        | x |
| Herbáceas emergentes          | Plantas de folha larga, enraizadas no leito ou no limite do plano de água                                              |   |
| Arbustos                      |                                                                                                                        | x |
| plantas flutuantes            | Plantas que apesar de enraizadas, apresentam as folhas flutuantes, como nenúfares e potamogeton                        |   |
| Hepática/Musgos/líquenes      | Inclui vegetação submersa, quer nas zonas de respingo                                                                  |   |
| Anfíbias                      | Plantas enraizadas, no leito ou no limite do plano da água.                                                            |   |
| <b>Uso do solo</b>            |                                                                                                                        |   |
| Agrícola                      |                                                                                                                        | x |
| Urbanizado de alta densidade  |                                                                                                                        |   |
| Urbanizado de baixa densidade |                                                                                                                        | x |
| Industrial                    |                                                                                                                        |   |
| Artificial                    |                                                                                                                        |   |
| Natural                       |                                                                                                                        |   |
| Despido                       |                                                                                                                        |   |
| Pouca Vegetação               |                                                                                                                        |   |
| Muita Vegetação               |                                                                                                                        |   |

Fichas de campo da Ponte 41 – Rio Selho

|                               |      |              |      |
|-------------------------------|------|--------------|------|
| <b>Ponte 41</b>               |      |              |      |
| <b>Localização</b>            |      |              |      |
| Creixomil                     |      |              |      |
| <b>Estado de conservação</b>  |      |              |      |
| Razoável                      |      |              |      |
| <b>Estrutura da ponte</b>     |      |              |      |
| Ponte em Arco                 |      |              |      |
| Ponte em Viga                 |      |              | X    |
| Ponte em Pórtico              |      |              |      |
| <b>Material de construção</b> |      |              |      |
| Madeira                       |      |              |      |
| Pedra                         |      |              | X    |
| Betão                         |      |              |      |
| Aço                           |      |              |      |
| Concreto armado               |      |              |      |
| <b>Tipo de pavimento</b>      |      |              |      |
| Pedra                         |      |              | X    |
| Asfalto                       |      |              |      |
| Betão                         |      |              |      |
| Aço                           |      |              |      |
| Madeira                       |      |              |      |
| <b>Dimensões</b>              |      |              |      |
| Comprimento                   |      | 6,5 m        |      |
| Largura                       |      | 1,6 m        |      |
| Altura                        |      | 1,10 m       |      |
| <b>Apoios</b>                 |      |              |      |
| <b>Margens</b>                |      | <b>Leito</b> |      |
| Nº                            | 0    | Nº           | 1    |
| Altura                        | N.D. | Altura       | N.D. |
| Largura                       | N.D. | Largura      | N.D. |
| <b>Natureza do Tráfego</b>    |      |              |      |
| Rodoviária                    |      |              |      |
| Pedestres                     |      |              |      |
| Mistas                        |      | X            |      |

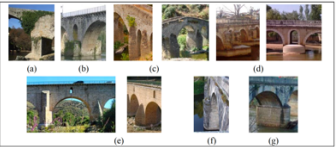
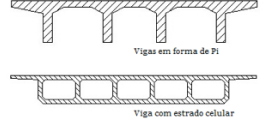
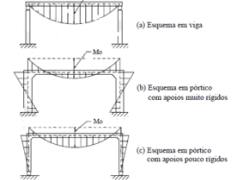
| <b>Anomalias de pontes em Arco e de Alvenaria de Pedra</b>                                                  |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Fissuras ao longo dos blocos de pedra                                                                       | X |
| Abertura nas juntas entre as pedras                                                                         | X |
| Abatimentos nos arcos                                                                                       |   |
| Elementos de pedra mais salientes                                                                           | X |
| Vegetação na alvenaria                                                                                      | X |
| Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                                                  | X |
| Degradação de blocos de pedra                                                                               |   |
| Perda da estabilidade da fundação por alteração nos leitos do rio                                           |   |
| Erosão local dos elementos da fundação                                                                      |   |
| Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos                                                | X |
| Formação de banco ou ilhas de areia                                                                         |   |
| Presença de fissuras nos pilares e/ou encontros                                                             | x |
| Deterioração com perda de material ou ausência de proteção da funda                                         |   |
| Histórico de intervenções no leito do rio de modo a proceder ao seu rebaixamento;                           |   |
| Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo;                                               |   |
| Alteração do perfil longitudinal do rio com a realização de obras (Ex: barragens, canais navegáveis, etc.); |   |
| Passagem de infraestruturas enterradas (Ex: canalizações, escavações, etc.);                                | x |
| Extração de água por meio de furos;                                                                         |   |
| <b>Anomalias em pontes de Aço e betão</b>                                                                   |   |
| Oxidação causada por humidade e/ou agentes agressivos                                                       |   |
| Deformações causadas por sobrecarga e má utilização                                                         |   |
| Deformações causadas por deficiência de contraventamento                                                    |   |
| Deformações causadas por efeitos térmicos                                                                   |   |
| Defeitos causados por efeito de incêndio                                                                    |   |
| Fissuras causadas por concentração de tensões e/ou fadiga                                                   |   |
| Defeitos da solda                                                                                           |   |
| Danos causados por colisões                                                                                 |   |

| Características do Canal                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|
| Processos Hidromorfológicos                               |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Colmatação                                                |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Assoreamento                                              |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Deposição                                                 |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Escoamento                                                | Laminar                                                                                                                               | X     |       |      |
|                                                           | Turbulento                                                                                                                            |       |       |      |
|                                                           | Nenhum                                                                                                                                |       |       |      |
| Deposição no Leito menor                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Rochoso                                                   | (Blocos/Lajes/Rocha mãe)                                                                                                              | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Grosso                                                    | ( Seixos,/Calhaus/ Cascalho/ Areias)                                                                                                  | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Fino                                                      | ( Areia/Silte/Argila)                                                                                                                 | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Deposição de Sedimentos                                   |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Imbricamento                                              |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Encouraçamento                                            |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Formação de depósitos contínuos de Sedimentos (ou barras) |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Alteração do Leito                                        |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Reforçado                                                 | Reforço artificial do leito com materiais como betão, gabiões, etc.                                                                   |       |       | x    |
| Re-ccionado                                               | Afundamento evidente do leito, aumentando a sua profundidade de forma artificial                                                      |       |       |      |
| Passagem em vau                                           | Zona regularizada de travessia permanente do leito, com pouca profundidade, composta quer por materiais, quer por materiais naturais. |       |       |      |
| Acondicionado em secção fechada                           | Sempre que o curso de água estiver acondicionado subterraneamente com manilhas ou em canais cobertos                                  |       |       |      |

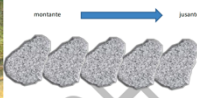
| Material Predominante nas Margens |                                                                                                                  |                                                                                     |     |   |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|
| Pedras/Seixos                     | Material pedregoso soto, com dimensões entre 6 e 25 cm(maiores que o tamanho de um punho fechado)                |                                                                                     |     | x |
| Gravilha/Areia                    | Material solto, incluindo burgau (até 6 cm de diâmetro),gravilha(2-16mm) ou areia(< 2 mm)                        |                                                                                     |     |   |
| Blocos Grandes                    | Rochas/penedos, com dimensões superiores a 25cm                                                                  |                                                                                     |     |   |
| Muita Vegetação                   |                                                                                                                  |   |     |   |
| Pouca Vegetação                   |                                                                                                                  |   |     |   |
| Materiais Artificializados        |                                                                                                                  |                                                                                     |     |   |
| Muros de pedra                    |                                                                                                                  |  |     |   |
| Proteção nas margens              | Sim                                                                                                              | Material                                                                            | Não |   |
|                                   | x                                                                                                                | pedra                                                                               |     |   |
| Com sistemas de drenagem          | Sim                                                                                                              | Não                                                                                 |     |   |
|                                   | x                                                                                                                |                                                                                     |     |   |
| Canalizações/Saneamento           | Sim                                                                                                              | Não                                                                                 |     |   |
|                                   | x                                                                                                                |                                                                                     |     |   |
| Lixo/entulhos                     | Sim                                                                                                              | Não                                                                                 |     |   |
|                                   | x                                                                                                                |                                                                                     |     |   |
| Alteração das Margens             |                                                                                                                  |                                                                                     |     |   |
| Berma artificial                  | Socalcos artificiais para permitir alagamento progressivo em caso de aumento do caudal                           |                                                                                     |     |   |
| Reperfilamento                    | Canal homogéneo, mas com sinais de ter sido alterado/homogeneizado.                                              |                                                                                     |     | x |
| Reforçada                         | Toda ou parte da marem reforçada para proteção contra a erosão, nomeadamente através de muros, enrocamentos, ETC |                                                                                     |     |   |
| Natural                           |                                                                                                                  |                                                                                     |     |   |

|                               |                                                                                                                        |   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Taludes                       |                                      |   |
| <b>Vegetação</b>              |                                                                                                                        |   |
| Ripícola                      | Formações vegetais ribeirinhas essencialmente arbóreas e arbustivas, que se estendem pelas margens dos cursos de água. | x |
| Aquática                      |                                                                                                                        | x |
| Arvores                       |                                                                                                                        |   |
| Herbáceas emergentes          | Plantas de folha larga, enraizadas no leito ou no limite do plano de água                                              |   |
| Arbustos                      |                                                                                                                        |   |
| plantas flutuantes            | Plantas que apesar de enraizadas, apresentam as folhas flutuantes, como nenúfares e potamogeton                        |   |
| Hepática/Musgos/líquenes      | Inclui vegetação submersa, quer nas zonas de respingo                                                                  |   |
| Anfíbias                      | Plantas enraizadas, no leito ou no limite do plano da água.                                                            |   |
| <b>Uso do solo</b>            |                                                                                                                        |   |
| Agrícola                      |                                                                                                                        | x |
| Urbanizado de alta densidade  |                                                                                                                        | x |
| Urbanizado de baixa densidade |                                                                                                                        |   |
| Industrial                    |                                                                                                                        | x |
| Artificial                    |                                                                                                                        | x |
| Natural                       |                                                                                                                        |   |
| Despido                       |                                                                                                                        |   |
| Pouca Vegetação               |                                                                                                                        |   |
| Muita Vegetação               |                                                                                                                        |   |

Fichas de campo da Ponte 44 – Rio Selho

|                               |                                                                                    |              |      |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------|
| <b>Ponte 44</b>               |                                                                                    |              |      |
| <b>Localização</b>            |                                                                                    |              |      |
| Creixomil                     |                                                                                    |              |      |
| <b>Estado de conservação</b>  |                                                                                    |              |      |
| Razoável                      |                                                                                    |              |      |
| <b>Estrutura da ponte</b>     |                                                                                    |              |      |
| Ponte em Arco                 |  |              | X    |
| Ponte em Viga                 |  |              |      |
| Ponte em Pórtico              |  |              |      |
| <b>Material de construção</b> |                                                                                    |              |      |
| Madeira                       |                                                                                    |              |      |
| Pedra                         |                                                                                    |              | X    |
| Betão                         |                                                                                    |              |      |
| Aço                           |                                                                                    |              |      |
| Concreto armado               |                                                                                    |              |      |
| <b>Tipo de pavimento</b>      |                                                                                    |              |      |
| Pedra                         |                                                                                    |              | X    |
| Asfalto                       |                                                                                    |              |      |
| Betão                         |                                                                                    |              |      |
| Aço                           |                                                                                    |              |      |
| Madeira                       |                                                                                    |              |      |
| <b>Dimensões</b>              |                                                                                    |              |      |
| Comprimento                   |                                                                                    | 22 m         |      |
| Largura                       |                                                                                    | 3,5 m        |      |
| Altura                        |                                                                                    | 2 m          |      |
| <b>Apoios</b>                 |                                                                                    |              |      |
| <b>Margens</b>                |                                                                                    | <b>Leito</b> |      |
| Nº                            | 2                                                                                  | Nº           | 2    |
| Altura                        | N.D.                                                                               | Altura       | N.D. |
| Largura                       | N.D.                                                                               | Largura      | N.D. |
| <b>Natureza do Tráfego</b>    |                                                                                    |              |      |
| Rodoviária                    |                                                                                    |              |      |
| Pedestres                     |                                                                                    |              |      |
| Mistas                        |                                                                                    | X            |      |

| <b>Anomalias de pontes em Arco e de Alvenaria de Pedra</b>                                                  |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Fissuras ao longo dos blocos de pedra                                                                       |   |
| Abertura nas juntas entre as pedras                                                                         | x |
| Abatimentos nos arcos                                                                                       |   |
| Elementos de pedra mais salientes                                                                           | x |
| Vegetação na alvenaria                                                                                      | x |
| Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                                                  |   |
| Degradação de blocos de pedra                                                                               | x |
| Perda da estabilidade da fundação por alteração nos leitos do rio                                           | x |
| Erosão local dos elementos da fundação                                                                      | x |
| Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos                                                | x |
| Formação de banco ou ilhas de areia                                                                         | x |
| Presença de fissuras nos pilares e/ou encontros                                                             |   |
| Deterioração com perda de material ou ausência de proteção da fundação                                      |   |
| Histórico de intervenções no leito do rio de modo a proceder ao seu rebaixamento;                           | x |
| Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo;                                               |   |
| Alteração do perfil longitudinal do rio com a realização de obras (Ex: barragens, canais navegáveis, etc.); |   |
| Passagem de infraestruturas enterradas (Ex: canalizações, escavações, etc.);                                | x |
| Extração de água por meio de furos;                                                                         |   |
| <b>Anomalias em pontes de Aço e betão</b>                                                                   |   |
| Oxidação causada por humidade e/ou agentes agressivos                                                       |   |
| Deformações causadas por sobrecarga e má utilização                                                         |   |
| Deformações causadas por deficiência de contraventamento                                                    |   |
| Deformações causadas por efeitos térmicos                                                                   |   |
| Defeitos causados por efeito de incêndio                                                                    |   |
| Fissuras causadas por concentração de tensões e/ou fadiga                                                   |   |
| Defeitos da solda                                                                                           |   |
| Danos causados por colisões                                                                                 |   |

| Características do Canal                                  |                                                                                                                                                                         |       |       |      |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|
| Processos Hidromorfológicos                               |                                                                                                                                                                         |       |       |      |
| Colmatação                                                |                                                                                                                                                                         | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                                                         |       | x     |      |
| Assoreamento                                              |                                                                                                                                                                         | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                                                         | x     |       |      |
| Deposição                                                 |                                                                                                                                                                         | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                                                         | x     |       |      |
| Escoamento                                                | Laminar                                                                                                                                                                 | x     |       |      |
|                                                           | Turbulento                                                                                                                                                              |       |       |      |
|                                                           | Nenhum                                                                                                                                                                  |       |       |      |
| Deposição no Leito menor                                  |                                                                                                                                                                         |       |       |      |
| Rochoso                                                   | (Blocos/Lajes/Rocha mãe)                                                                                                                                                | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                                                         |       |       | x    |
| Grosso                                                    | ( Seixos,/Calhaus/ Cascalho/ Areias)                                                                                                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                                                         |       |       | x    |
| Fino                                                      | ( Areia/Silte/Argila)                                                                                                                                                   | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                                                         | x     |       |      |
| Deposição de Sedimentos                                   |                                                                                                                                                                         |       |       |      |
| Imbricamento                                              |   | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                                                         |       |       | x    |
| Encouraçamento                                            |   | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                                                         |       |       | x    |
| Formação de depósitos contínuos de Sedimentos (ou barras) |   | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                                                         |       |       | x    |
| Alteração do Leito                                        |                                                                                                                                                                         |       |       |      |
| Reforçado                                                 | Reforço artificial do leito com materiais como betão, gabiões, etc.                                                                                                     |       |       |      |
| Re-ccionado                                               | Afundamento evidente do leito, aumentando a sua profundidade de forma artificial                                                                                        |       |       | x    |
| Passagem em vau                                           | Zona regularizada de travessia permanente do leito, com pouca profundidade, composta quer por materiais, quer por materiais naturais.                                   |       |       |      |
| Acondicionado em secção fechada                           | Sempre que o curso de água estiver acondicionado subterraneamente com manilhas ou em canais cobertos                                                                    |       |       |      |

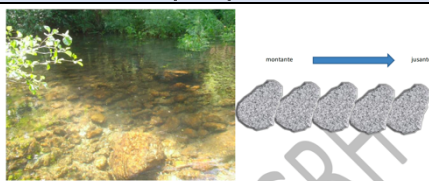
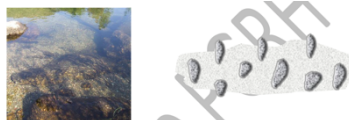
| Material Predominante nas Margens |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Pedras/Seixos                     | Material pedregoso soto, com dimensões entre 6 e 25 cm(maiores que o tamanho de um punho fechado)                |                                                                                     | x   |
| Gravilha/Areia                    | Material solto, incluindo burgau (até 6 cm de diâmetro),gravilha(2-16mm) ou areia(< 2 mm)                        |                                                                                     |     |
| Blocos Grandes                    | Rochas/penedos, com dimensões superiores a 25cm                                                                  |                                                                                     |     |
| Muita Vegetação                   |                                                                                                                  |   | x   |
| Pouca Vegetação                   |                                                                                                                  |   |     |
| Materiais Artificializados        |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Muros de pedra                    |                                                                                                                  |  | x   |
| Proteção nas margens              | Sim                                                                                                              | Material                                                                            | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Com sistemas de drenagem          | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   | x                                                                                                                |                                                                                     |     |
| Canalizações/Saneamento           | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   |                                                                                                                  |                                                                                     | x   |
| Lixo/entulhos                     | Sim                                                                                                              |                                                                                     | Não |
|                                   | x                                                                                                                |                                                                                     |     |
| Alteração das Margens             |                                                                                                                  |                                                                                     |     |
| Berma artificial                  | Socalcos artificiais para permitir alagamento progressivo em caso de aumento do caudal                           |                                                                                     |     |
| Reperfilamento                    | Canal homogéneo, mas com sinais de ter sido alterado/homogeneizado.                                              |                                                                                     | x   |
| Reforçada                         | Toda ou parte da marem reforçada para proteção contra a erosão, nomeadamente através de muros, enrocamentos, ETC |                                                                                     |     |
| Natural                           |                                                                                                                  |                                                                                     |     |

|                               |                                                                                                                        |   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Taludes                       |                                      |   |
| <b>Vegetação</b>              |                                                                                                                        |   |
| Ripícola                      | Formações vegetais ribeirinhas essencialmente arbóreas e arbustivas, que se estendem pelas margens dos cursos de água. | x |
| Aquática                      |                                                                                                                        |   |
| Arvores                       |                                                                                                                        | x |
| Herbáceas emergentes          | Plantas de folha larga, enraizadas no leito ou no limite do plano de água                                              |   |
| Arbustos                      |                                                                                                                        |   |
| plantas flutuantes            | Plantas que apesar de enraizadas, apresentam as folhas flutuantes, como nenúfares e potamogeton                        |   |
| Hepática/Musgos/líquenes      | Inclui vegetação submersa, quer nas zonas de respingo                                                                  |   |
| Anfíbias                      | Plantas enraizadas, no leito ou no limite do plano da água.                                                            |   |
| <b>Uso do solo</b>            |                                                                                                                        |   |
| Agrícola                      |                                                                                                                        | x |
| Urbanizado de alta densidade  |                                                                                                                        | x |
| Urbanizado de baixa densidade |                                                                                                                        |   |
| Industrial                    |                                                                                                                        |   |
| Artificial                    |                                                                                                                        |   |
| Natural                       |                                                                                                                        |   |
| Despido                       |                                                                                                                        |   |
| Pouca Vegetação               |                                                                                                                        |   |
| Muita Vegetação               |                                                                                                                        |   |

Fichas de campo da Ponte 66 – Rio Selho

|                               |      |              |      |
|-------------------------------|------|--------------|------|
| <b>Ponte 66</b>               |      |              |      |
| <b>Localização</b>            |      |              |      |
| Gondar                        |      |              |      |
| <b>Estado de conservação</b>  |      |              |      |
| Mau                           |      |              |      |
| <b>Estrutura da ponte</b>     |      |              |      |
| Ponte em Arco                 |      |              | X    |
| Ponte em Viga                 |      |              |      |
| Ponte em Pórtico              |      |              |      |
| <b>Material de construção</b> |      |              |      |
| Madeira                       |      |              |      |
| Pedra                         |      |              | X    |
| Betão                         |      |              |      |
| Aço                           |      |              |      |
| Concreto armado               |      |              |      |
| <b>Tipo de pavimento</b>      |      |              |      |
| Pedra                         |      |              | X    |
| Asfalto                       |      |              |      |
| Betão                         |      |              |      |
| Aço                           |      |              |      |
| Madeira                       |      |              |      |
| <b>Dimensões</b>              |      |              |      |
| Comprimento                   |      | 18,5 m       |      |
| Largura                       |      | 3,8 m        |      |
| Altura                        |      | 2,7 m        |      |
| <b>Apoios</b>                 |      |              |      |
| <b>Margens</b>                |      | <b>Leito</b> |      |
| Nº                            | 2    | Nº           | 1    |
| Altura                        | N.D. | Altura       | N.D. |
| Largura                       | N.D. | Largura      | N.D. |
| <b>Natureza do Tráfego</b>    |      |              |      |
| Rodoviária                    |      |              |      |
| Pedestres                     |      | X            |      |
| Mistas                        |      |              |      |

| <b>Anomalias de pontes em Arco e de Alvenaria de Pedra</b>                                                  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Fissuras ao longo dos blocos de pedra                                                                       |  |
| Abertura nas juntas entre as pedras                                                                         |  |
| Abatimentos nos arcos                                                                                       |  |
| Elementos de pedra mais salientes                                                                           |  |
| Vegetação na alvenaria                                                                                      |  |
| Erosão nos leitos dos rios junto aos montantes intermédios                                                  |  |
| Degradação de blocos de pedra                                                                               |  |
| Perda da estabilidade da fundação por alteração nos leitos do rio                                           |  |
| Erosão local dos elementos da fundação                                                                      |  |
| Presença de depósitos de pedras ou de outro tipo de detritos                                                |  |
| Formação de banco ou ilhas de areia                                                                         |  |
| Presença de fissuras nos pilares e/ou encontros                                                             |  |
| Deterioração com perda de material ou ausência de proteção da funda                                         |  |
| Histórico de intervenções no leito do rio de modo a proceder ao seu rebaixamento;                           |  |
| Alteração significativa da secção de vazão ao longo do tempo;                                               |  |
| Alteração do perfil longitudinal do rio com a realização de obras (Ex: barragens, canais navegáveis, etc.); |  |
| Passagem de infraestruturas enterradas (Ex: canalizações, escavações, etc.);                                |  |
| Extração de água por meio de furos;                                                                         |  |
| <b>Anomalias em pontes de Aço e betão</b>                                                                   |  |
| Oxidação causada por humidade e/ou agentes agressivos                                                       |  |
| Deformações causadas por sobrecarga e má utilização                                                         |  |
| Deformações causadas por deficiência de contraventamento                                                    |  |
| Deformações causadas por efeitos térmicos                                                                   |  |
| Defeitos causados por efeito de incêndio                                                                    |  |
| Fissuras causadas por concentração de tensões e/ou fadiga                                                   |  |
| Defeitos da solda                                                                                           |  |
| Danos causados por colisões                                                                                 |  |

| Características do Canal                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|
| Processos Hidromorfológicos                               |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Colmatação                                                |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Assoreamento                                              |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Deposição                                                 |                                                                                                                                       | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Escoamento                                                | Laminar                                                                                                                               |       |       |      |
|                                                           | Turbulento                                                                                                                            | x     |       |      |
|                                                           | Nenhum                                                                                                                                |       |       |      |
| Deposição no Leito menor                                  |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Rochoso                                                   | (Blocos/Lajes/Rocha mãe)                                                                                                              | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Grosso                                                    | ( Seixos,/Calhaus/ Cascalho/ Areias)                                                                                                  | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Fino                                                      | ( Areia/Silte/Argila)                                                                                                                 | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       | x     |       |      |
| Deposição de Sedimentos                                   |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Imbricamento                                              |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       | x     |      |
| Encouraçamento                                            |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Formação de depósitos contínuos de Sedimentos (ou barras) |                                                    | Muito | Pouco | Nulo |
|                                                           |                                                                                                                                       |       |       | x    |
| Alteração do Leito                                        |                                                                                                                                       |       |       |      |
| Reforçado                                                 | Reforço artificial do leito com materiais como betão, gabiões, etc.                                                                   |       |       |      |
| Re-cecionado                                              | Afundamento evidente do leito, aumentando a sua profundidade de forma artificial                                                      |       |       | x    |
| Passagem em vau                                           | Zona regularizada de travessia permanente do leito, com pouca profundidade, composta quer por materiais, quer por materiais naturais. |       |       |      |
| Acondicionado em secção fechada                           | Sempre que o curso de água estiver acondicionado subterraneamente com manilhas ou em canais cobertos                                  |       |       |      |

| Material Predominante nas Margens |                                                                                                                  |                                                                                     |     |   |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|
| Pedras/Seixos                     | Material pedregoso soto, com dimensões entre 6 e 25 cm(maiores que o tamanho de um punho fechado)                |                                                                                     |     | x |
| Gravilha/Areia                    | Material solto, incluindo burgau (até 6 cm de diâmetro),gravilha(2-16mm) ou areia(< 2 mm)                        |                                                                                     |     | x |
| Blocos Grandes                    | Rochas/penedos, com dimensões superiores a 25cm                                                                  |                                                                                     |     |   |
| Muita Vegetação                   |                                                                                                                  |   |     |   |
| Pouca Vegetação                   |                                                                                                                  |   |     | x |
| Materiais Artificializados        |                                                                                                                  |                                                                                     |     |   |
| Muros de pedra                    |                                                                                                                  |  |     | x |
| Proteção nas margens              | Sim                                                                                                              | Material                                                                            | Não |   |
|                                   | x                                                                                                                | pedra                                                                               |     |   |
| Com sistemas de drenagem          | Sim                                                                                                              | Não                                                                                 |     |   |
|                                   |                                                                                                                  | x                                                                                   |     |   |
| Canalizações/Saneamento           | Sim                                                                                                              | Não                                                                                 |     |   |
|                                   |                                                                                                                  | x                                                                                   |     |   |
| Lixo/entulhos                     | Sim                                                                                                              | Não                                                                                 |     |   |
|                                   | x                                                                                                                |                                                                                     |     |   |
| Alteração das Margens             |                                                                                                                  |                                                                                     |     |   |
| Berma artificial                  | Socalcos artificiais para permitir alagamento progressivo em caso de aumento do caudal                           |                                                                                     |     | x |
| Reperfilamento                    | Canal homogéneo, mas com sinais de ter sido alterado/homogeneizado.                                              |                                                                                     |     |   |
| Reforçada                         | Toda ou parte da marem reforçada para proteção contra a erosão, nomeadamente através de muros, enrocamentos, ETC |                                                                                     |     | x |
| Natural                           |                                                                                                                  |                                                                                     |     |   |

|                               |                                                                                                                        |   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Taludes                       |                                      |   |
| <b>Vegetação</b>              |                                                                                                                        |   |
| Ripícola                      | Formações vegetais ribeirinhas essencialmente arbóreas e arbustivas, que se estendem pelas margens dos cursos de água. |   |
| Aquática                      |                                                                                                                        |   |
| Arvores                       |                                                                                                                        |   |
| Herbáceas emergentes          | Plantas de folha larga, enraizadas no leito ou no limite do plano de água                                              |   |
| Arbustos                      |                                                                                                                        |   |
| plantas flutuantes            | Plantas que apesar de enraizadas, apresentam as folhas flutuantes, como nenúfares e potamogeton                        |   |
| Hepática/Musgos/líquenes      | Inclui vegetação submersa, quer nas zonas de respingo                                                                  |   |
| Anfíbias                      | Plantas enraizadas, no leito ou no limite do plano da água.                                                            |   |
| <b>Uso do solo</b>            |                                                                                                                        |   |
| Agrícola                      |                                                                                                                        | x |
| Urbanizado de alta densidade  |                                                                                                                        |   |
| Urbanizado de baixa densidade |                                                                                                                        | x |
| Industrial                    |                                                                                                                        |   |
| Artificial                    |                                                                                                                        |   |
| Natural                       |                                                                                                                        | x |
| Despido                       |                                                                                                                        |   |
| Pouca Vegetação               |                                                                                                                        |   |
| Muita Vegetação               |                                                                                                                        |   |