

**João Filipe Monteiro da Costa**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DO RIO  
SOUSA E RECUPERAÇÃO DA SUA GALERIA  
RIPÍCOLA NO PARQUE DAS SERRAS DO PORTO**

Orientadora: Professora Doutora Anabela Gonçalves Cruces

Coorientador: Doutor Pedro Miguel Teiga

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias**  
**Faculdade de Engenharia**

**Lisboa**  
**2021**

**João Filipe Monteiro da Costa**

# **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DO RIO SOUSA E RECUPERAÇÃO DA SUA GALERIA RIPÍCOLA NO PARQUE DAS SERRAS DO PORTO**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente no curso de Mestrado em Engenharia do Ambiente, conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

Orientadora: Professora Doutora Anabela Gonçalves Cruces

Coorientador: Doutor Pedro Miguel Teiga

Nomeação do júri pelo despacho nº 198/2021 com a seguinte composição:

Presidente: Prof<sup>a</sup> Doutora Cândida Leonor Pinto Rocha – ULHT

Arguente: Prof<sup>a</sup> Doutora Susana Maria Abreu Dias – ISA/UL

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Doutora Anabela Gonçalves Cruces -ULHT

Data da defesa: 28 de junho de 2021

VERSÃO FINAL

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias**

**Faculdade de Engenharia**

**Lisboa  
2021**



**“Nunca tivemos tamanha consciência do que estamos a fazer com o Planeta,  
e jamais tivemos tanto poder para fazer algo sobre isso”**

David Attenborough

# Agradecimentos

Ao longo dos anos e do meu ainda jovem percurso na área ambiental, foram bastantes as pessoas que vieram, deixaram um pouco de si e ajudaram a que eu fosse um pouco mais além. Tudo o que consegui, não o devo só a mim, mas a todos que felizmente me rodearam de sinais positivos para seguir cada dia mais e melhor.

Doze anos separam o meu primeiro encontro com o ambiente por opção própria, com o culminar da entrega da minha dissertação de mestrado. Formação em qualidade ambiental, licenciatura em ciências e tecnologia do ambiente, trabalho em prospeção mineira, trabalho como técnico superior na câmara municipal de Paredes e o mestrado em engenharia do ambiente. Só nestas passagens quantos passaram por mim e me moldaram? Quantos me ajudaram a ver no ambiente mais do que uma oportunidade, mas uma forma de estar na vida? Quantos me fizeram apaixonar cada vez mais pela área? Quantos me fizeram levantar cada dia com alegria e entusiasmo porque ia trabalhar naquilo que gostava?

São todos esses que estão implicitamente neste trabalho, muitos sem imaginar que hoje ao escrever este texto me estava a lembrar deles, muitos nem sabem que me marcaram de uma ou outra forma, mas não esqueço nada do que fizeram por mim. Não os posso nomear a todos pela injustiça de poder falhar alguém, mas alguns terei de o fazer. A professora Olivia Pena que desde o meu 7º ano me despertou o interesse pelas ciências naturais e que a partir desse momento passou a ser a minha disciplina preferida.

Ao professor Alexandre Lima, a quem agradeço muito, tudo o que fez por mim, e por ser o principal responsável para que eu pudesse ingressar no mercado de trabalho logo após o término da licenciatura. A sua motivação contagiante, a sua determinação, confiança, amizade e lealdade foram determinantes.

Ao Daniel James, COO da Medgold Resources, por ter acreditado em mim. Foi muito mais que meu chefe, muito mais que diretor da empresa que me deu a primeira oportunidade, foi sem dúvida um amigo que me fez acreditar em mim próprio desde o primeiro dia. Um frágil recém-licenciado que mal falava inglês apresenta-se numa entrevista de emprego numa empresa inglesa com o inglês como língua oficial e quando tudo parece ter corrido mal ele diz que ia ficar a trabalhar com ele. Desencadeou-se um processo de partilha, confiança, responsabilidade, trabalho de equipa, bom ambiente de trabalho, uma equipa fantástica que guardarei para sempre comigo e todas as

oportunidades que me deu e que me lançou a fazer ciência cada dia que me levantava para trabalhar. Sem dúvida um dos pilares na minha carreira que terei para sempre muita gratidão.

Ao Dr. Alexandra Almeida que também acreditou em mim, mesmo sem conhecer o meu trabalho, deu-me a oportunidade de desempenhar o meu cargo como técnico superior na Câmara Municipal de Paredes e que desde o primeiro momento que lhe falei em realizar o mestrado, sempre me apoiou em tudo o que precisei. Inteiramente grato pela oportunidade de ser feliz a trabalhar. Feliz pela oportunidade de juntar na mesma equação meio ambiente, sensibilização ambiental, recursos naturais, e muitos outros temas que estou ligado desde o primeiro dia que agarrei este trabalho.

Tenho muitos mais pilares que foram sempre fundamentais, aqueles que estavam todos os dias lá, nos bons momentos e nos menos bons durante a formação académica, nos momentos em que fomos a estrutura um do outro, nas vezes em que festejamos juntos, choramos juntos, partilhamos juntos as conquistas um do outro e ficamos amigos para a vida, não podia deixar de nomear a Cristiana Mota por ter feito parte desta longa caminhada e por saber o significado de cada palavra que aqui escrevi.

Aos amigos que fiz no trabalho e que foram, são e serão referências para a minha vida por tudo o que fomos e vamos partilhando dia após dia, Patrícia Santos, Filipe Valente, Rui Frutuoso, Patrícia Almeida, Catarina Nogueira, e a todos os outros obrigado por cada momento.

Aos meus orientadores, professora Doutora Anabela Cruces e ao Doutor Pedro Teira, pela motivação, ajuda e experiência que me foram transmitindo e até por me terem assustado logo no primeiro dia sobre o que aí vinha, pois só assim me fez tomar uma atitude bastante metódica, e que mesmo neste ano tão difícil e tão atípico que vivemos, consegui chegar ao fim deste desafio de cabeça erguida.

A quem tornou o meu mestrado possível, professor Luís Alves, que acreditou na possibilidade de eu poder realizar o mestrado mesmo estado muitas vezes longe e a fazer um esforço enorme para estar ligado. A ele que mesmo sem me conhecer confiou quando lhe disse que faria tudo o que estivesse ao meu alcance para conseguir atingir todos os objetivos como aluno mesmo à distância e com a desvantagem de estar por minha conta, mas onde isso em vez de me fazer desmoronar, me deu ainda mais força para superar cada obstáculo. Bruno Dionísio parte disto também é teu, que sempre pude contar com o teu apoio, com a tua ajuda e com a tua amizade e só assim se tornou um caminho menos pedregoso.

Os amigos são sempre aquela força extra que nos ajudam a superar tudo, aquela força que não nos permite nunca sentir o cheiro do chão, responsáveis pelas mensagens de “tu consegues”, “tu vais conseguir”, “despacha lá isso”, “ainda não está pronto?”, “tu consegues tudo”, “vai ser fácil”, e de facto até parece fácil quando se tem amigos assim. Desculpem-me todos os outros, mas obrigado por tudo em cada dia que me motivaram a levar esta minha loucura para a frente, Sara Neto, Cristiana Leal, Moisés Cruz, Marlene Gomes, João Oliveira, Clara Ferreira, Marina Sousa, Ricardo Reis, Ana Coelho, Isa Guimarães, Paula Barbosa, João Pinto, Francisco Sousa, Bruno Ribeiro e todos os outros que estiveram sempre lá.

A minha família mais chegada que além de muitos outros pilares na minha vida, tanto emocional como afetiva, foram sempre os responsáveis pela pessoa que sou e por ter sempre acreditado ser possível, a minha irmã, cunhado, sobrinho, afilhados, sogros e em especial a minha mãe, que sem dúvida se não fosse ela nada do que conquistei até hoje, teria sido possível conquistar. Alguém que acredita sempre muito mais em mim do que eu em mim próprio, alguém que transcende tudo para que nunca me falte motivação para conseguir cada objetivo da minha vida, a ti mãe devo-te tudo o que sou e tudo o que consegui até hoje.

Deixo uma palavra especial de agradecimento à minha esposa, sei que a minha inquietante conformação à tranquilidade não é fácil de se lidar, tenho de estar constantemente com projetos, trabalhos, formações, e só alguém muito especial como ela torna capaz que tudo possa acontecer em simultâneo sem nunca me julgar nem cobrar um único minuto. Demonstração de um amor de já uns anos é aprender a sonhar com os sonhos um do outro e agradecer de coração por me teres demonstrado cada dia que os meus sonhos eram também os teus sonhos e que nunca me tiraste a oportunidade de sonhar. Só assim consigo superar cada nível desta caminhada que já caminhamos juntos já há mais de 15 anos e me dás a oportunidade de te fazer feliz cada dia tal como me fazes a mim.

Para terminar, tenho a referenciar o meu filho que mesmo sem saber de nada disto, foi sempre a minha grande motivação para concluir este trabalho dentro do tempo previsto, e para que não o deixasse para depois, porque depois de nascer, passa a ser a minha grande prioridade e esta dissertação poderia nunca chegar a ser acabada.

A todos que colaboraram de uma ou de outra forma para tudo isto ser possível, a todos que acreditaram em mim, e a todos que mostraram o seu apoio incondicional ao longo de toda esta caminhada, o meu sincero obrigado.

# Resumo

O conhecimento de um rio e da sua galeria ripícola é fundamental para propor uma estratégia de recuperação. Restituir as funções vitais de interação e suporte que albergam a vida de inúmeras espécies animais e vegetais dependentes da qualidade das águas, dos sedimentos e das galerias ripícolas, é uma forma de contribuir para o funcionamento dos ecossistemas fluviais.

Na execução deste trabalho, foram traçados objetivos na medida de ser possível realizar uma revisão bibliográfica e a pesquisa diagnóstico de um troço do Rio Sousa, num sector correspondente ao território do Parque das Serras do Porto, na freguesia de Aguiar de Sousa. Para esta área de estudo foi caracterizado e avaliado o estado atual da qualidade da água nas suas vertentes físicas, químicas e microbiológicas, o estado da galeria ribeirinha, analisados os sedimentos de fundo para perceber a possível contaminação depositada ao longo do curso do rio, avaliado o estado da galeria ripícola e analisadas as margens do rio com recurso a fotografias aéreas obtidas ao longo de vários anos. Também se investigaram soluções de recuperação recorrendo à bioengenharia, à remoção das espécies invasoras e à reflorestação com autóctones, procurando conjugar soluções para a galeria ripícola, para o rio e para a sociedade.

Para tal, foram definidos quatro pontos de amostragem, um no ponto mais a montante e outro mais a jusante na área de estudo e dois pontos intermédios, distribuídos na área de estudo com a finalidade de monitorizar e recolher amostras de água, recolha de sedimentos de fundo e aplicar o índice da qualidade dos bosques ribeirinhos (QBR). Deste modo tornou-se possível avaliar o estado ambiental do curso de água no Parque das Serras do Porto e apontar estratégias de recuperação adaptadas aos resultados encontrados.

Os resultados demonstraram uma qualidade físico-química boa na maioria dos pontos analisados, com apenas valores superiores aos de referência para o parâmetro dos nitratos. O mesmo se pode apontar à qualidade microbiológica, onde apenas os valores para o parâmetro dos coliformes totais se apresentaram superiores ao valor de referência. A avaliação dos sedimentos revela a presença de arsénio como o único elemento com valores superiores aos valores de referência. Em relação à galeria ripícola, diferem os pontos de amostragem entre qualidade deficiente, pela forte alteração, até à categoria de ligeiramente perturbada, encontrada no ponto de

amostragem mais a jusante. A análise da fotografia aérea permitiu identificar nalguns pontos importantes, o recuo da população das margens do rio e o avanço das espécies invasoras, que hoje dominam a paisagem de grandes áreas de terreno na área de estudo.

A realização deste estudo, permitiu encontrar elementos fundamentais para apontar uma estratégia de recuperação da galeria ripícola e ao mesmo tempo aproximar a população ao rio, uma vez que a qualidade ambiental estudada revela potencialidade na linha de água e justifica uma séria aposta nesse setor fluvial de forma a garantir o bom funcionamento do ecossistema.

**Palavras-Chave:** Rio Sousa, monitorização, água, sedimentos, recuperação ribeirinha.

# Abstract

The understanding of a river and its riparian forest is fundamental to propose a recovery strategy. Restore vital functions of interaction and support hosting the lives of countless animal and plant species dependent on the water quality, sediments and riparian galleries, it is a way to contribute to the functioning of river ecosystems.

For this work, objectives were outlined in order to carry out a bibliographic review and diagnostic research of a section of the Sousa River, in a sector within Serras do Porto Park, in the parish of Aguiar de Sousa. In this study area, it was characterized and evaluated the quality of the riverine forest and the actual water quality level in its chemical and microbiological aspects, analysed the riverbed sediments to understand the possible contamination deposited along the river course, evaluated the quality of the riparian forest and analysed the riverbanks using aerial photographs captured over several years. Recovery solutions were also investigated using bioengineering, the removal of invasive species and reforestation with native species, seeking to combine solutions for the riparian forest, the river and society. To achieve this, four sampling points were defined distributed through the study area with the purpose of monitoring and collecting water samples, collecting riverbed sediments and applying the quality index of riverside forests (QBR). Thus, it became possible to assess the environmental status of the watercourse in Serras do Porto Park and to point out recovery strategies adapted to the results found.

The results showed a good physical-chemical quality in most of the analysed sampling points, with just higher than the reference values for the parameter nitrate. The same can be said for microbiological quality, where only the values for the parameter of total coliforms are present above the reference value. The evaluation of the riverbed sediments reveals the presence of arsenic as the only element with values higher than the reference values. Regarding the riparian forest, the sampling points differ between poor quality, by a strong alteration, up to the category of slightly disturbed, found in the sampling point further downstream. The aerial photography analysis, identified in some important areas, the decline of the population on the riverbanks and the advance of invasive species, which today dominate the landscape of large areas in the study area.

This study allowed to find key elements to point a recovery strategy of riparian forest and at the same time bringing the population closer to the river, since the environmental study reveals

potential in the water line and justifies a serious investment in this river sector to ensure the proper functioning of the ecosystem.

**Keywords:** River Sousa, monitoring, water, sediment, river recovery.

# Abreviaturas, Siglas e Símbolos

UE – União Europeia

DQA – Diretiva Quadro da Água

INAG – Instituto Nacional da Água

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

QBR – Qualidade dos Bosques Ribeirinhos

IQA – Índice da Qualidade da Água

OD – Oxigénio Dissolvido

TDS – Sólidos Dissolvidos Totais

COT – Carbono Orgânico Total

CBO<sub>5</sub> – Carência Bioquímica de Oxigénio

CQO – Carência Química de Oxigénio

PCB's - Bifenilos Policlorados

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

UFC – Unidades Formadoras de Colónias

VLR – Valor Máximo Recomendado

PCB – Policlorobifenilos

PAH – Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos

ZCI – Zona Centro Ibérica

TEM – Técnicas de Engenharia Natural

# Índice

## Conteúdo

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Parte 1 – Introdução e Enquadramento .....                                         | 18 |
| 1.1 Introdução .....                                                               | 18 |
| 1.1.1 Motivação.....                                                               | 19 |
| 1.1.2 Questão de Partida.....                                                      | 20 |
| 1.1.3 Objetivos da dissertação .....                                               | 21 |
| 1.1.4 Diagrama estrutural e organização da dissertação .....                       | 22 |
| 1.2 Estado da Arte .....                                                           | 23 |
| 1.2.1 Galerias Ripícolas – Contextualização e principais funções .....             | 23 |
| 1.2.1.1 Principais problemas das galerias ripícolas .....                          | 26 |
| 1.2.1.2 Vegetação ripícola em Portugal – Breve síntese.....                        | 28 |
| 1.2.1.3 Principais problemas das plantas invasoras nas galerias ripícolas.....     | 29 |
| 1.2.2 Qualidade ambiental das linhas de água .....                                 | 34 |
| 1.2.2.1 Qualidade da água e análise dos sedimentos – Diretiva Quadro da Água (DQA) | 35 |
| 1.2.3 Estado Ecológico.....                                                        | 37 |
| 1.2.4 Bacia hidrográfica do Rio Sousa .....                                        | 39 |
| 1.2.4.1 Enquadramento geográfico.....                                              | 40 |
| 1.2.4.2 Altimetria e Rede Hidrográfica .....                                       | 43 |
| 1.2.4.3 Enquadramento Geográfico da área de estudo .....                           | 45 |
| 1.2.4.4 Enquadramento Geológico .....                                              | 47 |
| 1.2.4.5 Principais fontes de poluição com maior peso na qualidade ambiental .....  | 49 |
| 1.3 Conceitos.....                                                                 | 54 |
| Parte 2 – Metodologia Geral.....                                                   | 56 |
| 2.1 Pesquisa bibliográfica de diagnostico da área de estudo .....                  | 56 |
| 2.2 Metodologia geral adotada.....                                                 | 66 |
| 2.3 Trabalho de Campo .....                                                        | 70 |
| 2.4 Trabalho de Laboratório.....                                                   | 74 |
| Parte 3 – Resultados e discussão – Caraterização ambiental da área de estudo ..... | 77 |
| 3.1 Caraterização do troço de Rio Sousa alvo de estudo .....                       | 77 |
| 3.1.2 Descrição sumária dos pontos de amostragem .....                             | 77 |
| 3.1.2.1 Ponto J_RS1 - Ponte de Alvres .....                                        | 77 |
| 3.1.2.2 Ponto J_RS2 – Senhora do Salto.....                                        | 79 |

|                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1.2.3 Ponto J_RS3 – Moinhos.....                                                                                 | 80  |
| 3.1.2.4 Ponto J_RS4 – Foz Ribeira da Cadela.....                                                                   | 81  |
| 3.1.3 Caraterização Físico-química.....                                                                            | 82  |
| 3.1.4 Caraterização Microbiológica.....                                                                            | 86  |
| 3.1.5 Sedimentos de fundo .....                                                                                    | 87  |
| 3.1.5.1 Caracterização sedimentológica .....                                                                       | 87  |
| 3.1.5.2 Caracterização composicional (química).....                                                                | 93  |
| 3.1.6 Caraterização da Galeria Ripícola.....                                                                       | 98  |
| 3.1.7 Caraterização das margens do rio recorrendo a fotografia aérea ao longo dos anos<br>101                      |     |
| 3.1.8 Atividades e ações desenvolvidas para melhoramento da área de estudo.....                                    | 107 |
| Parte 4 – Proposta de medidas de intervenção com vista à recuperação e melhoria fluvial da<br>área de estudo ..... | 113 |
| 4.1 Proposta de plano de intervenção e de recuperação da galeria ripícola.....                                     | 114 |
| 4.1.1 Limpeza, corte seletivo e podas de formação.....                                                             | 114 |
| 4.1.2 Contenção das plantas invasoras e reposição de autóctones .....                                              | 117 |
| 4.1.3 Técnicas de Engenharia Natural .....                                                                         | 121 |
| 4.1.4 Planificação dos trabalhos.....                                                                              | 129 |
| 4.2 Proposta de plano de sensibilização ambiental .....                                                            | 131 |
| Parte 5 – Conclusões e Perspetivas Futuras.....                                                                    | 133 |
| Parte 6 – Bibliografia .....                                                                                       | 137 |
| Parte 7 – Anexos.....                                                                                              | 142 |

# Índice de Figuras

|                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Diagrama estrutural da dissertação .....                                                                                                                                                                                                       | 23 |
| Figura 2: Principais etapas de um processo de invasão biológica (Fonte: Marchante et al, 2014) .....                                                                                                                                                     | 31 |
| Figura 3: Espécies invasoras de vegetação usado no diagnóstico fluvial (Fonte: invasoras.pt, consultado em 17/04/2020) .....                                                                                                                             | 32 |
| Figura 4: Modelo conceptual das interações entre os sedimentos e as linhas de água (Fonte: adaptado de Miller et Miller, 2007 in Reis, Parker et Alecoão, 2010). .....                                                                                   | 36 |
| Figura 5: Classificação dos materiais de acordo com o grau de contaminação (Fonte: Portaria n.º 1450/2007) .....                                                                                                                                         | 37 |
| Figura 6: Bacia hidrográfica do Rio Sousa e dos seus afluentes (Fonte: Oliveira, 2017).....                                                                                                                                                              | 40 |
| Figura 7: Rios do Norte de Portugal de Média - Grande Dimensão (Fonte: INAG, I.P. 2008).....                                                                                                                                                             | 41 |
| Figura 8: Região do Vale do Sousa (Fonte: www.valsousa.pt, 2020) .....                                                                                                                                                                                   | 42 |
| Figura 9: Rede hidrográfica e altimetria na área de estudo (Fonte: SIGAP – Sistema de Informação Geográfica da Autarquia de Paredes).....                                                                                                                | 44 |
| Figura 10: Sítio de Valongo Rede Natura 2000, assinalado pela mancha amarela. (Fonte: Imagem de Satélite de 03/05/2019 – Google Earth e Natura 2000 Network Viewer). .....                                                                               | 46 |
| Figura 11: Parque das Serras do Porto, assinalado pela mancha a amarelo (Fonte: Imagem de Satélite de 03/05/2019 – Google Earth). .....                                                                                                                  | 47 |
| Figura 12: Excerto da Carta Geológica - Folha 09 - D - Penafiel (1981), escala original: 1/50000 (Fonte: <a href="https://geoportal.ineg.pt">https://geoportal.ineg.pt</a> ) .....                                                                       | 48 |
| Figura 13: Localização do sector do Rio Sousa em estudo (retângulo branco) e as principais fontes de poluição com interferência direta na área de estudo (Fonte: Imagem de Satélite de 11/04/2015 – Google Earth). .....                                 | 53 |
| Figura 14: Retratos de poluição no Rio Sousa nos últimos anos (Fonte: <a href="https://www.tamegasousa.pt/tag/rio-sousa/">https://www.tamegasousa.pt/tag/rio-sousa/</a> ). .....                                                                         | 54 |
| Figura 15: Nuvem de conceitos.....                                                                                                                                                                                                                       | 55 |
| Figura 16: Parâmetros analisados e submetidos para o modelo experimental RIFERMAQ (Fonte: Rodrigues et al, 2006). .....                                                                                                                                  | 57 |
| Figura 17: Pontos de amostragem usados para a avaliação da comunidade microfitobentónica do Rio Sousa (Fonte: Oliveira, 2017) .....                                                                                                                      | 58 |
| Figura 18: Parâmetros físico químicos para análise da comunidade microfitobentónica do Rio Sousa (Fonte: Oliveira, 2017) .....                                                                                                                           | 59 |
| Figura 19: Mapa da área de amostragem - Parque das Serras do Porto (PSeP) evidenciando as linhas de água e os pontos de amostragem (Fonte: Formigo, Antunes et Nogueira, 2019) .....                                                                     | 61 |
| Figura 20: Parâmetros físicos e químicos determinados in situ e em laboratório para cada local de amostragem, nas campanhas da Primavera e do Outono de 2019 (Fonte: Formigo, Antunes et Nogueira, 2019). .....                                          | 62 |
| Figura 21: Valores obtidos e valores de referência das métricas que compõem o IPTIN e o respetivo RQE para cada ponto de amostragem, na campanha da Primavera (Fonte: Formigo, Antunes et Nogueira, 2019). .....                                         | 63 |
| Figura 22: Classificação dos elementos de parâmetros físicos e químicos de suporte geral, classificação dos elementos de qualidade biológica e estado ecológico de cada ponto de amostragem nas campanhas realizadas (Primavera e Outono de 2019). ..... | 64 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 23: Resultados do estudo de “Avaliação ecológica das linhas de água nas Serras do Porto” no estudo de Formigo, Antunes e Nogueira (2019), segundo a Diretiva Quadro da Água: A – Físico-químicos gerais, Primavera; B - Físico-químicos gerais, Outono; C – Estado ecológico. | 65  |
| Figura 24: Pontos de amostragem adotados para a caracterização da qualidade da água, sedimentos e galeria ripícola (Fonte: Imagem de Satélite de 03/05/2019 – Google Earth).....                                                                                                     | 71  |
| Figura 25 (A e B): Medição e leitura dos parâmetros com recurso a sonda multiparamétrica (Fotos de: Ana Carolina Cruces Ferreira). ....                                                                                                                                              | 72  |
| Figura 26 (A e B): Medição da turvação com recurso ao Disco de Secchi (Fotos de: Ana Carolina Cruces Ferreira). ....                                                                                                                                                                 | 72  |
| Figura 27 (A e B): Procedimento da recolha de amostras de água (Fotos de: Ana Carolina Cruces Ferreira). ....                                                                                                                                                                        | 73  |
| Figura 28 (A e B): Recolha de amostra de sedimentos com recurso a uma draga do tipo Van Veen (Fotos de: Ana Carolina Cruces Ferreira) .....                                                                                                                                          | 73  |
| Figura 29: Caracterização do ponto de amostragem J_RS1 – Ponte de Alvre. ....                                                                                                                                                                                                        | 78  |
| Figura 30: Caracterização do ponto de amostragem J_RS2 – Senhora do Salto .....                                                                                                                                                                                                      | 79  |
| Figura 31: Caracterização do ponto de amostragem J_RS3 – Moinhos .....                                                                                                                                                                                                               | 81  |
| Figura 32: Caracterização do ponto de amostragem J_RS4 – Foz da Ribeira da Cadela .....                                                                                                                                                                                              | 82  |
| Figura 33: Estado físico-químico da água (Fonte: Imagem de Satélite de 03/05/2019 – Google Earth).....                                                                                                                                                                               | 84  |
| Figura 34: Análise à lupa binocular para a amostra recolhida em J_RS1.....                                                                                                                                                                                                           | 90  |
| Figura 35: Análise à lupa binocular para a amostra recolhida em J_RS2.....                                                                                                                                                                                                           | 91  |
| Figura 36: Análise à lupa binocular para a amostra recolhida em J_RS3.....                                                                                                                                                                                                           | 92  |
| Figura 37: Análise à lupa binocular para a amostra recolhida em J_RS4.....                                                                                                                                                                                                           | 93  |
| Figura 38: Nível de qualidade dos bosques ribeirinhos (Fonte: Imagem de Satélite de 03/05/2019 – Google Earth) .....                                                                                                                                                                 | 99  |
| Figura 39: Divisão dos terrenos e proprietários (Fonte: SIGAP – Sistema de Informação Geográfica da Autarquia de Paredes). ....                                                                                                                                                      | 101 |
| Figura 40: Fotografia aérea Voo SPLAL (1937-1957) (Fonte: Centro de Informação Geoespacial do Exército) .....                                                                                                                                                                        | 103 |
| Figura 41: Fotografia aérea de 1947 (Fonte: Centro de Informação Geoespacial do Exército) .....                                                                                                                                                                                      | 104 |
| Figura 42: Fotografia aérea de 1958 (Fonte: Centro de Informação Geoespacial do Exército). ....                                                                                                                                                                                      | 105 |
| Figura 43: Imagem aérea de 1995 (Fonte: Centro de Informação Geoespacial do Exército)... ..                                                                                                                                                                                          | 106 |
| Figura 44: Imagem aérea de 2019 (Fonte: Imagem de Satélite de 22/07/2019 – Google Earth) .....                                                                                                                                                                                       | 107 |
| Figura 45: Resíduos de plásticos na margem do Rio Sousa .....                                                                                                                                                                                                                        | 108 |
| Figura 46: A e C - Densidade de vegetação na margem; B e D - Acumulação de resíduos presos na vegetação da margem .....                                                                                                                                                              | 109 |
| Figura 47: A e B - Participantes na atividade de recolha de resíduos e quantidade de resíduos recolhidos .....                                                                                                                                                                       | 110 |
| Figura 48: Exemplo de corte de silvados com utilização de equipamento mecanizado apropriado (Fonte: Rios +) .....                                                                                                                                                                    | 115 |
| Figura 49: Exemplo de corte na poda de formação (Fonte: Rios +).....                                                                                                                                                                                                                 | 116 |
| Figura 50: Corte de acácias e aplicação de herbicida (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas) .....                                                                          | 118 |

|                                                                                                                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 51: Etapas de controlo das canas (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas) .....                           | 119 |
| Figura 52: Controlo da espécie erva-da-fortuna (Fonte: Rios +) .....                                                                                                                                                     | 120 |
| Figura 53: Técnica de Estacaria Viva (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas) .....                              | 122 |
| Figura 54: Plantação de árvores ou arbustos em torrão ou raiz nua (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas) ..... | 123 |
| Figura 55: Técnica de Faxinas Vivas (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas) .....                               | 123 |
| Figura 56: Técnica de entrançado vivo (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas). ....                             | 124 |
| Figura 57: Técnica de paliçada (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas) .....                                    | 125 |
| Figura 58: Técnica de muro vivo (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas). ....                                   | 126 |
| Figura 59: Técnica de grade viva (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas). ....                                  | 126 |
| Figura 60: Técnica de biorolo (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas) .....                                     | 127 |

# Índice de Tabelas

|                                                                                                                                                                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 1: Principais causas para a degradação das galerias ripícolas (Adaptado de Teiga, 2003)                                                                                                                                                   | 27  |
| Tabela 2: Índice de diagnóstico fluvial para espécies invasoras, na massa de água e nas margens adjacentes (Adaptado de Teiga, 2011)                                                                                                             | 32  |
| Tabela 3: Limites máximos para os parâmetros físico-químicos gerais para o estabelecimento de Bom Estado Ecológico em Rios (in Critérios para a classificação do estado de massas de água superficiais – rios e albufeiras do Instituto da Água) | 69  |
| Tabela 4: Níveis de qualidade do índice QBR (adaptado de Agència Catalana de l'Aigua (2006) in Rocha, 2017)                                                                                                                                      | 69  |
| Tabela 5: Localização dos pontos de amostragem                                                                                                                                                                                                   | 72  |
| Tabela 6: Resultados obtidos nos parâmetros físico-químicos determinados in situ                                                                                                                                                                 | 83  |
| Tabela 7: Resultados obtidos nos parâmetros físico-químicos determinados pelo laboratório                                                                                                                                                        | 83  |
| Tabela 8: Comparação dos resultados físico-químicos obtidos com os valores de referência para o bom estado físico-químico dos rios tipo norte                                                                                                    | 84  |
| Tabela 9: Comparação dos resultados analíticos obtidos no presente estudo (2021) com os do estudo previamente existente (2019)                                                                                                                   | 85  |
| Tabela 10: Resultados obtidos nos parâmetros microbiológicos determinados pelo laboratório                                                                                                                                                       | 86  |
| Tabela 11: Resultados analíticos para os sedimentos                                                                                                                                                                                              | 88  |
| Tabela 12: Características morfológicas e composicionais da fração >63mm (areias + balastros) dos sedimentos em análise                                                                                                                          | 88  |
| Tabela 13: Resultados analíticos para a caracterização composicional dos sedimentos (o valor de referência apresentado refere-se à Tabela A do guia técnico para solos da APA)                                                                   | 96  |
| Tabela 14: Classificação dos sedimentos dragados em Portugal com base na Portaria 1450/2007 de 12 de novembro em comparação com os resultados obtidos                                                                                            | 97  |
| Tabela 15: Resultados do índice da qualidade dos bosques ribeirinhos                                                                                                                                                                             | 98  |
| Tabela 16: Resultado do tipo geomorfológico da galeria ripícola                                                                                                                                                                                  | 99  |
| Tabela 17: Denominação, data e escala das imagens aéreas dos voos utilizados para o estudo (Fonte: igeoe.pt acedido a 17 de outubro 2020)                                                                                                        | 102 |
| Tabela 18: Respostas obtidas à questão 6 do questionário da atividade                                                                                                                                                                            | 111 |
| Tabela 19: Respostas obtidas à questão 7 do questionário da atividade                                                                                                                                                                            | 111 |
| Tabela 20: Cuidados a ter com as Técnicas de Engenharia Natural                                                                                                                                                                                  | 128 |
| Tabela 21: Planificação de tarefas de recuperação da galeria ripícola                                                                                                                                                                            | 129 |
| Tabela 22: Proposta de plano de sensibilização ambiental                                                                                                                                                                                         | 132 |

# Parte 1 – Introdução e Enquadramento

## 1.1 Introdução

Ao longo da história mundial, as populações humanas foram-se estabelecendo nas margens dos rios e dos seus estuários. Muitas das grandes civilizações da antiguidade surgiram ligadas aos rios de onde obtinham água para consumo, rega, alimento (principalmente peixe), vias de transporte e outros serviços como um clima mais ameno, e zonas de lazer (Graça *et al.*, 2019).

As principais civilizações estão ligadas a grandes nomes de rios que estão presentes no seu desenvolvimento como civilização, são exemplos as margens do Nilo, do Eufrates, Amarelo, Tigre, Ganges, entre muitos outros (Teiga, 2011).

Em Portugal, as cidades mais antigas também estão associadas ao desenvolvimento em torno das margens dos rios e a navegabilidade dos maiores rios portugueses, do Douro ao Guadiana, permitiu ainda a colonização de zonas mais remotas no interior do país, numa altura em que não existiam estradas (Graça *et al.*, 2019).

Os interesses e vantagens da presença do rio num determinado território requer uma gestão transfronteiriça sustentável para que todos sejam beneficiados de igual forma e que a sua degradação à medida que o rio se vai aproximando da foz não seja reduzida significativamente. A cooperação entre os Estados que compartilham um mesmo recurso hídrico, o estabelecimento de um quadro jurídico sólido, a vontade política e o compromisso de todos os governos, são pré-requisitos conhecidos para uma boa gestão de bacias hidrográficas transfronteiriças (Zucco & Costa, 2013). A mesma prática se requer no que representa a gestão dos rios intermunicipais, uma cooperação entre eles para que os benefícios sejam comuns e de otimização dos seus recursos desde a nascente até à foz, assim como os seus afluentes.

Os rios em Portugal assumem uma importância geoestratégica, influenciando muito a atividade económica e social, sendo um elemento essencial para a sustentabilidade dos ecossistemas e para o desenvolvimento da população (Lima, Lima *et* Rodrigues, 2019).

A urbanização, em especial, teve efeitos significativos sobre os ambientes naturais, pois afeta severamente a estrutura do ecossistema, levando à perda de habitat, degradação e homogeneização, alterando a capacidade dos ecossistemas executarem as suas funções ecológicas (Molina *et al.*, 2004; Naiman *et al.*, 2005, *in* Almeida, 2016).

As áreas ribeirinhas ou galerias ripícolas, são a interface do ambiente aquático com o terrestre que suportam funções ecológicas importantes e uma diversidade de plantas e animais (Molina *et al.*, 2004). Essa diversidade veneficiará da qualidade da água e das suas margens, em que uma tem influência em relação à outra por meio da interface entre os dois ambientes.

Com este trabalho pretende dar-se uma profundidade na pesquisa de elementos de avaliação da qualidade ambiental da linha de água, quer da água como dos sedimentos de fundo, como também do estado das suas margens e como se desenvolveram ao longo dos anos recorrendo a fotografia aérea desde 1947. Aliado ao estado ambiental do troço do rio é a comunidade local que terá de ser convidada a estar presente em ações de melhoria e recuperação para conseguirmos apontar caminho no sentido de envolver neste trabalho, o rio, a sua galeria ripícola e a população local, cumprindo os objetivos da Estratégia Nacional 2020 (APA, 2017), onde se refere que: *“Importa sensibilizar os cidadãos, as empresas e as entidades públicas e privadas para a necessidade de melhorar a eficiência da utilização de recursos e para a promoção de economias circulares e de partilha menos consumidoras e desperdiçadoras, mais amigas do Ambiente e mais centradas nas especificidades dos territórios. O sucesso de uma EA que vise a alteração de paradigma na relação das atividades humanas com os recursos disponíveis depende também da promoção da informação e do conhecimento dos cidadãos sobre o território onde vivem, sobre as suas capacidades, vulnerabilidades e resiliências”*.

### 1.1.1 Motivação

Desenvolver uma dissertação de mestrado, por si só já é uma motivação que ajudará a levantar a cabeça nos momentos mais difíceis pelo processo da sua realização, mas pelo percurso já realizado até aqui, a dissertação deverá ser o culminar desse longo processo de experiências e aprendizagens. O tema desde tenra idade já me fascinava passar horas e horas nas margens dos rios e poder desfrutar dos seus recursos e das

suas potencialidades, sejam elas de convívio, desporto, lazer, estudo, trabalho, entre outras que me levam aos rios todas as semanas algumas horas.

Saber que com o passar dos anos fomos vendo os rios a degradar quer na sua qualidade da água quer na transformação da paisagem que aos poucos é apoderada de vegetação e de resíduos que são arrastados pelas águas e se depositam na vegetação descontrolada que cresce nas margens sem qualquer tipo de controlo ou intervenção, faz com que o sentimento de satisfação numa visita aos rios se transforme numa enorme tristeza. É perante este misto de sentimentos que um rio é capaz de despertar em nós que me motiva poder estudar este troço de rio à qual me proponho por reconhecer a sua importância enquanto recurso, mas que neste momento está em constante degradação das suas potencialidades, fazendo este, parte de um património natural protegido e recentemente reconhecido como Parque das Serras do Porto, classificado em 2016 como Paisagem Protegida Regional (Aviso nº. 2682/2017), merece toda a nossa análise, aprofundamento e perceber onde e como podemos intervir, ou ajudar aos decisores locais na sua correta intervenção em busca das suas potencialidades como recurso natural.

### 1.1.2 Questão de Partida

A investigação que está patente nesta dissertação procura dar respostas ao que é para mim uma preocupação enquanto utilizador deste recurso natural, e enquanto profissional na área do ambiente onde desenvolvo várias ações de intervenção no meio ambiente, como forma de sensibilizar e potenciar os seus recursos. Chega então a questão onde temos de partir para a investigação: Qual a qualidade ambiental deste troço do rio e onde podemos intervir para o melhorar?

Dada a necessidade de atribuir uma área para o estudo e investigação, foi selecionada para este trabalho a área correspondente ao Parque das Serras do Porto, desde o ponto onde o Rio Sousa intersesta o parque, até o ponto mais a jusante onde intersesta o limite do município de Paredes. Desde o primeiro ponto de amostragem selecionado, até ao último ponto, vão sensivelmente 6km de rio alvo de estudo.

Após esta questão de partida, podemos avançar para muitas outras: Qual o estado das suas águas? E dos seus sedimentos de fundo? Haverá fauna e flora autóctone que se consiga desenvolver nestas condições? E estas margens repletas de espécies invasoras, como isto se transformou assim? Porque que não se ouve nem um pássaro

nesta margem coberta de acácias? Caso esteja em mau estado como podemos intervir sem pôr em causa a continuidade do ecossistema?

Muitas outras questões podemos fazer ao sentarmo-nos na margem do rio e começar a observar, começar a sentir os cheiros que por vezes são tão desagradáveis, começar a observar a sua fauna e flora e escutar os sons da natureza, tudo isto é uma base e uma excelente questão de partida nesta minha dissertação de mestrado.

### 1.1.3 Objetivos da dissertação

Este projeto desenvolvido ao longo de vários meses pretende conjugar a parte teórica da revisão bibliográfica com a parte prática realizada em contexto real de trabalho na recolha de informação e análise no campo, englobando o troço de rio em causa.

Para organização e delimitação das fronteiras desta dissertação estão sinalizados os seguintes objetivos:

- 1 - Revisão bibliográfica e realização de uma pesquisa diagnóstico da área de estudo;
- 2 - Caracterização e avaliação do estado atual da qualidade da água do Rio Sousa, nas suas vertentes químicas, microbiológicas, e estado da galeria ribeirinha, na área de estudo;
- 3 - Estudar os sedimentos de fundo para perceber a contaminação que possa estar depositada ao longo do curso do rio, na área de estudo;
- 4 - Avaliar o estado da galeria ripícola da área de estudo;
- 5 - Avaliar a evolução das margens do rio com recurso a fotografia aérea ao longo dos anos na área de estudo;
- 6 - Propor soluções de recuperação recorrendo à bioengenharia, à substituição das espécies invasoras e à reflorestação com autóctones;
- 7 - Conjugar soluções para a galeria ripícola, para o rio e para a sociedade, levando a comunidade a aproximar-se do rio e das suas ações de melhoria.

Como resumo dos objetivos podemos afirmar que os objetivos estão balizados em Estudar (o Estado da Arte, a Legislação, a Região e a Comunidade), Analisar (a água, os sedimentos e a galeria ripícola), Caracterizar (os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água, a composição sedimentológica e composicional (química) dos sedimentos e a qualidade da galeria ripícola), Avaliar (como, quando e onde intervir e

com que meios), e só assim será possível apresentar propostas adaptadas ao local e à comunidade.

Os objetivos apresentados procuram responder às questões colocadas no ponto 1.1.2 onde são apresentadas algumas falhas de conhecimento acerca do local de estudo. Numa primeira fase é fundamental consultar a bibliografia e fazer um estudo diagnóstico ao que já foi estudado em torno da área, de seguida preparar as ferramentas necessárias para nos ser possível caracterizar e avaliar o estado atual da qualidade da água, dos sedimentos de fundo e da galeria ripícola, pois só assim, conhecendo o local, é possível propor soluções de restauro, monitorização e de englobamento entre o rio, as margens e a sociedade.

#### 1.1.4 Diagrama estrutural e organização da dissertação

A dissertação apresentada segue a Figura 1 como referência onde no primeiro capítulo é feita uma introdução ao tema desenvolvido e um enquadramento das matérias abordadas ao longo da dissertação para sustentar e suportar as linhas orientadoras do que é desenvolvido.

No segundo capítulo é apresentada a metodologia, e a forma como a dissertação é apresentada. Neste campo temos exposto o método utilizado em cada um dos parâmetros relevantes para apresentar os resultados no capítulo seguinte. É também explicada a forma como foram desenvolvidas as saídas de campo e como foi feita a interligação com a teoria e a prática.

O terceiro capítulo reflete o trabalho desenvolvido no campo, os resultados das visitas e trabalhos, resultados das amostragens recolhidas e a discussão desses resultados obtidos. Com base nestes resultados aqui discutidos nasce o quarto capítulo onde é apresentada uma proposta de medidas de restauro e melhoria fluvial da área de estudo.

No capítulo cinco é o culminar de todo um trabalho e de toda uma investigação ao longo de vários meses, são apresentadas as principais conclusões, os objetivos que foram concretizados e o caminho para os atingir e muito importante também, as perspetivas futuras.

Fechamos este trabalho com o capítulo seis onde estão apresentadas as referências bibliográficas necessárias para sustentar este trabalho. E os anexos no capítulo sete completam parte da informação que foi utilizada tanto para as saídas de campo como

inquérito aos participantes da atividade de limpeza realizada na margem do Rio Sousa na área de estudo.

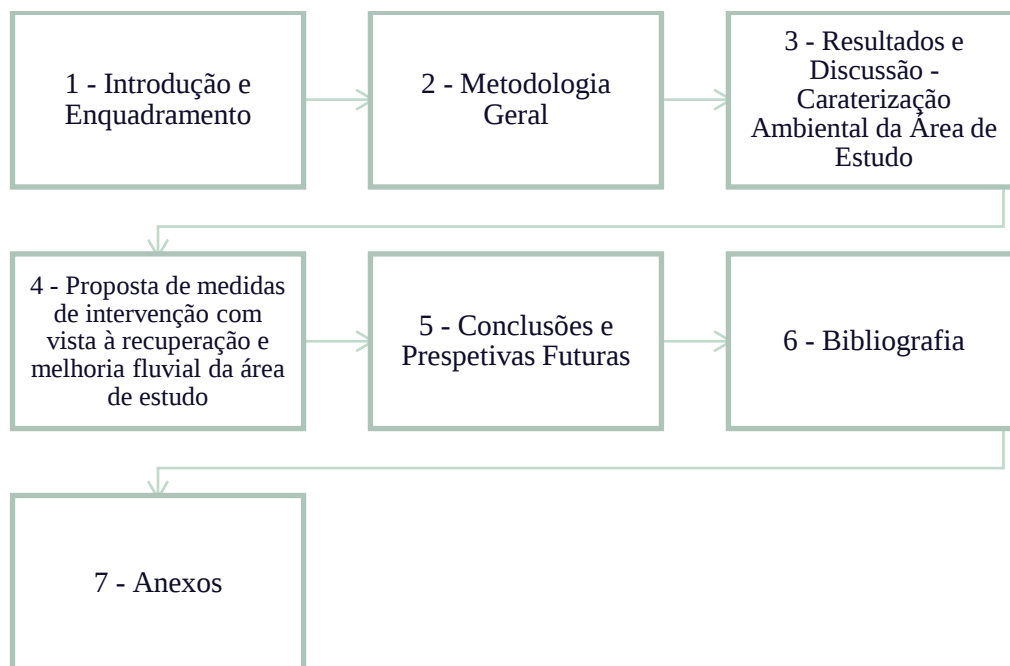


Figura 1: Diagrama estrutural da dissertação

## 1.2 Estado da Arte

Este marcador é composto por um enquadramento dos temas que vão ser desenvolvidos ao longo do trabalho. É com base nos temas que já foram desenvolvidos, que este trabalho se irá sustentar, aplicando posteriormente os conhecimentos neste caso de estudo, neste local e nesta estratégia de avaliação do estado ambiental do Rio Sousa e da sua galeria ripícola num troço definido dentro do Parque das Serras do Porto.

### 1.2.1 Galerias Ripícolas – Contextualização e principais funções

Barreira (2012) retirou do dicionário Houaiss da Língua Portuguesa de 2003 a origem da terminologia de vegetação ripícola (“ripa” = margem, e “colere” = habitar) ou ripária [do latim riparius (da margem) e são referenciados como sendo dos habitats florestais

mais diversos, dinâmicos e complexos do planeta (Naiman *et al.*, 1993 *in* Barreira, 2012).

Entre várias representações de diversos autores podemos definir as galerias ripícolas como formações lineares de espécies lenhosas arbóreas e arbustivas associadas às margens de um curso de água, constituindo um corredor de vegetação relativamente denso e fechado sobre o curso de água (Naiman *et al.*, 1993; Saab, 1999 *in* Almeida, 2016). As galerias ripícolas são ecossistemas com uma grande diversidade de fauna, flora e processos ambientais (Nilsson & Svedmark, 2002; Salinas & Casas, 2007 *in* Almeida, 2016). Estes ecossistemas são constituídos por habitats muito heterogéneos e com uma grande disponibilidade de recursos, fornecidos pela vegetação presente nas margens do curso de água, que proporciona recursos alimentares e abrigo para a fauna existente (Rodewald & Bakermans, 2006; Tabacchi *et al.*, 1998 *in* Almeida 2016).

De acordo com Saraiva, 1999 *in* Fernandes (2012), a delimitação do corredor fluvial varia em função da secção considerada, incluindo a faixa de vegetação ribeirinha e o leito de cheia, a floresta ribeirinha e a área abrangida pelo sistema de circulação das massas de água subterrâneas. Neste sentido, o conceito de corredor fluvial é um elemento fundamental da estrutura da paisagem, apresentando características e funções específicas devido ao seu carácter linear e conectividade existente (Saraiva, 1999 *in* Fernandes, 2012).

Segundo Aguiar, Espirito-Santo *et* Ferreira, (2019), as galerias ribeirinhas são formadas por uma variedade de árvores que não é aleatória, onde apresentam uma zonagem transversal resultante da interação entre a autoecologia das espécies, o substrato e declive da margem e o regime de caudais, em que os indivíduos mais jovens e as espécies mais dependentes da água se localizam perto do canal e os mais velhos, de raízes mais profundas ou associados a ciclos de submersão extensos, se localizam mais longe do canal. Os mesmos autores referem ainda que a vegetação perto do canal é destruída em parte anualmente pelas cheias de inverno, mas apresenta uma recuperação rápida (i.e., elevada resiliência) e está sempre ligada ao meio aquático, e a vegetação mais afastada é estável em composição, mais madura e estruturada, com sub-bosque e complexidade vegetal notável, e por isso mais resistente a flutuações na hidrologia. Estas variações são fundamentais para uma estabilização das margens, sendo esta também uma das importantes funções da galeria ripícola.

A galeria ripícola assume um importante papel na conservação ecológica e desempenha variadas funções, vimos anteriormente que uma das importantes funções é a estabilização das margens, mas temos um vasto conjunto de funções que lhes são

associadas. Exercem um papel fundamental como rede de distribuição em grandes áreas, pois são paisagens chave na manutenção de ligações biológicas ao longo dos gradientes ambientais, tendo também um papel essencial na disponibilidade de água, planeamento da paisagem e no restauro ecológico de sistemas aquáticos (Klapproth & Johnson, 2009; Merritt et al., 2010; Naiman & Décamps, 1997 *in* Almeida, 2016). Estas características incutem que as zonas ribeirinhas são sistemas de regulação entre o meio aquático e terrestre (Sabo *et al.*, 2005 *in* Almeida, 2016), sendo indicadores da biodiversidade funcional existente (Borsato & Feiden, 2011 *in* Almeida, 2016).

O sistema fluvial e as suas funções são também um aliado fundamental para o exercício das funções da galeria ripícola. Podemos ler em Teiga (2011), que os processos geomorfológicos, hidráulicos e hidrológicos do sistema fluvial contribuem para as suas características físicas e químicas, para as características das suas comunidades biológicas e para as funções do equilíbrio dos ecossistemas interligados ao ecossistema fluvial.

Esta interação do rio com as suas margens será quanto mais benéfica quanto melhor a saúde ambiental de ambos. Um rio onde a água tenha uma boa qualidade ambiental será uma mais valia para a margem, assim como uma margem o mais saudável possível e sem focos de poluição será também uma vantagem para manter a qualidade da água do rio.

Como podemos avaliar a qualidade das margens? Muito graças aos focos de poluição, mas também pela qualidade da vegetação aquática e ribeirinha que contêm, pois as suas funções são imensas, constituindo um elemento funcional e estruturante dos sistemas fluviais (Aguiar, Espírito-Santo *et* Ferreira, 2019).

Estes mesmos autores (Aguiar, Espírito-Santo *et* Ferreira, 2019), enumeram imensas vantagens dessa vegetação que se revêm nas funções da galeria ripícola, produção de oxigénio e biomassa, função nos ciclos biogeoquímicos de nutrientes, na regulação biofísica da temperatura da água, vento e luz, e ainda no que se refere ao refúgio, alimentação e habitat para outros organismos. A sua importante ação de suporte, proteção contra a erosão e modificação biogeomorfológica conferem a estas galerias ribeirinhas a denominação de corredores ecológicos, que albergam elevada biodiversidade, constituindo um importante filtro biológico para poluentes e nutrientes que chegam às margens (Aguiar, Espírito-Santo *et* Ferreira, 2019) provenientes das bacias de água que, de outra forma, poderiam entrar na água utilizada para atividades agrícolas ou para consumo humano, contribuindo para deteriorar a sua qualidade (Naiman *et al.*, 2005; Santos, 2010 *in* Almeida, 2016).

Essas funções nem sempre são reconhecidas e os benefícios são postos em planos inferiores de prioridades, perdendo o ecossistema ferramentas importantes e ganhos incalculáveis na sua manutenção ecológica e ambiental. Vejamos que Teiga (2011), referia as galerias ripícolas, formadas pela vegetação nas margens ribeirinhas, como um dos habitats biofísicos mais complexos do planeta, quer pela sua biodiversidade, dinamismo e produtividade primária, quer pela importante função de corredor ecológico, exercida pela interligação do leito e das margens do rio com a vegetação.

#### *1.2.1.1 Principais problemas das galerias ripícolas*

Os principais problemas nas galerias ripícolas acompanham a pressão exercida pela ação humana no ecossistema e no planeta. A sobre-exploração de recursos e o modo que se livram dos resíduos que daí sucedem estão na base da contaminação e poluição dos ecossistemas.

Os ecossistemas aquáticos e, em particular os ripícolas e zonas húmidas, são considerados um dos mais ameaçados do planeta (Millennium, 2005, Dudgeon *et al.*, 2006, Teiga, 2011, *in* Barreira, 2012), sendo que as maiores ameaças estão relacionadas com a sobre-exploração, a poluição aquática, a modificação do regime hidrológico, a degradação do habitat e espécies invasoras (Dudgeon *et al.*, 2006 *in* Barreira, 2012).

Para além da pressão que o Ser Humano causa indiretamente nas galerias ripícolas, acresce ainda segundo Aguiar, Espirito-Santo *et* Ferreira, 2019, uma ação direta na sua destruição quando as formações arbóreo-arbustivas ribeirinhas são muitas vezes sujeitas a cortes extensos para permitir o acesso aos cursos de água ou para aumentar a área agrícola ou florestal e onde a remoção indiscriminada da vegetação aquática para melhoria do escoamento é também uma prática comum nos rios portugueses.

Segundo Wall *et al.*, 1998, Saraiva, 1999 INAG, 2001, Roseiro, 2002, Teiga, 2003, Cortes, 2004, Projeto Rios, 2008, Teiga *et al.*, 2008, EPA, 2010, *in* Teiga, 2011, os problemas mais frequentes e com consequências diretas e nefastas ao nível do ecossistema ribeirinho são: as descargas de águas residuais domésticas e/ou industriais, a poluição agrícola, a deposição de resíduos domésticos e entulhos, as construções desmedidas no leito de cheia, a destruição da galeria ripícola, a impermeabilização da bacia hidrográfica, a artificialização de troços fluviais e a falta de informação e envolvimento da população.

A pressão estabelecida pelo ser humano numa ótica de desenvolvimento socioeconómico compromete as condições de equilíbrio, havendo o aumento da densidade populacional e, conseqüentemente, ultrapassando a capacidade de absorção e regeneração dos ecossistemas (Fernandes, 2012). Os ecossistemas ripícolas, dado o seu potencial fértil natural, sofrem de agricultura intensiva, com ameaças também relacionadas com a edificação onde o Homem pretende estar próximo das suas culturas. Sendo a edificação uma das principais ameaças, pois afeta severamente a estrutura do ecossistema, levando à perda de habitat, degradação e homogeneização, alterando a capacidade dos ecossistemas executarem as suas funções ecológicas (Molina *et al.*, 2004; Naiman *et al.*, 2005, *in* Almeida, 2016). A presença cada vez mais acentuada das espécies exóticas invasoras e o impacto que causam, representam uma das principais ameaças às galerias ripícolas (Ferreira & Aguiar, 2006, Naiman *et al.*, 2005, *in* Almeida, 2016).

Em síntese é apresentado na Tabela 1 os principais problemas responsáveis por causar a degradação das galerias ripícolas que acabam na sua perda parcial ou total das funções que lhes são atribuídas de elevado valor ecológico e ambiental.

Tabela 1: Principais causas para a degradação das galerias ripícolas (Adaptado de Teiga, 2003)

| Problema                                 | Principais causas                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Degradação das Galerias Ripícolas</b> | Ocupação do solo marginal com a agricultura intensiva e edificações                                                                                                                              |
|                                          | Crescente abandono das margens ribeirinhas e consequente aumento de infestantes                                                                                                                  |
|                                          | Destruição por cortes totais (ripagem) sucessivos da vegetação, diminuindo o incremento de matéria orgânica fina e consequente aumento da temperatura provocado pela diminuição do ensombramento |
|                                          | Destruição do filtro de nutrientes e de poluição                                                                                                                                                 |
|                                          | Destruição das funções de corredor ecológico                                                                                                                                                     |
|                                          | Artificialização das margens ribeirinhas e entubação total ou parcial de linhas de água                                                                                                          |
|                                          | Degradação causada pela fraca qualidade das águas das linhas de água contíguas                                                                                                                   |
|                                          | Deposição nas margens ribeirinhas de entulhos e resíduos diversos                                                                                                                                |
|                                          | Sistemas agrícolas e de pastoreio desajustados, bem como o seu sistema de regadio e de drenagem                                                                                                  |

### *1.2.1.2 Vegetação ripícola em Portugal – Breve síntese*

Antes de avaliar a galeria ripícola de um determinado local é fundamental conhecer a sua vegetação característica. Uma vez que o estudo desta dissertação será realizado em Portugal, é importante perceber qual a vegetação que lhe é característica das margens ribeirinhas.

Ferreira *et al.* (2006) apresentaram um trabalho que resume muitos anos de estudos e investigação sobre a ecologia da vegetação ripícola e aquática em Portugal. Já nesse tempo referiam que a maioria dos estudos sobre ecologia e plantas ripícolas aquáticas estavam centralizadas em vegetação de ervas daninhas (Ferreira & Moreira, 1990, Aguiar *et al.*, 1996, Ferreira *et al.*, 1998a, Moreira *et al.*, 1999a, Bernez *et al.*, 2002, Aguiar *et al.*, 2005a, in Ferreira *et al.*, 2006) e como medidas futuras era necessário apostar no estudo destas comunidades ripícolas e investigar sobre os efeitos de importantes fatores abióticos - como hidrologia e mudanças climáticas.

Não apenas as mudanças climáticas, mas o tipo de solos, o relevo e os fatores hidrológicos são os principais fatores determinantes para a diversidade de valores florísticos presentes numa galeria ripícola, nomeadamente amieiros, salgueiros, olmos, freixos, choupo, entre outras (Fernandes, 2012).

A qualidade da água dos sistemas fluviais serve-se de um excelente bioindicador desempenhado pela vegetação ripícola, uma vez que desempenha uma importante função no que se refere à sua manutenção, atuando como filtro biológico (através da absorção radicular, nomeadamente pelas árvores e arbustos), que ajuda a eliminar compostos químicos remanescentes dos pesticidas, herbicidas e fertilizantes agrícolas utilizados em quantidades excessivas, contribuindo, deste modo, para minimizar a contaminação das linhas de água, controlando assim a eutrofização (Abelho, 2010 in Fernandes, 2012).

O livro “Rios de Portugal”, Aguiar F., Espírito-Santo M. *et al.* Ferreira M., (2019), apresentam as principais espécies presentes numa galeria ripícola em geral a nível nacional, as quais serão tidas em consideração quando for realizada a caracterização sumária de observação das espécies presentes no troço de estudo deste trabalho. De seguida são citados os parágrafos desse livro onde são apresentadas as espécies mais frequentes desses ambientes ribeirinhos:

“Em linhas de água de carácter permanente, ou torrencial, mas com pouca estiagem, estabelecem-se bosques caducifólios, como os freixiais, amiais, olmedos e vidoais,

estes últimos em locais de maior longitude e/ou altitude. Dominam nestas formações, respetivamente, o freixo, o amieiro, os ulmeiros (*Ulmus spp.*) e a bétula (*Betula celtiberica*). São também frequentes salgueirais arbóreo-arbustivos, constituídos por várias espécies de salgueiros, como a borrazeira-negra (*Salix atrocinerea*), a borrazeira-branca (*Salix salviifolia*), o salgueiro-branco (*Salix alba*), entre outros. Estes bosques fazem-se acompanhar por espécies arbóreas e arbustivas como o sanguinho-de-água (*Frangula alnus*), o pilriteiro (*Crataegus monogyna*), o sabugueiro (*Sambucus nigra*), a aveleira-brava (*Corylus avellana*), o lodão (*Celtis australis*), os choupos (*Populus spp.*), as urzes (*Erica spp.*), o azereiro (*Prunus lusitanica*) e o carvalho-roble (*Quercus robur*). Merece ainda destacar as trepadeiras lenhosas, nas quais se incluem várias espécies de silvas (*Rubus spp.*), as heras (*Hedera spp.*) e a videira-selvagem (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*) bem como trepadeiras herbáceas como as madressilvas (*Lonicera spp.*) ou a doce-amarga (*Solanum dulcamara*)” (Aguiar, Espírito-Santo et Ferreira, 2019).

É referida a importância não só das espécies arbóreas e arbustivas, mas também as espécies herbáceas que coabitam com elas têm uma relevância considerável, nomeadamente a salgueirinha (*Lythrum salicaria*), o morroio-de-água (*Lycopus europaeus*), o poejo (*Mentha pulegium*), o mentrastro (*Mentha suaveolens*), os miósotis (*Myosotis spp.*), a pimenta-de-água (*Polygonum hydropiper*), as junças (*Cyperus spp.*) e os juncos (*Juncus spp.*) (Aguiar, Espírito-Santo et Ferreira, 2019).

Como síntese, importa salientar que as galerias ripícolas refletem as condições ambientais do ecossistema assim como a sua perturbação. Por esse motivo, tanto as espécies, como os padrões comunitários das plantas fluviais e ripícolas, podem ser utilizados para avaliar a integridade ecológica de uma dada tipologia dos sistemas fluviais (Lang e Van Zon, 1981, Holmes, 1989, Haury, 1996, in Aguiar, 2004).

### 1.2.1.3 Principais problemas das plantas invasoras nas galerias ripícolas

Nem sempre existiram no nosso território as plantas que no dia a dia nos rodeiam, algumas vieram de outros locais trazidas pelo Ser Humano do seu habitat nativo, pelo que são denominadas espécies exóticas (Marchante *et al.*, 2014).

É importante referir as principais diferenças entre espécies nativas, exóticas e invasoras e segundo Marchante *et al.* (2014):

- nativa (indígena, espontânea, autóctone) é uma espécie que é natural, própria da região em que vive, ou seja, que cresce dentro dos seus limites naturais incluindo a sua área potencial de dispersão;
- exótica (alóctone, introduzida) é uma espécie que ocorre fora da sua área de distribuição natural, depois de ser transportada e introduzida pelo Homem (de forma intencional ou acidental), ultrapassando as barreiras biogeográficas;
- invasora é uma espécie naturalizada (exótica que se reproduz e mantém populações ao longo de vários ciclos de vida, sem intervenção direta do Homem) que produz descendentes férteis frequentemente em grande quantidade e os dispersa muito para além das plantas-mãe (> 100 metros / > 50 anos, para espécies que se dispersam por sementes; > 6 metros / 3 anos para espécies que se dispersam vegetativamente), com potencial para ocupar áreas extensas, em habitats naturais ou semi-naturais. Pode produzir alterações significativas ao nível dos ecossistemas.

A grande maioria das exóticas não são invasoras, muitas delas até são introduzidas em benefício da população para a sua alimentação e bem-estar. Embora umas se tornem invasoras, outras apenas se naturalizam (Marchante *et al.*, 2014).

O que está na base de uma exótica se tornar invasora é o estímulo, que difere de planta para planta, mas que no fundo é encontrado um fenómeno que propicia as condições ótimas para a sua invasão biológica, quer pela dispersão das suas sementes, que pela introdução de algum inseto polinizador, entre outros (Marchante *et al.*, 2014). Podemos ver na Figura 2 as etapas de invasão biológica de uma determinada espécie.

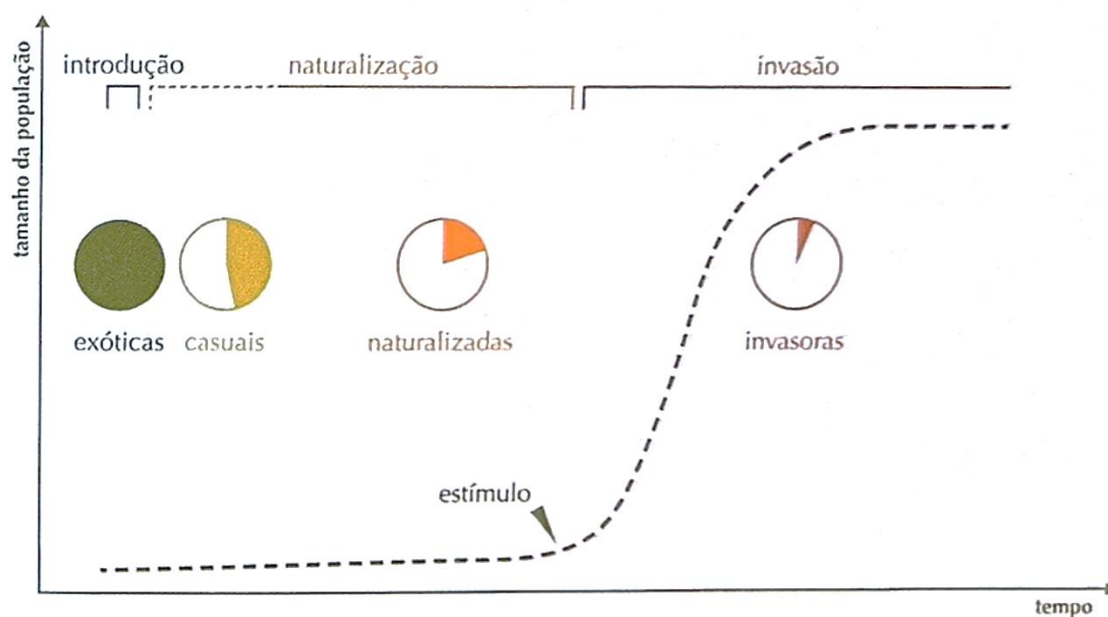


Figura 2: Principais etapas de um processo de invasão biológica (Fonte: Marchante et al, 2014)

O ambiente ribeirinho e a carga nutricional das suas margens, a facilidade na dispersão de sementes e a humidade são um ambiente propício (estímulo) para o crescimento de plantas, o mesmo se verifica com as exóticas invasoras (Aguiar, Espírito-Santo et Ferreira, 2019), onde a sua propagação é bastante mais rápida do que a vegetação autóctone, como vimos anteriormente pela sua rápida dispersão de sementes ou vegetativamente.

Aguiar, Espírito-Santo e Ferreira (2019) referem que foram encontradas mais de uma centena de espécies exóticas nas margens e no leito dos rios Portugueses, sendo que 90% dessas representam as espécies arbóreas e 10% as aquáticas ou emergentes.

Segundo Teiga (2011) existem espécies fundamentais para serem tidas em consideração ao realizar a avaliação da galeria ripícola no que se refere a espécies invasoras, as quais se apresentam na Tabela 2, na categoria “Vegetação”. Nesta tabela também se apresentam outras espécies consideradas invasoras nos grupos dos macroinvertebrados e dos peixes.

Tabela 2: Índice de diagnóstico fluvial para espécies invasoras, na massa de água e nas margens adjacentes (Adaptado de Teiga, 2011)

|                    |                    |                                                     |
|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------------|
| Espécies Invasoras | Macroinvertebrados | Conquilha asiática ( <i>Dreissena polymorpha</i> )  |
|                    |                    | Lagostim americano ( <i>Procambarus clarkii</i> )   |
|                    | Peixes             | Carpa ( <i>Cyprinus carpio</i> )                    |
|                    |                    | Gambúsia ( <i>Gambusia holbrooki</i> )              |
|                    | Vegetação          | Cana ( <i>Arundo donax</i> )                        |
|                    |                    | Mimosa ( <i>Acacia dealbata</i> )                   |
|                    |                    | Acácia ( <i>Acacia melanoxylon</i> )                |
|                    |                    | Erva-das-pampas ( <i>Cortadeira sllloana</i> )      |
|                    |                    | Erva-da-fortuna ( <i>Tradescantia fluminensis</i> ) |
|                    |                    | Azola ( <i>Azolla filiculoides</i> )                |
|                    |                    | Jacinto de água ( <i>Eichhornia crassipes</i> )     |
|                    |                    | Pineirinha ( <i>Myriophyllum aquaticum</i> )        |

Da tabela apresentada destaca-se neste capítulo a vegetação, que é apresentada na Figura 3 que ilustra em foto cada uma das espécies para se tornar mais intuitiva a sua identificação no terreno.



Cana (*Arundo donax*)



Mimosa (*Acacia dealbata*)



Acácia (*Acacia melanoxylon*)



Erva-das-pampas (*Cortadeira sllloana*)



Erva-da-fortuna (*Tradescantia fluminensis*)



Azola (*Azolla filiculoides*)



Jacinto de água (*Eichhornia crassipes*)



Pineirinha (*Myriophyllum aquaticum*)

Figura 3: Espécies invasoras de vegetação usado no diagnóstico fluvial (Fonte: invasoras.pt, consultado em 17/04/2020))

O DL n.º 112/2002 de 17 de abril, que aprova o Plano Nacional da Água (PNA), no Capítulo 2, ponto 2.4. “Conservação da Natureza”, refere como um dos principais problemas a considerar no diagnóstico do estado ecológico é o desequilíbrio nas comunidades biológicas autóctones em ecossistemas de águas interiores em que ocorrem espécies exóticas. Por outro lado, é apontado como uma das principais causas

desses problemas a presença de espécies exóticas condicionadoras da diversidade dos ecossistemas. Segundo Pereira, 2013, a presença de espécies exóticas condiciona a diversidade dos ecossistemas e empobrecem áreas de elevado valor conservacionista.

A competição pelos recursos nutricionais do solo entre as invasoras e as nativas, pode trazer mudanças na morfofisiologia vegetal e na quantidade e qualidade dos nutrientes absorvidos (Pivello, 2009, Vilà *et al.*, 2011, *in* Hartmann *et al.*, 2017).

As competições pelos nutrientes, pelo espaço, pela germinação das sementes das espécies nativas, entre outros, são acompanhadas pelos fatores inibitórios, das plantas exóticas invasoras, principalmente os compostos alelopáticos. Estes compostos, são definidos como qualquer alteração direta ou indireta que uma planta exerce sobre a outra através de metabólitos secundários denominados aleloquímicos (Silva *et al.*, 2011 *in* Hartmann *et al.*, 2017).

Hartmann *et al.*, 2017, referem que estes compostos alelopáticos são produzidas através do metabolismo secundário e liberadas por diferentes vias, é o caso da lixiviação dos tecidos, da dissolução em água, e volatilização de compostos aromáticos, influenciando direta ou indiretamente nas interações entre plantas. Esses aleloquímicos estão presentes em diferentes órgãos das plantas e as funções biológicas mais prejudicadas são, entre outras, o crescimento e a atividade fotossintética. Trata-se de um importante mecanismo ecológico, influenciando a vegetação existente num determinado ecossistema (Oliveira, *et al.*, 2011 *in* Hartmann *et al.*, 2017).

Segundo Marchante *et al.* (2014), quanto mais conservado estiver um determinado habitat mais resistente à invasão se torna, e existindo uma perturbação humana no ecossistema eliminando parte desse habitat nativo pode ser a chave para que a invasão ocorra espontaneamente.

Marchante *et al.* (2014) apresentam quatro principais impactes negativos causados pelas invasoras e que podemos transportar para as galerias ribeirinhas, sendo estas parte integrante dos mais ricos ecossistemas mundiais. Primeiro o elevado impacte económico, quer ao nível da produção (quando estas invadem as zonas agrícolas, florestais e piscícolas), quer na aplicação de medidas de controlo e recuperação das áreas invadidas. Depois existem os impactes na saúde pública, quando são espécies que provocam doenças, alergias ou funcionam como vetores de pragas. Outro dos impactes negativos é a diminuição da disponibilidade de água, no caso de espécies muito exigentes no consumo deste recurso natural, quer pelas suas características, quer pelas densidades que atingem. Por último, os impactes no equilíbrio dos ecossistemas conseguido ao longo de milhares de anos de evolução (alteração dos ciclos

biogeoquímicos do solo, uniformização dos ecossistemas, alteração dos regimes do fogo e das cadeias alimentares e a competição com espécies nativas, onde por vezes são totalmente destruídas.

### 1.2.2 Qualidade ambiental das linhas de água

A qualidade ambiental das linhas de água são o espelho das atividades de uma sociedade existente numa dada região, onde a linha de água se insere, por um lado avaliam o seu estado de qualidade ecológica, mas por outro define os focos de poluição e as pressões exercidas pela sociedade ao ecossistema ribeirinho.

Importa salientar, como refere Teiga (2011), que a avaliação físico-química, embora seja a tradicionalmente e historicamente considerada como a mais importante na avaliação da qualidade da água, não é suficiente para interligar com a qualidade do ecossistema. As amostragens pontuais podem não ser o retrato do ecossistema e deixar de parte os impactes cumulativos e as pressões exercidas ao longo do tempo. Uma fonte de poluição que ocorra a montante do local da amostragem pontual, terá um efeito determinante na amostra, mas se ao contrário acontecer em que a fonte de contaminação ocorre a jusante do local da amostragem, essa já não será detetada.

Torna-se muito mais completa a abordagem da qualidade ambiental e qualidade ecológica se houver a capacidade de abstração apenas dos elementos físico-químicos e foco primordial nos elementos biológicos de um determinado ecossistema.

Através dos elementos biológicos é possível retratar os acontecimentos a curto, médio e longo prazo, respondendo a escalas espaciais e temporais distintas e a pressões diversas (Oliveira & Cortes, 2006, Ferreira & Pádua, 2009, *in* Teiga, 2011).

Sendo os elementos biológicos a base da avaliação da qualidade da água de uma determinada linha de água inserida num ecossistema, os elementos hidromorfológicos e físico-químicos são considerados os parâmetros de suporte dos elementos biológicos. São os elementos responsáveis pela determinação dos fatores abióticos que condicionam a comunidade biológica (Teiga, 2011).

#### *1.2.2.1 Qualidade da água e análise dos sedimentos – Diretiva Quadro da Água (DQA)*

A DQA (Diretiva Quadro da Água) trata-se de uma ferramenta de melhoramento, proteção e monitorização das águas das águas de superfície interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas (DIRECTIVA 2000/60/CE, 2000). Esta diretiva foi criada pelo Parlamento Europeu em outubro de 2000 com base no melhoramento da qualidade das águas na EU (União Europeia), esta diretiva transposta para a ordem jurídica nacional através da Lei nº 58/2005, de 29 de dezembro (Lei da Água) e do Decreto-Lei nº 77/2006, de 30 de março.

A DQA tem como principal objetivo o fornecimento de ferramentas de avaliação ambiental que visem o alcance de um “bom estado ecológico” das águas de superfície interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas. Os esforços para alcançar este “bom estado ecológico” são realizados num período de seis anos, sendo que o primeiro período terminaria em 2015, onde se esperaria que os objetivos do programa deveriam ser atingidos até 2015, desde que nenhum pedido de extensão ou exceção de prazo fosse requerido. Os Estados-Membros que gozam de uma extensão para além de 2015 são obrigados a atingir todos os objetivos ambientais da DQA até ao final do segundo e terceiro ciclos de gestão, que se estendem de 2015 a 2021 e 2021 a 2027, respetivamente (EUROPEIA COMISSÃO, 2012 *in* Oliveira, 2017).

Conhecer as principais características da linha de água com os materiais que a água transporta em suspensão, ou os materiais que são depositados nos sedimentos, dizem muito sobre a sua qualidade.

Reis, Parker *et* Alecoão (2010), referem que é cada vez mais importante o estudo das interações entre os sistemas aquático e sedimentar à escala da bacia hidrográfica, uma vez que é possível compreender o comportamento (mobilidade e biodisponibilidade) de contaminantes orgânicos e metais em sistemas fluviais.

Citando os mesmos autores, “os sedimentos são componentes fundamentais do ambiente fluvial, providenciando nutrientes para os organismos vivos e atuando como depósito para muitos contaminantes de origem antrópica (Figura 4), devido às suas características físicas e químicas”.

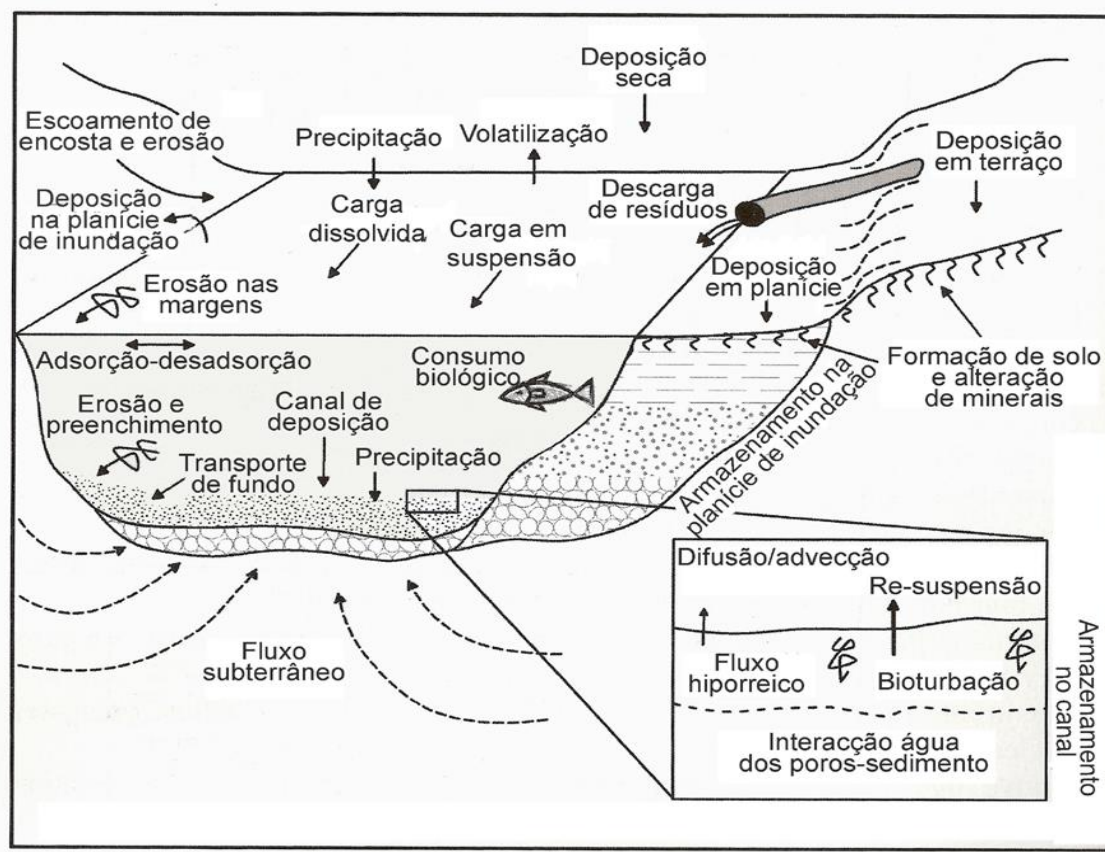


Figura 4: Modelo conceptual das interações entre os sedimentos e as linhas de água (Fonte: adaptado de Miller et Miller, 2007 in Reis, Parker et Alecoão, 2010).

Os depósitos de sedimentos acumulados nos fundos dos rios são o espelho das litologias presentes como substrato da bacia hidrográfica refletindo uma geologia regional que podem ser bastantes diferenciadas de bacia para bacia hidrográfica. Os sedimentos podem ter partículas de diferentes dimensões, desde muito grosseiras (fração  $>63\text{mm}$  = areias + balastos) até às mais finas (fração  $<63\text{mm}$  = siltes + argilas). As partículas de diferentes dimensões respondem ao hidrodinamismo fluvial de forma diferente: as mais grosseiras são transportadas por rolamento junto ao fundo ou por saltação enquanto as mais finas normalmente viajam em suspensão. É com a fração mais fina, rica em matéria orgânica particulada e argilas, que os contaminantes apresentam maior afinidade, sendo aí que os contaminantes se concentram. Em consequência, é nos sectores mais calmos do rio (baixo hidrodinamismo) que existem condições para a deposição de sedimentos ricos em vasa (siltes + argilas) e consequentemente potenciadores de se acumularem os contaminantes, tal como por exemplo nas margens de sedimentação ou junto aos açudes onde a acumulação de sedimentos é mais elevada.

A DQA aborda muito levianamente a necessidade de consideração dos sedimentos na qualidade ambiental das linhas de água, sendo uma delas citada do artigo 6 no ponto 7 “A Comissão apresentará propostas de normas de qualidade aplicáveis às concentrações das substâncias prioritárias nas águas de superfície, nos sedimentos ou no biota”, mas o que é certo é a ausência de padrões nacionais para a sua monitorização relacionados com esta diretiva.

Até ao momento, existe a Portaria n.º 1450/2007 de 12 de novembro, que permite avaliar o grau de contaminação utilizando 11 indicadores químicos dos sedimentos (oito elementos inorgânicos e três compostos orgânicos) (Figura 5). Esta quantidade de indicadores é extremamente reduzida comparativamente com os exigidos para os solos e que se encontram no “Guia Técnico – Valores de Referência para o Solo” da APA (Agência Portuguesa do Ambiente) que é utilizado como referência na seleção dos valores aplicáveis aos principais contaminantes do solo.

| Classificação de materiais de acordo com o grau de contaminação: metais (mg/kg), compostos orgânicos (ug/kg) |          |             |               |                |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------|---------------|----------------|----------|
| Parâmetro                                                                                                    | Classe 1 | Classe 2    | Classe 3      | Classe 4       | Classe 5 |
| <b>Metais:</b>                                                                                               |          |             |               |                |          |
| Arsénio.....                                                                                                 | < 20     | 20 – 50     | 50 – 100      | 100 – 500      | > 500    |
| Cádmio.....                                                                                                  | < 1      | 1 – 3       | 3 – 5         | 5 – 10         | > 10     |
| Crómio.....                                                                                                  | < 50     | 50 – 100    | 100 – 400     | 400 – 1 000    | > 1 000  |
| Cobre.....                                                                                                   | < 35     | 35 – 150    | 150 – 300     | 300 – 500      | > 500    |
| Mercurio.....                                                                                                | < 0,5    | 0,5 – 1,5   | 1,5 – 3,0     | 3,0 – 10       | > 10     |
| Chumbo.....                                                                                                  | < 50     | 50 – 150    | 150 – 500     | 500 – 1 000    | > 1 000  |
| Níquel.....                                                                                                  | < 30     | 30 – 75     | 75 – 125      | 125 – 250      | > 250    |
| Zinco.....                                                                                                   | < 100    | 100 – 600   | 600 – 1 500   | 1 500 – 5 000  | > 5 000  |
| <b>Compostos orgânicos:</b>                                                                                  |          |             |               |                |          |
| PCB (soma).....                                                                                              | < 5      | 5 – 25      | 25 – 100      | 100 – 300      | > 300    |
| PAH (soma).....                                                                                              | < 300    | 300 – 2 000 | 2 000 – 6 000 | 6 000 – 20 000 | > 20 000 |
| HCB.....                                                                                                     | < 0,5    | 0,5 – 2,5   | 2,5 – 10      | 10 – 50        | > 50     |

Figura 5: Classificação dos materiais de acordo com o grau de contaminação (Fonte: Portaria n.º 1450/2007)

### 1.2.3 Estado Ecológico

O conceito de estado ecológico é referente à qualidade estrutural e funcional dos ecossistemas aquáticos associados às águas de superfície. A forma como se expressa é através do desvio relativamente às condições de uma massa de água do mesmo tipo (são grupos de massas de água com características geográficas e hidrológicas relativamente homogêneas), em condições consideradas de referência. A ausência de pressões antropogénicas significativas e sem que se façam sentir os efeitos da

industrialização, urbanização ou intensificação da agricultura, é considerado o estado ecológico de referência, onde apenas ocorrem pequenas alterações físico-químicas, hidromorfológicas e biológicas (INAG, 2009).

A classificação do estado ecológico é analisada com base na DQA, e corresponde sempre ao elemento de pior qualidade, seja ele biológico, hidromorfológico ou físico-químico. Essa classificação será citada do INAG (2009) com referência à DQA:

a. Se para uma dada massa de água os valores para os elementos de qualidade biológica, hidromorfológica e físico-químicos correspondem totalmente ou quase totalmente aos que se verificam em condições de referência, então a massa de água está no Estado Ecológico “**Excelente**”.

b. Se para uma dada massa de água os valores para os elementos de qualidade biológica se desviam apenas ligeiramente dos valores das condições de referência, e as condições físico-químicas asseguram o funcionamento dos ecossistemas e, estão de acordo com as normas definidas para os poluentes específicos então a massa de água está no Estado Ecológico “**Bom**”.

c. Se para uma dada massa de água os elementos qualidade têm um desvio moderado das condições de referência, então a massa de água está no Estado Ecológico Razoável. Se os valores para os elementos de qualidade biológica correspondem ao Bom Estado, mas pelo menos um dos elementos de qualidade físico-química gerais e/ou específicos não satisfazem os valores correspondentes ao Bom Estado, então o Estado da massa de água é “**Razoável**”.

d. Se para uma dada massa de água as comunidades biológicas relevantes se desviarem substancialmente das normalmente associadas a esse tipo de massas de água de superfície, em condições de referência, então a massa de água está no Estado Ecológico “**Medíocre**”.

e. Se para uma dada massa de água existirem alterações graves dos valores dos elementos de qualidade e em que estejam ausentes grandes frações das comunidades biológicas relevantes normalmente associadas a esse tipo de massas de água de superfície em condições de referência, então a massa de água está no Estado Ecológico “**Mau**”.

Mediante o estado ecológico do curso de água é definida a sua estratégia de restauro fluvial, definida como “uma ferramenta estratégica para recuperar a saúde e a capacidade de proporcionar múltiplos valores e serviços ambientais” (Ward *et al.*, 2001 *in* Magdaleno *et al.*, 2018).

Segundo escreve Magdaleno *et al.*, 2018, uma das definições mais aceites a nível global é a de SER (Society for Ecological Restoration), (2004), onde escreve que o restauro ecológico consta numa atividade deliberada que inicia ou acelera a recuperação de um ecossistema, no que se refere à sua saúde, integridade e sustentabilidade. Nunes et Gonzáles, 2019, baseado em SER (2014), apontam o principal objetivo do restauro ecológico como “promover a recuperação de um ecossistema que tenha sido danificado, degradado ou destruído”.

#### 1.2.4 Bacia hidrográfica do Rio Sousa

Muitos autores escrevem sobre bacias hidrográficas e muitas são as definições a seu respeito, e Teodoro *et al*, (2007), baseado em Barrela (2001), escreve que uma bacia hidrográfica pode ser definida como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para alimentar as águas subterrâneas (aquíferos).

As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, onde se vão formando os riachos e ribeiras. À medida que vão descendo no declive vão se juntando uns com os outros, aumentando de volume e acabam por formar os primeiros rios, esses pequenos rios continuam os seus trajetos e vão recebendo água de outros tributários, formando rios de maiores dimensões até desaguiarem no oceano.

A ação humana é um dos fatores que afeta o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica, tais como alterações no curso fluvial e uso intensivo do solo, que por sua vez interfere nos processos do ciclo hidrológico, em processos físicos, químicos e biológicos dos ecossistemas fluviais e consequentemente modificando as comunidades biológicas (Karr, 1991, Tonello, 2005, in Oliveira 2017).

O declive do terreno e a sua geomorfologia vão influenciar a escorrência superficial e subterrânea, abastecidas pela precipitação dando origem à bacia hidrográfica de determinada região. Toda a atividade desenvolvida nessa área de escorrência de uma determinada bacia hidrográfica, irá afetar a qualidade das águas que chegam ao rio principal. O transporte de poluição depositada nos solos será conduzido pela água até aos riachos, ribeiras e sequencialmente até ao rio. Segundo Lima, Lima *et Rodrigues* (2019), este sistema de linhas de água forma uma rede de drenagem mais ou menos

hierarquizada, constituída pelo curso de água principal e seus afluentes e subafluentes naturais (rede fluvial) e artificiais (p.ex., valetas, canais, coletores).

O Rio Sousa corresponde a um dos principais afluentes da margem direita de um dos mais importantes rios portugueses, o Rio Douro (Lima, Lima et Rodrigues (2019)). A bacia hidrográfica do Rio Sousa possui uma área de 300,234 km<sup>2</sup> e percorre os concelhos de Felgueiras, Lousada, Penafiel, Paredes e Gondomar perfazendo um total de 95,3 quilómetros de extensão (Oliveira, 2017) (Figura 6).



Figura 6: Bacia hidrográfica do Rio Sousa e dos seus afluentes (Fonte: Oliveira, 2017)

#### 1.2.4.1 Enquadramento geográfico

Situado a noroeste de Portugal e com origem na freguesia de Friande, no concelho de Felgueiras, o Rio Sousa, em termos hidrográficos está situado na bacia hidrográfica do Rio Douro, sendo um dos seus afluentes da margem direita (Figura 6), onde irá desaguar na freguesia da Foz do Sousa em Gondomar.

Pela dimensão da sua bacia hidrográfica, e como a área de escoamento é superior a 100 km<sup>2</sup>, o Rio Sousa é classificado como um “Rio do Norte de Média-Grande Dimensão”, de acordo com o INAG, I.P. 2008 (Figura 7).



Figura 7: Rios do Norte de Portugal de Média - Grande Dimensão (Fonte: INAG, I.P. 2008)

Tem como afluentes principais na margem esquerda o rio Cavalum e na margem direita os rios Mesio e Ferreira, este último de maior significância e que nele desagua em Foz do Sousa (Gondomar). Os afluentes secundários do rio Sousa incluem, na margem esquerda e desde a nascente, a Ribeira da Ribeira, a Ribeira de Caíde, a Ribeira de Outeiro e a Ribeira de Santa Comba e na margem direita, a Ribeira da Longra, a Ribeira de Barrosas, a Ribeira de Pontarrinhas, a Ribeira de Centiais, a Ribeira de Bustelo e a Ribeira de Fontão (Oliveira, 2017).

O Rio Sousa está esculpido num vale designado o Vale do Sousa, que é uma sub-região, integrada na NUT III (Nomenclatura de Unidades Territoriais, divisões para fins

estatísticos) – Tâmega, dos quais fazem parte os municípios referidos anteriormente juntamente com o município de Castelo de Paiva, num total de 144 freguesias. Corresponde a uma área de aproximadamente 766,80 km<sup>2</sup>, o equivalente a 3,6% da região Norte, o Vale do Sousa é um território heterogéneo, de transição entre a Área Metropolitana do Porto e o interior da região Norte (Figura 8).

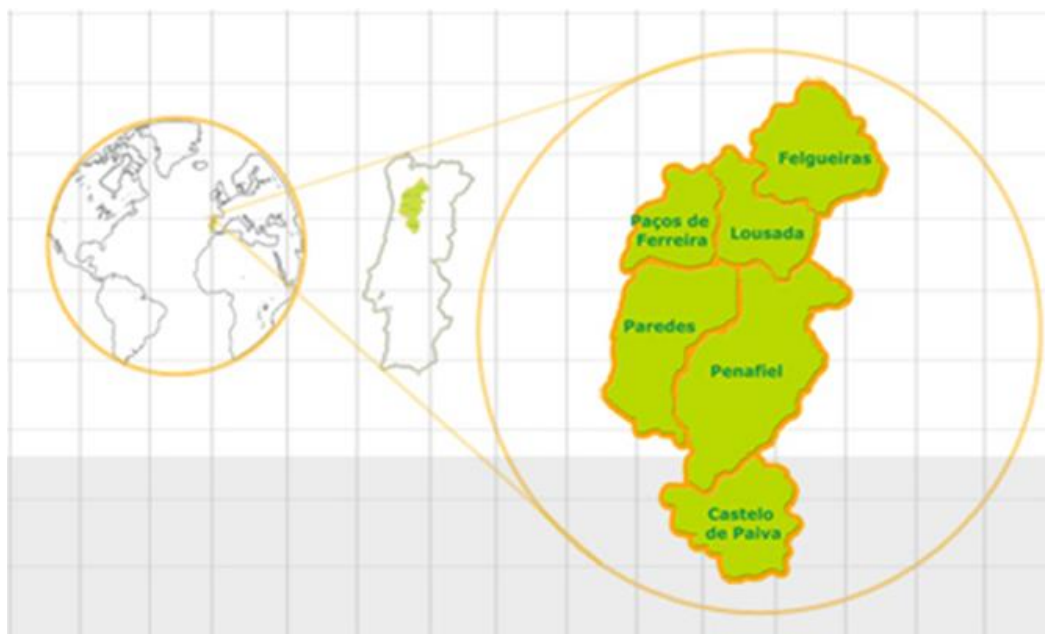


Figura 8: Região do Vale do Sousa (Fonte: [www.valsousa.pt](http://www.valsousa.pt), 2020)

Os dados do INE (Instituto Nacional de Estatística) de 2010, consultados no sítio da internet do Vale do Sousa, 2020, referem que no Vale do Sousa residem 9% (339.616) da população da região Norte, o que se traduz numa densidade populacional de 442,9 habitantes por km<sup>2</sup>, muito acima da média do Norte (177 hab./Km<sup>2</sup>) ([www.valsousa.pt](http://www.valsousa.pt), 2020).

Os primeiros 25 km do Rio Sousa são caracterizados como um rio de pequena dimensão, por sua área de drenagem ser inferior a (<) 100 km<sup>2</sup>, esta área corresponde desde a sua nascente até meados da zona sul do concelho de Paredes. No seu restante curso fluvial é definido como média-grande dimensão, com área de drenagem > 100 km<sup>2</sup> (INAG, 2008 in Oliveira, 2017).

Segundo o anexo A do relatório de 2009 da área metropolitana do Porto (Relatório Final da Rede de Parques Metropolitanos na Grande Área Metropolitana do Porto), o Vale do Sousa integra-se num domínio bioclimático atlântico setentrional, caracterizado por ter um clima relativamente chuvoso (médias anuais de pluviosidade entre 1000 e 2000 mm) e com uma persistente nebulosidade. A pluviosidade média anual ultrapassa os 1500

mm em diversas áreas mais altas dos concelhos de Paços de Ferreira, Lousada e Felgueiras, bem como entre os Vales do Sousa e do Tâmega. Este espaço é demarcado por Verões com temperaturas máximas moderadas (23º C a 29º C) nas áreas mais baixas, na proximidade dos rios Douro, Ferreira, Sousa e Tâmega, embora se registem Verões quentes (29º C a 32º C) nas áreas mais altas (planálticas ou montanhosas de média altitude, na região). Os Invernos são termicamente moderados (temperaturas mínimas médias entre 4º C e 6º C) nas áreas com menores altitudes nesta sub-região (com proximidade do leito do Douro) mas tornam-se frescos (entre 2º C e 4º C) no restante território.

É descrito na página online do Vale do Sousa (<https://www.valsousa.pt/valsousa/o-vale-do-sousa>) que, a pouco mais de 20 Kms do Porto, este território desde sempre representou um papel preponderante na ocupação e organização local, estando localizando no coração de um triângulo classificado pela UNESCO como Património Mundial da Humanidade, composto pelo Porto, Guimarães e o Vale do Douro.

#### **1.2.4.2**      *Altimetria e Rede Hidrográfica*

Os serviços de informação geográfica da Câmara Municipal de Paredes forneceram para este estudo o seguinte mapa, onde é possível verificar a altimetria na área de estudo, bem como a rede hidrográfica que está diretamente relacionada com a altimetria (Figura 9).

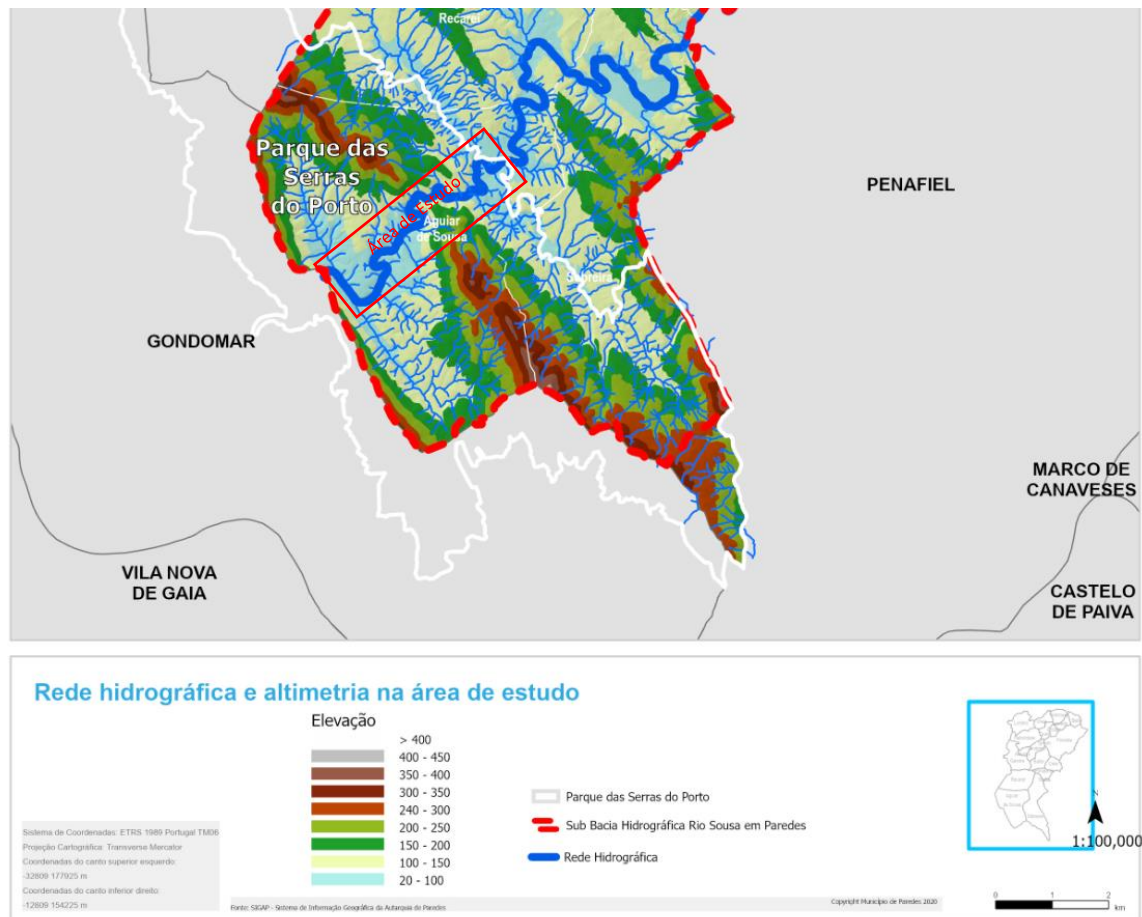


Figura 9: Rede hidrográfica e altimetria na área de estudo (Fonte: SIGAP – Sistema de Informação Geográfica da Autarquia de Paredes).

O mapa pode ser consultado na íntegra no Anexo I onde é possível ver todo o concelho de Paredes. Em relação à área de estudo, no interior do Parque das Serras do Porto, é de salientar que o Rio Sousa atravessa uma zona montanhosa verificando-se uma elevação na ordem dos 300 metros de altitude. A montante é uma zona de relativamente baixa altitude e assim continua a jusante depois de atravessar a zona de maior elevação

O fato de atravessar uma zona de elevada altitude faz com que a ramificação da rede hidrográfica seja elevada, visto que existe uma área de escorrência superficial bastante considerável, influenciando positiva ou negativamente a qualidade das águas que chegam ao Parque das Serras do Porto através do Rio Sousa.

#### *1.2.4.3 Enquadramento Geográfico da área de estudo*

A área de estudo localiza-se na freguesia de Aguiar de Sousa, pertencente ao Concelho de Paredes e Distrito do Porto. Parte integrante da NUTS III (Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos) denominada como “Área Metropolitana do Porto”.

Esta freguesia de Paredes, segundo os Censos 2011, conta com uma população residente de 1631 habitantes e 649 alojamentos familiares. Apesar da sua área de 22,4 km<sup>2</sup> (segundo a página da internet do município de Paredes), apresenta uma baixa densidade populacional, de 72,8 hab./km<sup>2</sup>, justificada pela sua extensa área florestal e de paisagem protegida.

Os acessos para Aguiar de Sousa fazem-se pela estrada nacional 319-1, 319-2 e pela A41/IC24 saída 14 (Aguiar de Sousa).

Banhada pelo Rio Sousa, e integrada na bacia hidrográfica do Rio Douro, Aguiar de Sousa conta com várias linhas de água que desaguam no Rio Sousa. Pela sua diversidade ecológica e paisagística parte do território desta freguesia está inserida na Rede Natura 2000 designada como Sítio de Valongo (Figura 10). Esta distinção de Rede Natura 2000, segundo o ICNF (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas) “é uma rede ecológica para o espaço comunitário da União Europeia”. Na imagem seguinte, podemos verificar o território deste espaço comunitário onde 1080 hectares, dos 2546 totais, pertencem ao concelho de Paredes. A restante área é partilhada por Gondomar e Valongo.

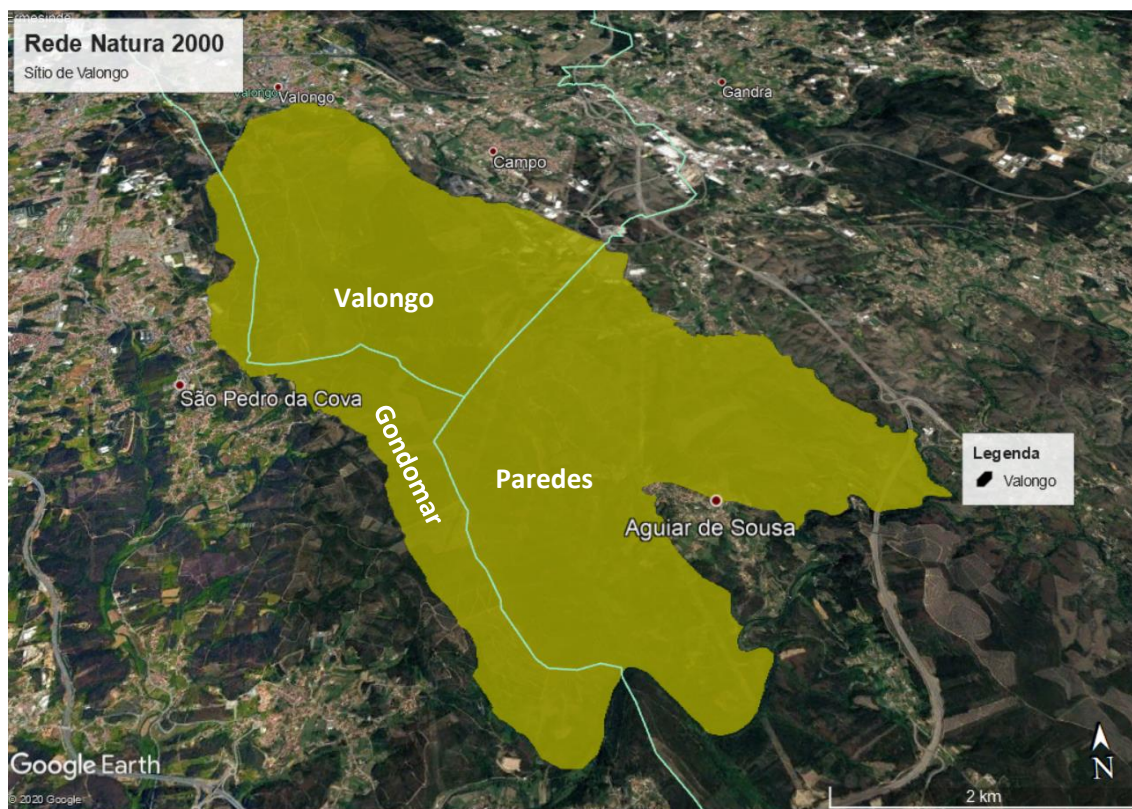


Figura 10: Sítio de Valongo Rede Natura 2000, assinalado pela mancha amarela. (Fonte: Imagem de Satélite de 03/05/2019 – Google Earth e Natura 2000 Network Viewer).

Da mesma forma que esta região foi considerada como Sítio de Interesse Comunitário, foi também criada uma zona de proteção denominada como “Parque das Serras do Porto”. Segundo o regulamento de gestão da associação de municípios do Parque das Serras do Porto, este local define-se como um conjunto das cinco serras da área metropolitana do Porto (Santa Justa, Pias, Castiçal, Banjas e Santa Iria) com um elevado valor de ordem natural e cultural, foi classificado, segundo o mesmo documento como Paisagem Protegida Regional. Local caracterizado pelos “serviços ecossistémicos que assegura e pela proximidade face a núcleos urbanos, vias de comunicação e circuitos turísticos”. O valor que está atribuído a este património sustenta-se nos pilares da geologia e na viagem paleozoica que é possível fazer (património natural - Geodiversidade), na vasta fauna e flora registada (património natural - Biodiversidade) e nos vestígios arqueológicos que ajudam a compreender a mineração aurífera que foi massivamente explorada na área (património arqueológico).

Tal como a Rede Natura 2000 a área é partilhada por 3 municípios, também o Parque das Serras do Porto está dividido por três municípios com gestão partilhada (Paredes, Valongo e Gondomar), onde Paredes assume novamente a grande maioria da totalidade da área protegida, como podemos verificar na Figura 11 com os limites administrativos e os limites do parque.

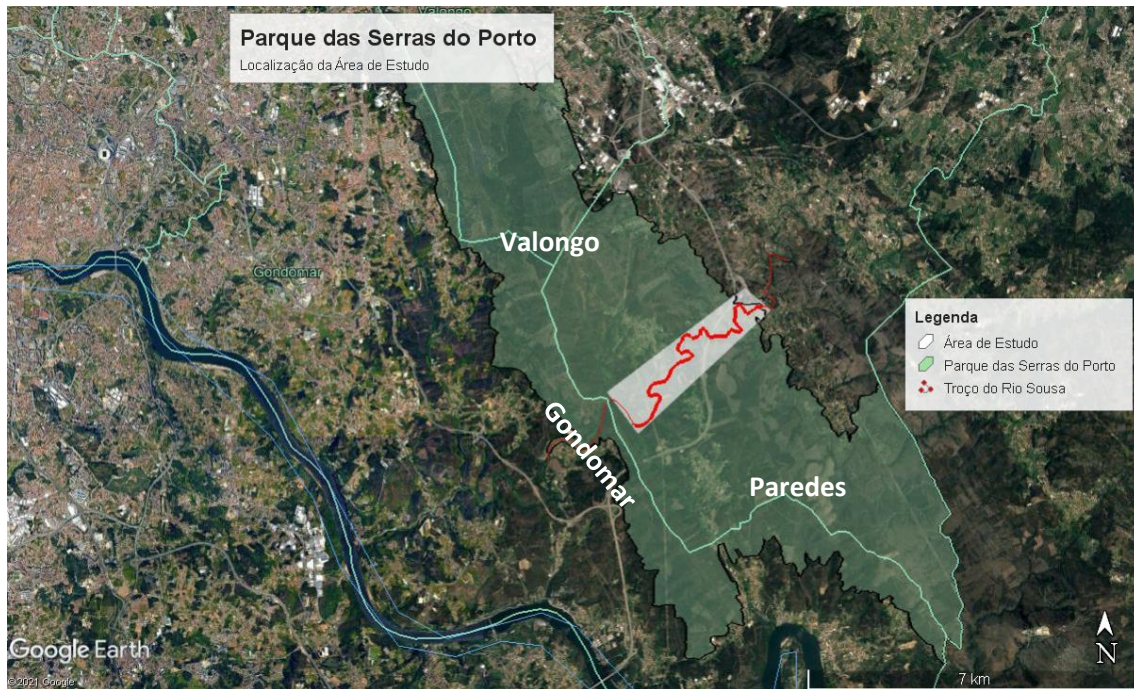


Figura 11: Parque das Serras do Porto, assinalado pela mancha a amarelo (Fonte: Imagem de Satélite de 03/05/2019 – Google Earth).

#### 1.2.4.4 Enquadramento Geológico

A área de estudo está numa zona onde se registam formações geológicas do anteordovícico e do ordovícico. A Figura 12 representa um excerto da carta geológica da Folha 09-D – Penafiel e estão visíveis na área de estudo nas formações do Ordovícico: Xistos Argilosos, Ardosíferos (“Xistos de Valongo”); Quartzitos com Cruziana e Xistos Argilosos intercalados; e nas formações do Anteordovícico: Xistos e Galvaques alternates de fáceis “flysch” e Conglomerados.

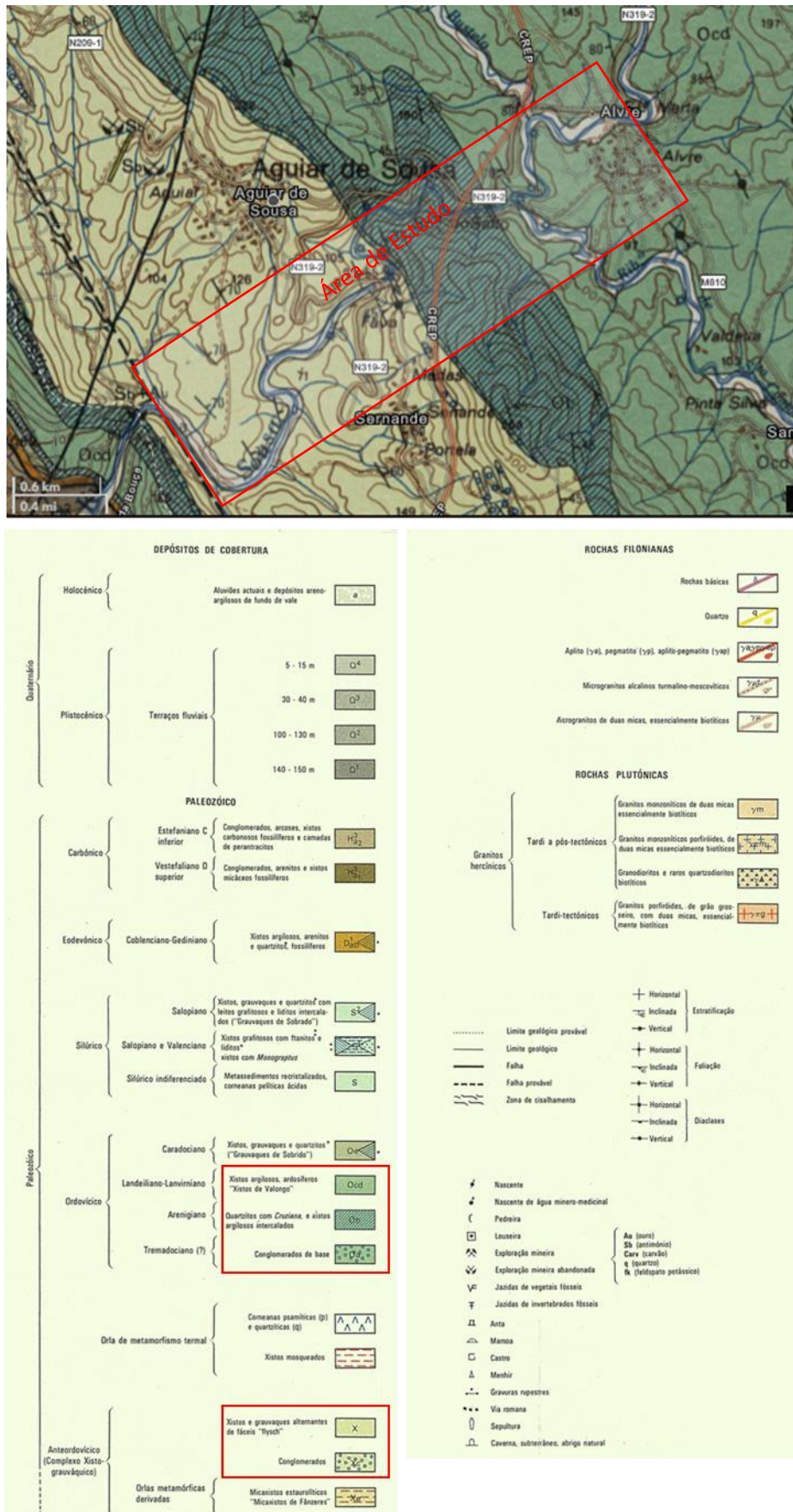


Figura 12: Excerto da Carta Geológica - Folha 09 - D - Penafiel (1981), escala original: 1/50000 (Fonte: <https://geoportal.ineg.pt>)

Fundamentado na notícia explicativa da folha 9-D Penafiel, Medeiros, Pereira *et* Moreira (1980), descrevem as unidades geológicas de forma exaustiva e da qual é apresentada uma breve nota sobre cada uma das formações da área de estudo:

- ocd – Landeiliano – Lanvirniano: A chamada formação de Valongo trata-se de uma série espessa com um elevado número de fósseis, sobretudo as *Trilobites* que se apresentam nesta formação geológica de xistos argilosos e ardosíferos;
- ob – Arenigiano: Quartezitos com Cruziana, que formam as cristas das serras de Valongeda e de Pias. Cristas constituídas por quartezitos em bancadas espessas que contêm com frequência leitos conglomeráticos de elementos de pequenas dimensões. Os fósseis mais comuns nestas formações são das espécies *Cruziana* e *Vexillum*;
- ao - Tremadociano: Conglomerado de base, como o nome indica, estão na base do Ordovícico, começando com conglomerados de elementos mais ou menos grosseiros e muitas vezes silicificado;
- x - Xistos e gauvaques: é um sistema constituído essencialmente por xistos e gauvaques em série alternante do tipo “flysch”;
- xc – Conglomerados: as intercalações no conjunto xistento de leitos conglomeráticos são frequentes, de espessura variável constituídos por elementos bem rolados, predominantemente quartezosos e em geral bem calibrados e por vezes silicificados.

#### 1.2.4.5 *Principais fontes de poluição com maior peso na qualidade ambiental*

A bacia hidrográfica do Rio Sousa tem indicadores, no que refere aos principais poluentes capazes de interferir na qualidade ambiental, que nos ajudam a perceber o que medir, monitorizar e avaliar.

A indústria transformadora emprega cerca de metade da população ativa, sendo predominantes os setores do calçado, em Felgueiras, têxtil, em Lousada, madeira e mobiliário, em Paços de Ferreira e Paredes, e exploração de granitos, em Penafiel (valsousa.pt, 2020).

Existem vários polos industriais espalhados pelo território da bacia hidrográfica do Rio Sousa, temos na região 19,1% da empregabilidade no setor da indústria do vestuário e 19,8% na indústria da madeira e mobiliário, onde na região do Vale do Sousa é

produzida e comercializada cerca de 80% da indústria mobiliária portuguesa (anexo A do relatório de 2009 da área metropolitana do Porto).

Na indústria a conversão das matérias-primas têxteis em tecidos e produtos finais requer trabalho, energia, água e outros recursos tornando o impacto desta indústria muito elevado (Fletcher, 2008 in Gonçalves, 2015). A água libertada nos meios recetores na pós-produção (tingimentos, estampagens e acabamentos), acarreta os maiores impactos negativos da produção têxtil, já que se utilizam intensamente químicos perigosos que poluem a água devido aos resíduos libertados (DEFRA, 2011 in Gonçalves, 2015).

Em todas as outras indústrias o cenário é idêntico, umas com mais libertação de poluentes diretamente nos meios recetores outras pela libertação de gases poluentes que depois se depositam nas imediações da zona industrial que são lixiviados pela chuva, atingindo as linhas de água por escorrência superficial, ou os aquíferos por infiltração no solo.

No que se refere às descargas poluentes temos nesta região um elevado défice na existência de saneamento básico, o que leva à existência de elevadas descargas diretas no meio recetor. As ETAR (Estações de Tratamento de Águas Residuais) passaram por períodos de dificuldades elevadas para conseguir manter a qualidade mínima obrigatória do efluente a rejeitar, uma vez que os equipamentos estavam completamente obsoletos e as ETAR a trabalhar muito aquém da capacidade que lhe era exigida. Vejamos que em Paredes a ETAR foi desativada e contruída mais a jusante, uma nova com muito mais capacidade em Paço de Sousa, freguesia de Penafiel. Em Paços de Ferreira a ETAR está em obras de melhoramento e durante meses os efluentes estavam a ser libertados no meio recetor sem qualquer tipo de cumprimento pelos parâmetros ambientais exigidos. São apenas dois exemplos que o Rio Sousa a cada passo tem a necessidade de se recompor após períodos de difícil controlo dos fatores ambientais causados pelos comportamentos da sociedade, o que acarreta agressões antrópicas de natureza variada e de forma continuada.

A descarga de águas residuais em meios hídricos constitui uma das principais pressões ambientais e um dos riscos mais elevados face à qualidade dos ecossistemas em Portugal (Rodrigues *et al*, 2006).

Na bacia hidrográfica do Rio Sousa existem, como principais, a ETAR de Paço de Sousa em Penafiel, a ETAR de Lodares em Lousada, e se incluirmos a bacia hidrográfica do Rio Ferreira, seu principal afluente, existem a ETAR de Arreigada em Paços de Ferreira e a ETAR de Campo em Valongo. Existem ainda ETAR's associadas às quintas de

produção de vinha, queijos e animais, que é o caso da ETAR da Quinta dos Ingleses, em Felgueiras e a ETAR da Quinda da Aveleda, em Penafiel. Embora não sejam fontes de contaminação dentro da área de estudo, são pontos a montante que influenciam a qualidade da água.

Os resultados das descargas destas águas podem causar problemas na qualidade da água do rio no que se refere à possível presença metais pesados e cargas orgânicas que podem ser suficientemente elevadas para causar problemas na autodepuração. Quando é realizada uma descarga de águas residuais numa linha de água, com substâncias orgânicas biodegradáveis, seja de origem doméstica ou origem industrial, a ação que estas águas exercem sobre a linha de água, vai depender da relação existente entre o volume de água que transporte o rio ou ribeiro, com o volume da descarga, pois será a diluição o principal fator que intervém na minimização do impacto que a descarga possa vir a causar na linha de água (Almeida, 2011).

Após receção de poluentes orgânicos o equilíbrio entre habitats é afetado, o que resulta na desorganização inicial seguida por tendência posterior à reorganização. Neste sentido, a autodepuração nas linhas de água pode ser entendida como fenómeno de sucessão ecológica, com sequência sistemática de substituição de uma comunidade por outra, até que uma comunidade se estabeleça em equilíbrio com as novas condições (Von Sperling, 1983 *in* Almeida, 2011).

Para além das fontes poluidoras pontuais a utilização de fertilizantes e pesticidas constitui fonte de poluição de carácter difuso a ser considerada, uma vez que os potenciais contaminantes percolam no solo e atingem as massas de água (superficiais e subterrâneas), elevando os níveis azoto e fósforo (Oliveira, 2017).

Das atividades económicas da região que contribuí para uma degradação ambiental das linhas de água destaca-se a produção agrícola e a pecuária, pois, segundo o anexo A do relatório de 2009 da área metropolitana do Porto (Relatório Final da Rede de Parques Metropolitanos na Grande Área Metropolitana do Porto), o concelho de Paredes e Penafiel representam juntos 50% do total da produção agrícola de cereais no Vale do Sousa. A cultura da vinha chega a ocupar 93% da parte reservada às culturas permanentes, atinge também em Paredes uma expressão muito significativa. A produção animal, sobretudo gado bovino, no Vale do Sousa, está presente em cerca de 70% das explorações agrícolas, com destaque para Paredes e Lousada (Pinto, 1996 *in* relatório de 2009 da área metropolitana do Porto).

Este tipo de poluição, onde os fertilizantes e pesticidas se difundem no solo e nas linhas de água, constitui um dos mais graves problemas a nível estratégico de mitigação de

impactos, visto que as repercussões a nível do controle da poluição e da adoção de estratégias de recuperação se tornam muitas vezes inviáveis, trazendo prejuízos ambientais a níveis sistémicos na cadeia alimentar (LOBO, 1997 in Oliveira, 2017).

A região foi também muito afetada pela procura de metais preciosos já desde a época dos romanos que exploravam ouro, antimónio, chumbo, zinco, prata, estanho e tungsténio, fruto da proximidade do anticlinal de Valongo conhecido pelas inúmeras ocorrências auríferas e respetivas explorações. Este conjunto pertence por sua vez ao distrito mineiro Durico-Beirão, que se estende desde Castro Daire até Esposende, e constituiu uma das áreas importantes de mineração aurífera Romana no Noroeste Peninsular (Lima, Mendonça *et* Félix, 2008).

Este povo, na sua época, foram verdadeiros mestres das artes mineiras, aproveitando métodos e técnicas utilizadas previamente por outros povos, mas imprimindo-lhes notáveis inovações, de tal modo que, usavam diferentes métodos de exploração, como explorações subterrâneas ou a céu aberto, ou ainda simplesmente a lavagem de terras auríferas (Nunes, 1983 *in* Teixeira, 2013).

Em Castromil, na freguesia da Sobreira que pertence ao concelho de Paredes, podem observar-se cortas romanas, que são resultantes de extensos desmontes. Sendo ainda possível observar a olho nu, antigas escombreyras que são amontoados de rocha de onde os Romanos não conseguiam extrair o metal, e galerias (Teixeira, 2013). Estes locais de escombreyras estão expostos aos agentes de transporte dos poluentes depositados. O vento e a chuva levam os metais até aos meios aquáticos transportando-os para as linhas de água, através do escoamento superficial, até chegarem ao Rio Sousa. O mesmo se passa no couto mineiro da Banjas, também ele localizado na freguesia da Sobreira, no lugar de Santa Comba, onde os poluentes são arrastados até ao Rio Sousa pela Ribeira de Santa Comba, que representa um importante afluente da sua margem esquerda.

A Figura 13 mostra de uma forma muito sucinta as principais fontes de poluição com interferência direta na qualidade ambiental das linhas de água na área de estudo.

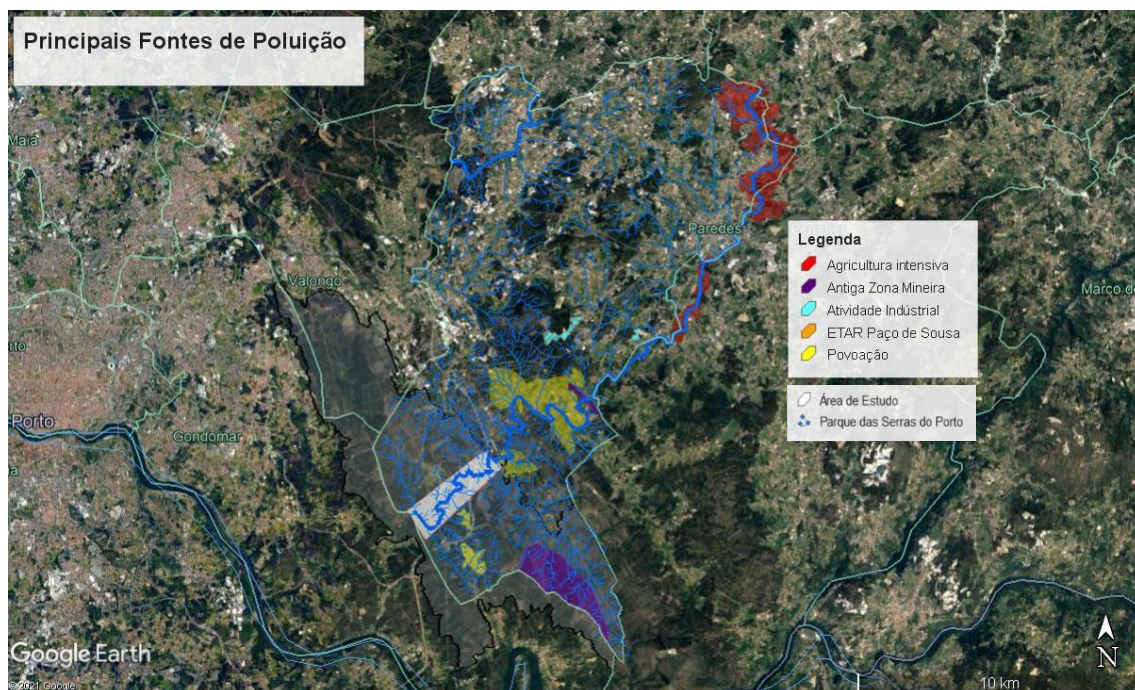


Figura 13: Localização do sector do Rio Sousa em estudo (retângulo branco) e as principais fontes de poluição com interferência direta na área de estudo (Fonte: Imagem de Satélite de 11/04/2015 – Google Earth).

De seguida apresentam-se alguns casos de poluição retratados nos últimos anos no Rio Sousa que a cada passo vão pondo a qualidade da água em prejuízo ambiental (Figura 14). Como estes casos, existem outros com igual ou superior impacto na fauna e na flora do rio. Frequentemente são alertadas as autoridades por modificação da coloração da massa de água do rio que se apresenta mais turva, indiciando aparentemente um maior transporte de material orgânico, outras vezes é o aparecimento de espuma que muitas vezes é visível em grandes quantidades nas zonas de queda de água (ex. os açudes). Outro dos sinais que por vezes é motivo de alerta da população são os cheiros da água. São estes fatores empíricos de avaliação da qualidade da água que fazem despertar a população e alertar as autoridades competentes para os crimes ambientais que são praticados e que raramente são apurados responsáveis.

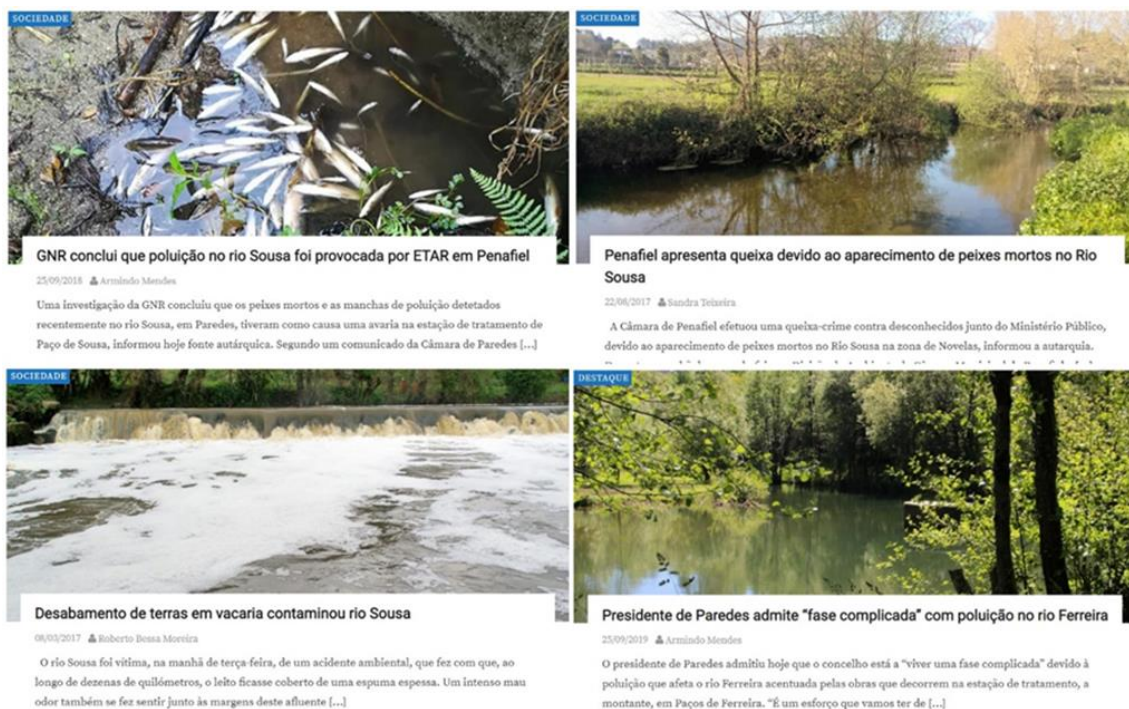


Figura 14: Retratos de poluição no Rio Sousa nos últimos anos (Fonte: <https://www.tamegasousa.pt/tag/rio-sousa/>).

## 1.3 Conceitos

Ao longo da dissertação muitos conceitos serão abordados na perspetiva de enquadrar os estudos que estão a ser desenvolvidos nesta temática, esses conceitos várias vezes redigidos serão os alicerces da construção deste documento com base científica apontado para a caracterização ambiental de uma linha de água e perceber de que forma as suas margens se comportam com a presença das plantas invasoras.

No decorrer desta primeira parte da dissertação os temas e conceitos mais abordados rondaram sempre a temática do rio, do seu estado ambiental, a flora e fauna seja ela nativa ou invasora nas mais variadas espécies, o seu estado ecológico, tanto do leito como das margens, conservação e prevenção do que ainda estiver digno de reforçar toda essa paisagem natural e restaurar aquilo que se perdeu devido à poluição, contaminação e devido também à propagação das invasoras.

Como resumo desses conceitos, é apresentada na Figura 12 uma nuvem de conceitos que resume o que foi e está a ser abordado ao longo do documento.



## Parte 2 – Metodologia Geral

### 2.1 Pesquisa bibliográfica de diagnostico da área de estudo

O Rio Sousa, embora um dos importantes afluentes do Rio Douro, não teve grandes estudos dedicados à sua qualidade ambiental, contudo, serão destacados deste ponto, três trabalhos realizados, dois deles no troço do Rio Sousa e outro no seu principal afluente que é o Rio Ferreira.

Rodrigues *et al.*, (2016), publicaram um artigo para o 8º congresso da água intitulado de “Modelação da qualidade da água do Rio Ferreira: Avaliação preliminar de riscos ambientais”. Neste estudo realizado no Rio Ferreira (afluente principal do Rio Sousa) foram simulados cenários prospetivos para analisar o impacte de condições hidrológicas extremas, designadamente períodos de estiagem. Segundo os autores, o modelo mostrou-se adequado perante esse tipo de fenómenos e permitiu avaliar, nessas condições, os riscos ambientais resultantes de descargas de águas residuais.

O estudo foi desenvolvido com base na plataforma AQUASIM e, após um processo de calibração com dados experimentais. A plataforma AQUASIM, é um instrumento numérico de simulação ambiental permitindo identificar, testar virtualmente e analisar dados de sistemas aquáticos, naturais ou artificializados (Rodrigues *et al*, 2006).

O modelo biogeoquímico foi denominado por RIFERMAQ (RloFERreiraModeloAQquasim) e foram analisados os seguintes parâmetros (Figura 16):

**Tabela 1 – Variáveis de entrada experimentais**

| Descrição                                         | Unidades               | Valor |
|---------------------------------------------------|------------------------|-------|
| pH                                                | -                      | 6,85  |
| Caudal                                            | m <sup>3</sup> /s      | 0,62  |
| Concentração de fósforo                           | gP/ m <sup>3</sup>     | 0,53  |
| Concentração de azoto amoniacal                   | gN/ m <sup>3</sup>     | 6,38  |
| Concentração de nitrito                           | gN/ m <sup>3</sup>     | 0,08  |
| Concentração de nitrato                           | gN/ m <sup>3</sup>     | 3,58  |
| Concentração de oxigénio dissolvido               | gO/ m <sup>3</sup>     | 8,65  |
| Concentração de substâncias orgânicas dissolvidas | gCQOsol/m <sup>3</sup> | 9     |
| Temperatura máxima da água                        | °C                     | 11,50 |
| Temperatura mínima da água                        | °C                     | 10,50 |
| Concentração de matéria orgânica à saída da ETAR  | gCQOsol/m <sup>3</sup> | 80    |
| Concentração de ortofosfatos à saída da ETAR      | gP/m <sup>3</sup>      | 3     |
| Concentração de N-amoniacal à saída da ETAR       | gN/m <sup>3</sup>      | 40    |

*Figura 16: Parâmetros analisados e submetidos para o modelo experimental RIFERMAQ (Fonte: Rodrigues et al, 2006).*

Após a apresentação dos resultados, e desenvolvidos os gráficos onde era perceptível a evolução dos parâmetros à saída da ETAR e a variável ano de seca chegaram às seguintes conclusões:

Em termos de avaliação dos riscos ambientais em ano hidrológico seco, o resultado da simulação efetuada pelo RIFERMAQ indica que a concentração de matéria orgânica na massa hídrica é, nessas condições, fortemente afetada pela descarga da ETAR. Em contrapartida, quando testando em ano hidrológico húmido, as concentrações de matéria orgânica e de oxigénio dissolvido mantêm-se relativamente constantes ao longo do ano. Nesse ano, o oxigénio permanece praticamente ao nível da saturação, significando um menor risco ambiental no troço, nessas condições. Concluíram também que a concentração de oxigénio dissolvido é bastante sensível ao coeficiente de rearejamento, sendo que a sensibilidade aumenta quando a concentração de oxigénio dissolvido diminui.

Oliveira, 2017, desenvolveu a sua dissertação de mestrado na Faculdade de Ciências na Universidade do Porto sobre a “Avaliação da dinâmica da comunidade microfitobentónica do rio Sousa”.

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a resposta dos microfitobentónicos às variações de stresses na massa de água, visando a análise da composição taxonómica

da comunidade microfitobentónica, ao longo do rio e nas diferenças estações do ano. Paralelamente efetuou-se a avaliação dos parâmetros físico-químicos com o objetivo de serem correlacionados com a estrutura da comunidade microfitobentónica, nas diferentes estações do ano.

As amostragens foram realizadas em quatro pontos (Figura 17) para aumentar a representatividade, desde a zona da nascente até à foz do Rio Sousa. Como o estudo pretendia representatividade também nas diferentes estações do ano, foram realizadas amostragens na primavera, verão e outono.



Figura 17: Pontos de amostragem usados para a avaliação da comunidade microfitobentónica do Rio Sousa (Fonte: Oliveira, 2017)

Os parâmetros físico químicos analisados estão apresentados na Figura 18:

Tabela. 3- Parâmetros físico-químicos, determinação e unidades

| Elementos Físico-Químicos<br>Gerais | Parâmetros                                | Unidades            |
|-------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------|
| Condições térmicas                  | Temperatura                               | °C                  |
| Condições de oxigenação             | Oxigénio dissolvido                       | mg L <sup>-1</sup>  |
|                                     |                                           | mg L <sup>-1</sup>  |
| Salinidade                          | Condutividade eléctrica                   | µS/cm <sup>-1</sup> |
| Estado de acidificação              | pH                                        | Escala de Sorensen  |
|                                     | Sólidos Suspensos Totais                  | mg/L                |
|                                     | Sólidos dissolvidos totais                | Ppm                 |
| Condições relativas a Nutrientes    | Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )  | mg L <sup>-1</sup>  |
|                                     | Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )  | mg L <sup>-1</sup>  |
|                                     | Fosfatos (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) | mg L <sup>-1</sup>  |
|                                     | Amoníaco (NH <sub>3</sub> )               | mg L <sup>-1</sup>  |

Figura 18: Parâmetros físico químicos para análise da comunidade microfitobentónica do Rio Sousa (Fonte: Oliveira, 2017)

Em relação aos parâmetros biológicos foram recolhidas amostras de sedimento superficial onde estão aglomeradas as comunidades de fitoplâncton que depois foram tratadas de modo a ser possível realizar a contagem e identificar as espécies.

A análise de dados no que refere aos parâmetros físico-químicos foi separada por parâmetro em que cada um deles foi analisado separadamente para as três amostragens realizadas. Não existem tabelas de valores, apenas gráficos de interpretação dos resultados onde não é possível saber com exatidão qual o valor medido. Em relação aos parâmetros biológicos os microfitobentos identificados no rio Sousa pertenceram a 107 taxa de 9 divisões (Bacillariophyta, Euglenozoa, Chlorophyta, Myxozoa, Charophyta, Cryptophyta, Cyanobacteria, Rhodophyta, Ochrophyta) e 76 famílias. Onde o grupo de maior representatividade foi o Bacillariophyta com 54 % de todos os géneros identificados (Oliveira, 2017).

Durante a identificação dos taxa foi possível observar a presença, em quase todos os pontos de amostragem, de microplásticos (<5 µm). Os microplásticos por serem

partículas provenientes da degradação de plásticos maiores, têm vindo a espalhar-se nos diversos ecossistemas, marinho e água doce (Galloway *et al.*, 2017, Sanchez *et al.*, 2014 in Oliveira, 2017).

Como principais conclusões podemos referir que a análise da comunidade microfítobentónica evidenciou uma grande variedade de grupos microfítobentónicos ao longo de todo o curso fluvial e em todas as estações da campanha. Do ponto de vista físico-químico da água, os quatro pontos amostrados ao longo do rio Sousa demonstraram influências de impactos negativos na qualidade da água para os parâmetros: carência química de O<sub>2</sub>, fosfatos e nitritos.

É de salientar também a referida presença dos microplásticos que abrirá uma nova perspetiva e uma nova visão a futuros trabalhos em que é possível relacionar a presença de microplásticos a grupos taxonómicos específicos.

Formigo, Antunes *et Nogueira*, (2019) realizaram a “Avaliação ecológica das linhas de água nas Serras do Porto”. Com o principal objetivo desta avaliação foi verificar o estado da qualidade ecológica e química das diferentes linhas de água que ocorrem no Parque das Serras do Porto, cumprindo os requisitos da Diretiva Quadro da Água.

Para tal foram quantificados os seguintes parâmetros:

- Parâmetros físicos e químicos de suporte geral, de acordo com a Diretiva Quadro da Água para estas tipologias de massa de água (pH, condutividade, oxigénio dissolvido, temperatura, sólidos dissolvidos totais, nitratos, azoto amoniacal, fósforo total, carência bioquímica de oxigénio);
- Macroinvertebrados bentónicos, de acordo com a Diretiva Quadro da Água para estas tipologias de massa de água (cálculo do Índice Português de Invertebrados Norte – IPTIN);
- Caracterização da área envolvente a cada local de amostragem (serviços de ecossistema, galeria ripícola);
- Caracterização da comunidade piscícola de cada linha de água analisada.

Na Figura 19 estão apresentados os pontos de amostragem realizados no estudo de Formigo, Antunes *et Nogueira* (2019), onde é possível verificar a sua expressividade espacial ao longo do Parque das Serras do Porto:

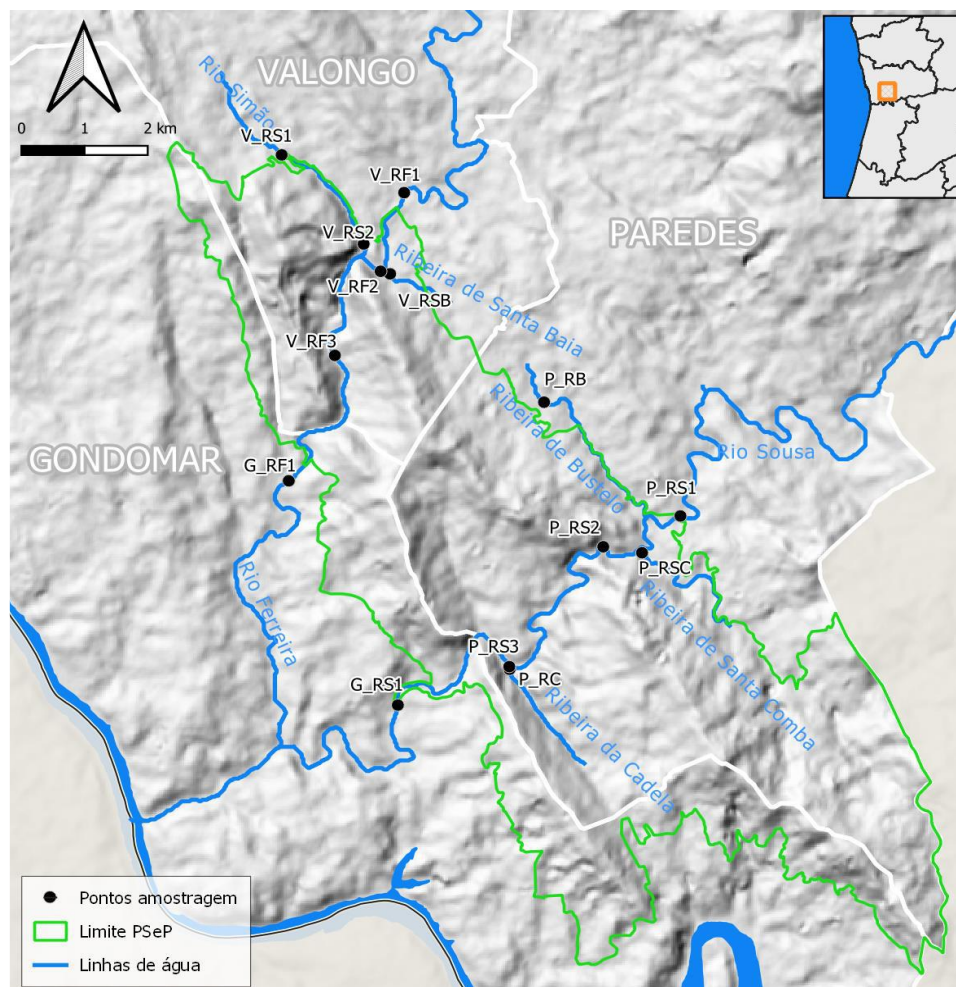


Figura 19: Mapa da área de amostragem - Parque das Serras do Porto (PSeP) evidenciando as linhas de água e os pontos de amostragem (Fonte: Formigo, Antunes et Nogueira, 2019)

A avaliação físico química da massa de água foi realizada com recurso a sonda multiparamétrica com medições e situ e determinações em laboratório, estando os resultados da avaliação apresentados na Figura 20. Na Figura 21 são apresentados os resultados da qualidade biológica – macroinvertebrados bentónicos, e por último na Figura 22 é apresentado o estado ecológico das linhas de água.

João Costa – Avaliação da Qualidade Ambiental do Rio Sousa e Recuperação da Sua Galeria Ripícola no Parque das Serras do Porto

| Ponto de Amostragem | Estação   | Temperatura (°C) | Condutividade (µS/cm) | TSD (mg/L) | pH       | Oxigénio (mg/L) | Oxigénio (%) | Nitratos (mg/L) | Azoto amoniacal (mg/L) | Fósforo total (mg/L) | CBO <sub>5</sub> (mg/L) |
|---------------------|-----------|------------------|-----------------------|------------|----------|-----------------|--------------|-----------------|------------------------|----------------------|-------------------------|
| Valores Limite      |           |                  |                       |            | ≥6 e ≤9* | ≥5              | ≥60 e ≤120   | ≤25             | ≤1                     | ≤0,10                | ≤6                      |
| V_RS1               | Primavera | 15,2             | 190                   | 190        | 6,99     | 9,63            | 96,5         | 18,9            | BDL**                  | BDL***               | 0,41                    |
|                     | Outono    | 16,7             | 228                   | 228        | 7,35     | 8,75            | 90,0         | 29,6            | 0,42                   | BDL***               | 0,49                    |
| V_RS2               | Primavera | 15,7             | 160                   | 160        | 7,34     | 10,08           | 101,8        | 22,9            | BDL**                  | BDL***               | 0,14                    |
|                     | Outono    | 16,2             | 302                   | 302        | 7,15     | 9,35            | 101,5        | 22,2            | 0,17                   | BDL***               | 0,21                    |
| V_RF1               | Primavera | 14,2             | 132                   | 132        | 6,72     | 9,95            | 97,3         | 18,0            | 0,01                   | BDL***               | 1,22                    |
|                     | Outono    | 16,8             | 273                   | 273        | 6,98     | 5,54            | 57,0         | 33,9            | 3,06                   | 0,07                 | 1,79                    |
| V_RF2               | Primavera | 14,6             | 147                   | 147        | 6,91     | 9,67            | 96,4         | 18,6            | 0,03                   | 0,17                 | 1,52                    |
|                     | Outono    | 18,2             | 431                   | 431        | 7,20     | 7,50            | 83,0         | 23,4            | 17                     | 0,53                 | 3,83                    |
| V_RF3               | Primavera | 14,7             | 148                   | 148        | 7,20     | 10,15           | 99,5         | 23,0            | 0,04                   | BDL***               | 1,22                    |
|                     | Outono    | 17,5             | 374                   | 374        | 6,88     | 7,00            | 75,0         | 42,2            | 8,85                   | 0,50                 | 1,86                    |
| V_RSB               | Primavera | 15,5             | 253                   | 253        | 7,14     | 9,96            | 100,1        | 7,0             | 0,29                   | BDL***               | 0,08                    |
|                     | Outono    | 16,2             | 973                   | 973        | 7,65     | 9,43            | 100,0        | BDL*            | 0,18                   | BDL***               | 0,55                    |
| G_RF1               | Primavera | 15,5             | 147                   | 147        | 7,20     | 9,86            | 98,6         | 22,0            | 0,04                   | BDL***               | 1,46                    |
|                     | Outono    | 17,2             | 377                   | 377        | 6,88     | 5,81            | 60,1         | 131,4           | 4,93                   | 1,50                 | 2,03                    |
| G_RS1               | Primavera | 17,2             | 159                   | 159        | 7,31     | 9,93            | 102,2        | 24,2            | 0,09                   | 0,18                 | 0,82                    |
|                     | Outono    | 17,2             | 273                   | 273        | 7,30     | 9,12            | 93,9         | 44,0            | 0,12                   | 0,62                 | 2,58                    |
| P_RS1               | Primavera | 15,1             | 196                   | 196        | 7,20     | 9,99            | 99,4         | 38,8            | 0,66                   | 0,21                 | 1,13                    |
|                     | Outono    | 16,6             | 301                   | 301        | 6,98     | 7,30            | 74,6         | 52,0            | 1,35                   | 0,73                 | 1,30                    |
| P_RS2               | Primavera | 15,4             | 186                   | 186        | 7,46     | 10,26           | 102,9        | 33,9            | 0,44                   | 0,20                 | 1,07                    |
|                     | Outono    | 17,0             | 257                   | 257        | 7,20     | 9,22            | 94,7         | 45,7            | 0,28                   | 0,63                 | 1,16                    |
| P_RS3               | Primavera | 15,1             | 181                   | 181        | 7,39     | 9,97            | 98,6         | 33,6            | 0,36                   | 0,26                 | 0,90                    |
|                     | Outono    | 16,0             | 260                   | 260        | 7,50     | 9,37            | 95,0         | 46,7            | 0,23                   | 0,61                 | 1,06                    |
| P_RB                | Primavera | 14,2             | 136                   | 135        | 6,70     | 9,62            | 94,5         | 6,6             | BDL**                  | BDL***               | 0,87                    |
|                     | Outono    | 14,5             | 136                   | 136        | 5,94     | 4,49            | 44,0         | 3,0             | 0,02                   | BDL***               | 6,71                    |
| P_RC                | Primavera | 12,8             | 95                    | 95         | 7,17     | 10,80           | 101,7        | 3,6             | BDL**                  | BDL***               | 0,53                    |
|                     | Outono    | 13,3             | 91                    | 91         | 7,70     | 10,22           | 96,9         | BDL*            | 0,02                   | BDL***               | 0,71                    |
| P_RSC               | Primavera | 14,5             | 75                    | 75         | 7,20     | 10,13           | 99,3         | 8,4             | BDL**                  | BDL***               | 0,43                    |
|                     | Outono    | 13,3             | 91                    | 91         | 7,70     | 10,22           | 96,9         | BDL*            | 0,02                   | BDL***               | 0,73                    |

\* Os valores limite indicados poderão ser ultrapassados caso ocorram naturalmente  
BDL\* - Below Detection Limit – concentração de nitratos abaixo do limite de deteção do aparelho utilizado na quantificação (<2,2 mg/L)  
BDL\*\* - Below Detection Limit – concentração de azoto amoniacal abaixo do limite de deteção do aparelho utilizado na quantificação (<0,03 mg/L)  
BDL\*\*\* - Below Detection Limit – concentração de fósforo total abaixo do limite de deteção do aparelho utilizado na quantificação (<0,01 mg/L)

Figura 20: Parâmetros físicos e químicos determinados in situ e em laboratório para cada local de amostragem, nas campanhas da Primavera e do Outono de 2019 (Fonte: Formigo, Antunes et Nogueira, 2019).

| Ponto de amostragem   | Estação   | Riqueza<br>(nº famílias, S)        | Equitabilidade                         | EPT                                | log<br>(Sel. ETD+1)                    | IASPT - 2                              | IPtIN                                  | RQE  |
|-----------------------|-----------|------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|------|
| Valores de referência |           | 30 <sup>◇</sup><br>26 <sup>◆</sup> | 0,71 <sup>◇</sup><br>0,63 <sup>◆</sup> | 16 <sup>◇</sup><br>13 <sup>◆</sup> | 1,95 <sup>◇</sup><br>1,68 <sup>◆</sup> | 4,52 <sup>◇</sup><br>3,97 <sup>◆</sup> | 1,02 <sup>◇</sup><br>1,00 <sup>◆</sup> |      |
| V_RS1 <sup>◇</sup>    | Primavera | 27                                 | 0,59                                   | 6                                  | 1,51                                   | 2,85                                   | 0,55                                   | 0,54 |
|                       | Outono    | ----                               | ----                                   | ----                               | ----                                   | ----                                   | ----                                   | ---- |
| V_RS2 <sup>◇</sup>    | Primavera | 17                                 | 0,53                                   | 5                                  | 0,30                                   | 2,47                                   | 0,48                                   | 0,47 |
|                       | Outono    | ----                               | ----                                   | ----                               | ----                                   | ----                                   | ----                                   | ---- |
| V_RF1 <sup>◆</sup>    | Primavera | 6                                  | 0,20                                   | 0                                  | 0,00                                   | 2,17                                   | 0,25                                   | 0,25 |
|                       | Outono    | ----                               | ----                                   | ----                               | ----                                   | ----                                   | ----                                   | ---- |
| V_RF2 <sup>◆</sup>    | Primavera | 14                                 | 0,51                                   | 2                                  | 0,00                                   | 2,07                                   | 0,40                                   | 0,40 |
|                       | Outono    | ----                               | ----                                   | ----                               | ----                                   | ----                                   | ----                                   | ---- |
| V_RF3 <sup>◆</sup>    | Primavera | 20                                 | 0,52                                   | 2                                  | 0,00                                   | 2,35                                   | 0,48                                   | 0,48 |
|                       | Outono    | ----                               | ----                                   | ----                               | ----                                   | ----                                   | ----                                   | ---- |
| V_RSB <sup>◇</sup>    | Primavera | 10                                 | 0,47                                   | 1                                  | 0,48                                   | 2,40                                   | 0,32                                   | 0,31 |
|                       | Outono    | ----                               | ----                                   | ----                               | ----                                   | ----                                   | ----                                   | ---- |
| G_RF1 <sup>◆</sup>    | Primavera | 20                                 | 0,47                                   | 3                                  | 0,00                                   | 2,32                                   | 0,48                                   | 0,48 |
|                       | Outono    | ----                               | ----                                   | ----                               | ----                                   | ----                                   | ----                                   | ---- |
| G_RS1 <sup>◆</sup>    | Primavera | 11                                 | 0,68                                   | 3                                  | 0,78                                   | 2,27                                   | 0,42                                   | 0,42 |
|                       | Outono    | ----                               | ----                                   | ----                               | ----                                   | ----                                   | ----                                   | ---- |
| P_RS1 <sup>◆</sup>    | Primavera | 18                                 | 0,70                                   | 5                                  | 0,85                                   | 2,83                                   | 0,56                                   | 0,56 |
|                       | Outono    | ----                               | ----                                   | ----                               | ----                                   | ----                                   | ----                                   | ---- |
| P_RS2 <sup>◆</sup>    | Primavera | 12                                 | 0,61                                   | 3                                  | 0,00                                   | 2,17                                   | 0,41                                   | 0,41 |
|                       | Outono    | ----                               | ----                                   | ----                               | ----                                   | ----                                   | ----                                   | ---- |
| P_RS3 <sup>◆</sup>    | Primavera | 13                                 | 0,58                                   | 3                                  | 0,48                                   | 3,08                                   | 0,48                                   | 0,48 |
|                       | Outono    | ----                               | ----                                   | ----                               | ----                                   | ----                                   | ----                                   | ---- |
| P_RB <sup>◇</sup>     | Primavera | 15                                 | 0,51                                   | 3                                  | 2,44                                   | 2,87                                   | 0,42                                   | 0,41 |
|                       | Outono    | ----                               | ----                                   | ----                               | ----                                   | ----                                   | ----                                   | ---- |
| P_RC <sup>◇</sup>     | Primavera | 21                                 | 0,63                                   | 11                                 | 1,68                                   | 4,67                                   | 0,77                                   | 0,75 |
|                       | Outono    | ----                               | ----                                   | ----                               | ----                                   | ----                                   | ----                                   | ---- |
| P_RSC <sup>◇</sup>    | Primavera | 16                                 | 0,79                                   | 8                                  | 1,18                                   | 3,63                                   | 0,65                                   | 0,63 |
|                       | Outono    | ----                               | ----                                   | ----                               | ----                                   | ----                                   | ----                                   | ---- |

<sup>◇</sup> Rios do Norte de pequena dimensão  
<sup>◆</sup> Rios do Norte de média-grande dimensão  
 ---- Sem resultados: processamento de amostras a decorrer

Figura 21: Valores obtidos e valores de referência das métricas que compõem o IPtIN e o respetivo RQE para cada ponto de amostragem, na campanha da Primavera (Fonte: Formigo, Antunes et Nogueira, 2019).

| Ponto de amostragem | Estação   | Elementos químicos e físico-químicos gerais | Elementos biológicos – Macroinvertebrados | Estado ecológico |
|---------------------|-----------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------|
| V_RS1               | Primavera | Bom                                         | Razoável                                  | Razoável         |
|                     | Outono    | Razoável                                    | ----                                      | ----             |
| V_RS2               | Primavera | Bom                                         | Razoável                                  | Razoável         |
|                     | Outono    | Bom                                         | ----                                      | ----             |
| V_RF1               | Primavera | Bom                                         | Medíocre                                  | Medíocre         |
|                     | Outono    | Razoável                                    | ----                                      | ----             |
| V_RF2               | Primavera | Razoável                                    | Medíocre                                  | Medíocre         |
|                     | Outono    | Razoável                                    | ----                                      | ----             |
| V_RF3               | Primavera | Bom                                         | Razoável                                  | Razoável         |
|                     | Outono    | Razoável                                    | ----                                      | ----             |
| V_RSB               | Primavera | Bom                                         | Medíocre                                  | Medíocre         |
|                     | Outono    | Bom                                         | ----                                      | ----             |
| G_RF1               | Primavera | Bom                                         | Razoável                                  | Razoável         |
|                     | Outono    | Razoável                                    | ----                                      | ----             |
| G_RS1               | Primavera | Razoável                                    | Medíocre                                  | Medíocre         |
|                     | Outono    | Razoável                                    | ----                                      | ----             |
| P_RS1               | Primavera | Razoável                                    | Razoável                                  | Razoável         |
|                     | Outono    | Razoável                                    | ----                                      | ----             |
| P_RS2               | Primavera | Razoável                                    | Medíocre                                  | Medíocre         |
|                     | Outono    | Razoável                                    | ----                                      | ----             |
| P_RS3               | Primavera | Razoável                                    | Razoável                                  | Razoável         |
|                     | Outono    | Razoável                                    | ----                                      | ----             |
| P_RB                | Primavera | Bom                                         | Medíocre                                  | Medíocre         |
|                     | Outono    | Razoável                                    | ----                                      | ----             |
| P_RC                | Primavera | Bom                                         | Bom                                       | Bom              |
|                     | Outono    | Bom                                         | ----                                      | ----             |
| P_RSC               | Primavera | Bom                                         | Razoável                                  | Razoável         |
|                     | Outono    | Bom                                         | ----                                      | ----             |

---- Sem resultados: processamento de amostras a decorrer

Figura 22: Classificação dos elementos de parâmetros físicos e químicos de suporte geral, classificação dos elementos de qualidade biológica e estado ecológico de cada ponto de amostragem nas campanhas realizadas (Primavera e Outono de 2019).

O estado ecológico é determinado com base no elemento de pior classificação entre os elementos de qualidade químicos e físico-químicos gerais e os elementos de qualidade de biológica) (Formigo, Antunes et Nogueira, 2019).

Analisando os resultados apenas dos parâmetros físicos e químicos de suporte geral pode-se concluir que 5 dos 14 pontos de amostragem apresentaram na primavera um razoável estado ecológico, enquanto os restantes caracterizaram-se por um bom estado ecológico. Contudo, no outono houve uma degradação da qualidade das águas e apenas 4 pontos apresentaram um bom estado ecológico.

No concerne ao estado ecológico (amostragem da primavera) foi possível concluir, que 6 pontos apresentaram um medíocre estado ecológico, sendo estes no rio Ferreira, no rio Sousa, na ribeira de Santa Baia e na ribeira de Bustelo. O rio Simão, o rio Ferreira, o rio Sousa (noutros pontos) e a ribeira de Santa Comba classificaram-se por um

razoável estado das águas. Por fim, a ribeira da Cadela foi a única que apresentou um bom estado ecológico na amostragem realizada na primavera de 2019. Estes resultados podem ser verificados na figura seguinte (Figura 23):

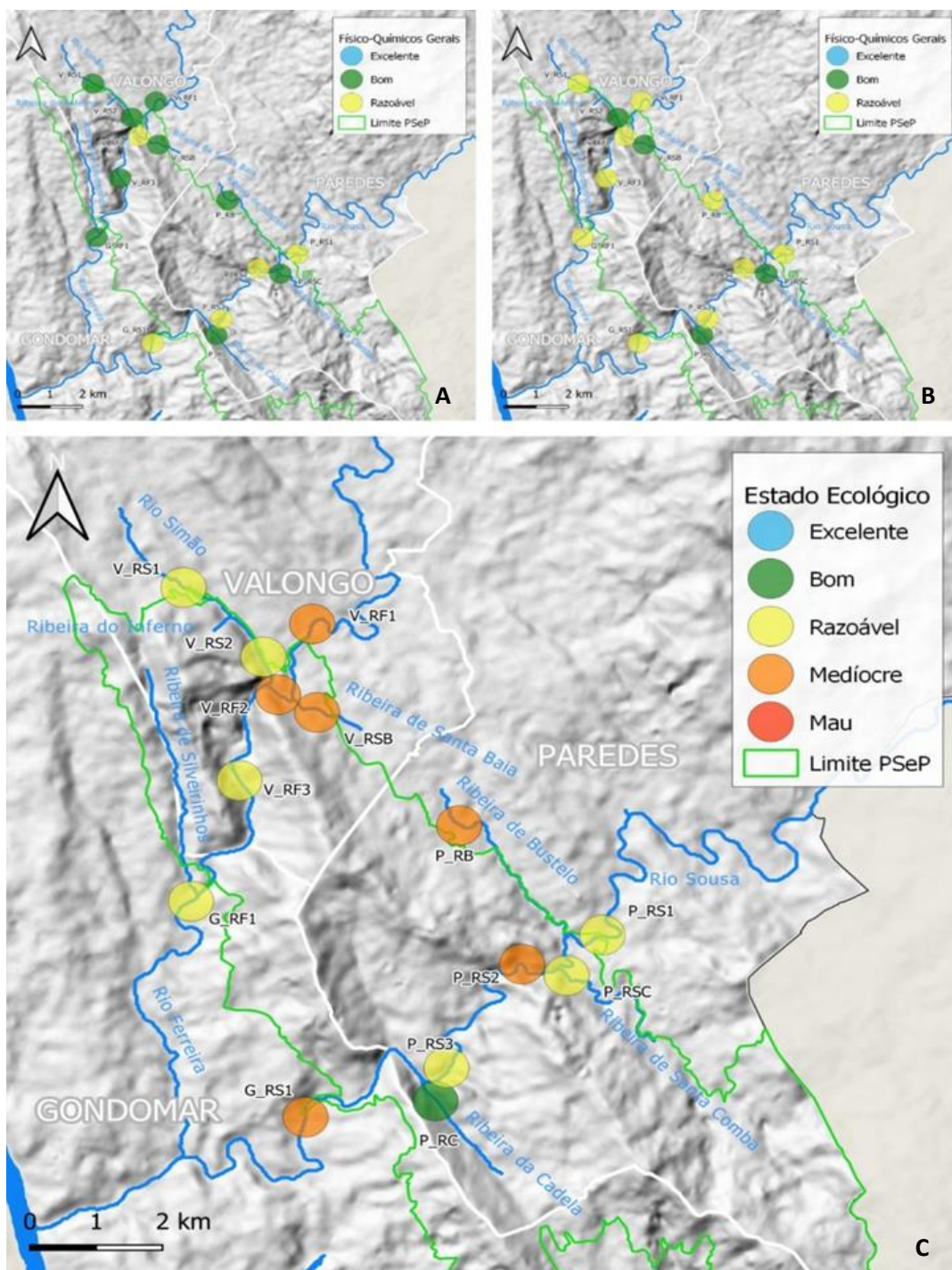


Figura 23: Resultados do estudo de “Avaliação ecológica das linhas de água nas Serras do Porto” no estudo de Formigo, Antunes e Nogueira (2019), segundo a Diretiva Quadro da Água: A – Físico-químicos gerais, Primavera; B – Físico-químicos gerais, Outono; C – Estado ecológico.

## 2.2 Metodologia geral adotada

Num ano completamente atípico pela realização deste estudo em plena pandemia associada ao Covid-19, ocorreram algumas condicionantes que limitaram a disponibilidade de tempo e deslocações necessárias para atingir os objetivos traçados para este estudo. Contudo, a capacidade de nos adaptarmos às adversidades é a chave do sucesso.

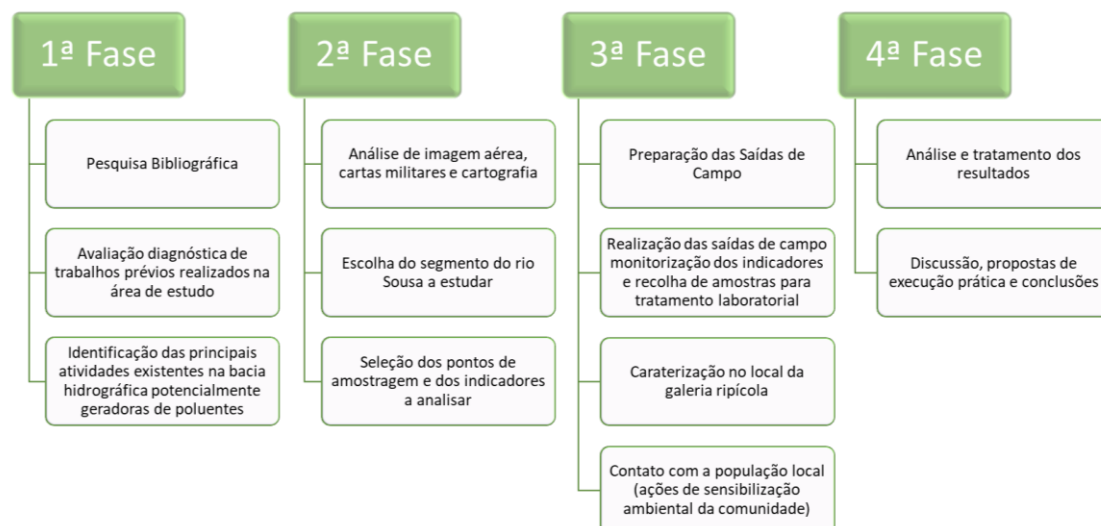
Na pesquisa de diagnóstico, contata-se que não existem na área de estudo trabalhos similares. Foram encontrados trabalhos direcionados:

- 2006 - para a qualidade da água do Rio Ferreira (afluente da margem direita do Rio Sousa) (Rodrigues et al., 2016);
- 2017 - sobre a comunidade dos microfitobentónicos no Rio Sousa (Oliveira, 2017);
- 2019 - um estudo da qualidade das águas na área das Serras do Porto, à qual o Rio Sousa faz parte (Formigo, Antunes et Nogueira, 2019).

Ao que é possível averiguar, não existem até à data estudos na região que contemplem a análise do Rio Sousa, reunindo a qualidade da água não só pela verificação física, química e microbiológica, mas também através da análise dos seus sedimentos de fundo armazenados no leito do rio e que podem potencialmente reter contaminantes, tenham eles origem natural (geologia regional), ou origem antrópica resultantes das descargas que ocorrem a montante ao longo do rio e dos seus afluentes.

A possibilidade da realização prática de observação, identificação, e recolha de amostras, é uma mais valia na assertividade deste estudo, estando o autor a usar os seus dados recolhidos em lugar de se basear nos dados de outros. E a experiência adquirida no trabalho de campo solidifica todas as bases adquiridas nas pesquisas bibliográficas realizadas.

A realização deste estudo assenta em quatro fases distintas:



Na **primeira fase** do trabalho foi realizada a etapa de aprofundamento de conhecimentos dos temas que seriam os pilares da edificação deste trabalho. Perceber o que é uma galeria ripícola, conhecer as suas funções, as ameaças ao seu normal desenvolvimento, a sua importância para o rio e a interação entre os dois. Conhecer com recurso a bibliografia disponível, as principais plantas invasoras que estão associadas à alteração das galerias ripícolas e como podem condicionar o funcionamento destas galerias e corredores ecológicos. Aprofundar conhecimentos sobre o estado ecológico desses locais e a forma como a qualidade da água pode interferir para a existência de vida das espécies mais sensíveis à poluição. Por último, conhecer a bacia hidrográfica do Rio Sousa, a forma como se desenvolve no terreno e quais as principais ameaças à qualidade das suas águas e das suas margens, o que o polui, e quais as potenciais fontes de contaminação.

Numa **segunda fase** foi necessário recorrer à cartografia (cartas militares), ao modelo digital de terreno, a fotografias aéreas do local de datas antigas. Esta abordagem permitiu definir a área de estudo (a parte do Rio Sousa que pertence ao Parque das Serras do Porto) e o local das amostragens. Foi necessário definir procedimentos, definir os indicadores a analisar (águas, sedimentos) e galeria ripícola. Definir quem, quando e onde vão ser realizadas as colheitas e as respetivas análises, nomeadamente os parâmetros analisados *in situ* e os materiais que seriam enviados para laboratório para análises posteriores e acima de tudo ao contactar os laboratórios acreditados responsáveis por essas análises perceber como acondicionar as amostras para chegarem bem conservadas e acondicionadas. Consultar e planear a próxima fase, resumem esta segunda fase do trabalho.

A **terceira fase** é a etapa mais exigente no ponto de vista da precisão que é a execução de cada tarefa, das saídas de campo e da recolha de informação e avaliação *in situ*. É desta precisão e desta fase que saem os resultados deste estudo. É tempo de aproveitar as saídas de campo para conhecer não só o rio, como as suas margens e a comunidade que o viu desde sempre e que certamente o viu degradar ao longo dos anos. Mas afinal o que se terá passado para levar a esse desfecho?

Nesta fase é fundamental conseguir levar a comunidade local às margens do rio para os aproximar mais dos problemas que se fazem sentir. Alertar para a responsabilidade ambiental comum e mostrar que todos fazem parte da solução. A organização de uma ação de sensibilização ambiental de recolha de resíduos nas margens do rio faz parte da terceira fase deste trabalho.

É com base nessa questão que se inicia a **quarta fase**, tempo de análise dos resultados (através de tabelas, gráficos, imagens, fotografias, ...) e daí preparar o fecho deste estudo e deste trabalho. Preparar um plano de ação, definir como pode ser monitorizado e ser de tal maneira intuitivo que possa ser apresentado aos órgãos de gestão desse território com o objetivo de o potenciar e de recuperar parte significativa das suas funções.

Os índices e métodos adotados condicionam a avaliação que é feita de cada elemento deste estudo, onde é pretendida avaliar a qualidade da água (valores de referência), a qualidade dos sedimentos, a qualidade da galeria ripícola ou qualidade dos ecossistemas ribeirinhos (índice QBR) e a presença das plantas invasoras (descrição na caracterização dos pontos de amostragem e na caracterização da linha de água nos pontos de amostragem).

Os valores de referência definidos para o estabelecimento dos elementos de qualidade físico-químicos gerais em rios são encontrados nos critérios para a classificação do estado de massas de água superficiais – rios e albufeiras do Instituto da Água em 2009, com base nas elevadas exigências da DQA. Esses valores podem ser consultados na Tabela 3, na coluna com os valores para os Rios do Norte.

Tabela 3: Limites máximos para os parâmetros físico-químicos gerais para o estabelecimento de Bom Estado Ecológico em Rios (in Critérios para a classificação do estado de massas de água superficiais – rios e albufeiras do Instituto da Água)

| Parâmetros                                                   | Limite para o Bom Estado                                                                              |                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                              | Agrupamento Norte<br>Tipos: M, N1 ≤ 100 km <sup>2</sup> ,<br>N1 ≥ 100 km <sup>2</sup> , N2, N3,<br>N4 | Agrupamento Sul<br>Tipos: L, S1 ≤ 100<br>km <sup>2</sup> , S1 ≥ 100 km <sup>2</sup> , S2,<br>S3, S4 |
| <b>Oxigénio Dissolvido (1)</b>                               | ≥5 mg O <sub>2</sub> /L                                                                               | ≥5 mg O <sub>2</sub> /L                                                                             |
| <b>Taxa de Saturação em Oxigénio (1)</b>                     | entre 60% e 120%                                                                                      | entre 60% e 120%                                                                                    |
| <b>Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO<sub>5</sub>) (1)</b> | ≤6 mg O <sub>2</sub> /L                                                                               | ≤6 mg O <sub>2</sub> /L                                                                             |
| <b>pH (1)</b>                                                | Entre 6 e 9 <sup>*</sup>                                                                              | Entre 6 e 9 <sup>*</sup>                                                                            |
| <b>Azoto Amoniacal (1)</b>                                   | ≤1 mg NH <sub>4</sub> /L                                                                              | ≤1 mg NH <sub>4</sub> /L                                                                            |
| <b>Nitratos (2)</b>                                          | ≤25 mg NO <sub>3</sub> /L                                                                             | ≤25 mg NO <sub>3</sub> /L                                                                           |
| <b>Fósforo Total (2)</b>                                     | ≤0,10 mg P/L                                                                                          | ≤0,13 mg P/L                                                                                        |

O índice da qualidade da galeria ripícola ou qualidade dos bosques ribeirinhos (índice QBR), foi desenvolvido por Munné, Scolà et Prat., em 1998, e posteriormente reformulado e adaptado às condições ripícolas mediterrânicas e para linhas de água persistentes (Agência Catalana de l'Aigua, 2006 in Rocha, 2017). O mesmo autor (Rocha, 2017), refere-se a este índice como “uma forma rápida e simples de avaliar a qualidade das zonas ripícolas, integrando aspetos biológicos e morfológicos”. Os níveis da qualidade da galeria ripícola variam entre o “Mau - Degradação extrema da zona ripícola” e o “Muito Bom - Zona ripícola sem alteração; estado natural” (Tabela 4).

Tabela 4: Níveis de qualidade do índice QBR (adaptado de Agência Catalana de l'Aigua (2006) in Rocha, 2017).

| Nível de qualidade |                                                 | Pontuação do índice QBR | Cor identificativa |
|--------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| <b>Muito Bom</b>   | Zona ripícola sem alteração; estado natural     | ≥95                     |                    |
| <b>Bom</b>         | Zona ripícola ligeiramente perturbada           | 75-95                   |                    |
| <b>Moderado</b>    | Início de alteração importante da zona ripícola | 55-70                   |                    |
| <b>Deficiente</b>  | Alteração forte da zona ripícola                | 30-50                   |                    |
| <b>Mau</b>         | Degradação extrema da zona ripícola             | ≤25                     |                    |

Segundo Monteiro (2013), este índice baseia-se em quatro componentes do habitat ripícola:

- 1) “grau de cobertura da vegetação ribeirinha;
- 2) estrutura da cobertura;

3) qualidade da cobertura;

4) grau de naturalidade do canal fluvial”.

Tem também a particularidade de classificar o tipo geomorfológico da galeria ripícola ajudando a perceber o potencial que a zona tem para receber um bosque ribeirinho. Este método desenvolvido por Munné, Scolà *et* Prat (1998), deu origem a adaptações e neste trabalho foi utilizado o índice adaptado por Monteiro (2013), e pode ser consultado no Anexo II.

## 2.3 Trabalho de Campo

Aquando da programação das saídas de campo era intenção que a campanha decorresse na Primavera para coincidir com a oportunidade da recolha de amostras numa altura do ano em que as plantas estão num estado de desenvolvimento que permite uma identificação mais assertiva. No entanto, os sucessivos períodos de confinamento impostos pela pandemia Covid-19 fizeram adiar as datas previstas e a campanha de campo para monitorização e recolha de amostras realizou-se no dia 6 de janeiro de 2021, numa altura em que o Rio Sousa apresentava um caudal mediano após uma semana de temporal. Os trabalhos de preparação permitiram escolher um sector do Rio Sousa com 6135 m de comprimento onde foram selecionados quatro locais de amostragem (Figura 24), tendo-se referenciado de acordo as amostras de águas e sedimentos com as seguintes referências: J-RS1, J-RS2, J-RS3, J-RS4.

A saída de campo foi previamente preparada, as tarefas daquela saída eram bem definidas e acompanhava uma ficha de campo para caracterização prévia do local e anotações.

Para a análise, *in situ*, de alguns parâmetros da água foram usadas sondas multiparamétricas para medição da temperatura, condutividade, salinidade, oxigénio dissolvido, a percentagem de saturação de oxigénio dissolvido (OD) (Figura 25), para a medição da turbidez foi necessário o Disco de Secchi (Figura 26) e fez também parte do pacote de matérias a levar para o campo a câmara fotográfica para registar cada pormenor de interesse ao estudo. Para os restantes parâmetros a avaliar em laboratório, foram recolhidas amostras de águas para recipientes (Figura 27) cedidos pelo laboratório e mantidas refrigeradas, em arcas, até à sua entrega no próprio dia da recolha nos laboratórios da LPQ.

Para a recolha dos sedimentos foi utilizada uma draga Van Veen (Figura 28), lançada a partir da margem, tendo-se selecionado locais de reduzido hidrodinamismo, para fazer coincidir com locais onde os sedimentos tivessem preferencialmente textura mais fina. Em locais de menos profundidade a amostragem de sedimentos foi realizada com recurso a pá plástica, não sendo necessário lançar a draga para a captura de sedimentos.

Os pontos de amostragem representam a globalidade tanto do território geográfico que ocupam como a sua dispersão pelo Rio Sousa, foram escolhidos estes pontos também pela existência do estudo apresentado em 2.1 onde posso fazer coincidir 3 dos 4 pontos apresentados, assim, temos o primeiro ponto de amostragem (J\_RS1) imediatamente no início do Parque das Serras do Porto que representa como a água está a chegar ao parque, temos dois pontos intermédios (J\_RS2 e J\_RS3) dentro do parque e um último (J\_RS4) no final do território de Paredes e já muito próximo do limite mais a jusante do Rio dentro do parque (Figura 24 e Tabela 5).

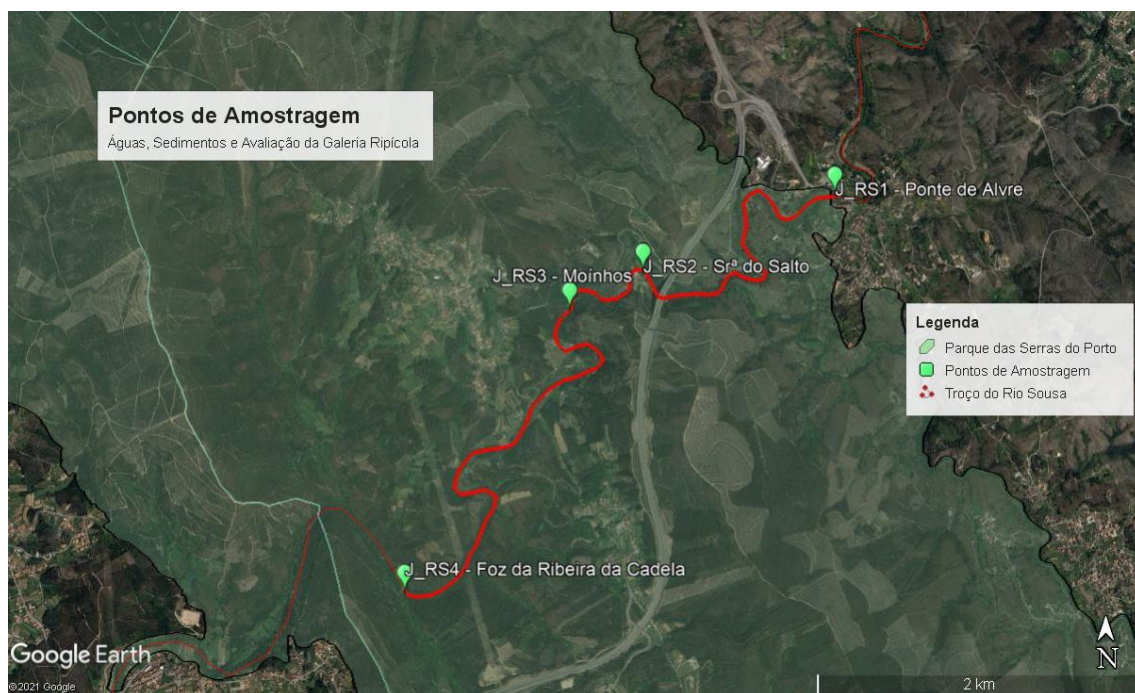


Figura 24: Pontos de amostragem adotados para a caracterização da qualidade da água, sedimentos e galeria ripícola (Fonte: Imagem de Satélite de 03/05/2019 – Google Earth)

Tabela 5: Localização dos pontos de amostragem

| Ponto de Amostragem | Localização             | Município |
|---------------------|-------------------------|-----------|
| J_RS1               | 41.133284°N; 8.418648°W | Paredes   |
| J_RS2               | 41.128737°N; 8.433174°W | Paredes   |
| J_RS3               | 41.126643°N; 8.438789°W | Paredes   |
| J_RS4               | 41.74015°N; 8.253375°W  | Paredes   |

As seguintes figuras retratam o momento de recolha das amostras garantindo sempre as normas de segurança, face ao período em vigor, e garantindo sempre a limpeza dos materiais de recolha de uma amostra para a outra para evitar possíveis contaminações de material trazido de outro ponto de amostragem.



Figura 25 (A e B): Medição e leitura dos parâmetros com recurso a sonda multiparamétrica (Fotos de: Ana Carolina Cruces Ferreira).



Figura 26 (A e B): Medição da turvação com recurso ao Disco de Secchi (Fotos de: Ana Carolina Cruces Ferreira).



Figura 27 (A e B): Procedimento da recolha de amostras de água (Fotos de: Ana Carolina Cruces Ferreira).



Figura 28 (A e B): Recolha de amostra de sedimentos com recurso a uma draga do tipo Van Veen (Fotos de: Ana Carolina Cruces Ferreira)

De salientar a presença dos orientadores na recolha das amostras e na caracterização da galeria ripícola onde a vasta experiência que têm de terreno foi fundamental para a qualidade e precisão do trabalho realizado.

A ficha de caracterização prévia do local foi adaptada de Rocha (2017), e contém os seguintes elementos:

- Largura aproximada da linha de água
- Geomorfologia do leito
- Elementos registados na sonda multiparamétrica
- Apreciação empírica da qualidade da água
- Vestígios de humanização
- Particularidades do local

- Presença de espécies invasoras
- Identificação de espécies autóctones.

Para a saída de campo onde era pretendida a caracterização da qualidade do bosque ribeirinho foi levada a ficha de preenchimento do índice QBR (ANEXO II), descrito anteriormente no ponto 2.2 (Metodologia geral adotada). Para o preenchimento dos dados do índice foram adotados os mesmos pontos de amostragem e uma área onde a vista alcance, tanto para montante como para jusante, e assim conseguir uma realidade mais aproximada de toda a área de estudo e mais abrangente e não apenas focado num ponto.

Para cumprimento desta parte do trabalho de campo foram realizadas visitas ao local e as recolhas de informação e de amostras efetuaram-se entre os meses de setembro de 2020 a janeiro de 2021 e decorriam no período de aproximadamente 2 a 4 horas, dependendo da tarefa a realizar e das dificuldades encontradas durante o cumprimento dos objetivos de cada dia.

## 2.4 Trabalho de Laboratório

Alguns parâmetros tiveram de ser analisados em laboratório (Tabela 7), pelo que as amostras de água e sedimentos tiveram de ser devidamente acondicionadas antes do envio para laboratórios acreditados:

- Para as análises às águas as amostras foram recolhidas para recipientes cedidos pelo laboratório e mantidas refrigeradas em arcas até à sua entrega no próprio dia da recolha nos laboratórios da **LPQ (Laboratório Pró Qualidade)** situado em Vila Nova de Gaia, que determinou o pH, a carência bioquímica de oxigénio (CBO<sub>5</sub>), a carência química de oxigénio (CQO), nitratos, fosfatos, fósforo total e azoto amoniacal. Os parâmetros microbiológicos contratados foram os enterococos, *Escherichia coli*, coliformes fecais e coliformes totais;
- Os sedimentos, foram acondicionados em frascos e colocados em caixas refrigeradas tendo sido enviadas no próprio dia, por avião, para o laboratório **SYNLAB Analytics & Services B.V. Rotterdam**, Países Baixos. Nestes materiais foram determinados parâmetros sedimentológicos (texturais) e químicos (elementos/compostos inorgânicos e orgânicos).

Na Tabela 7 indicam-se os parâmetros analisados *in situ* e no laboratório para as águas e para os sedimentos. Ainda para os sedimentos, nos laboratórios da Universidade Lusófona procedeu-se à separação da fração superior a 63 $\mu$ m, por via húmida, utilizando um crivo de 63 $\mu$ m. O sedimento húmido foi colocado num crivo de 63 $\mu$ m, e foi sendo lavado com água da torneira para eliminar a fração mais fina (siltes e argilas). Após algum tempo repetindo o procedimento fica retido no crivo apenas a fração mais grosseira (areias + balastros) que foi transferida para um recipiente e colocada a secar em estufa a 100°C. Após secagem as amostras foram observadas e fotografadas à lupa binocular para descrição das características texturais, e avaliação morfológica e composicional.

A lista de parâmetros medidos no local e nos respetivos laboratórios encontram-se discriminados na seguinte tabela (Tabela 7). Encontra-se dividida em duas variantes fundamentais sendo elas o tipo de amostra e se foi realizada no local ou em laboratório.

Tabela 7: Lista de parâmetros analisados no local e no laboratório para água superficial

| Tipo de Amostragem | Parâmetros Analítico         | No local | No laboratório |
|--------------------|------------------------------|----------|----------------|
| Águas              | Temperatura                  | X        |                |
|                    | Condutividade                | X        |                |
|                    | Salinidade                   | X        |                |
|                    | OD                           | X        |                |
|                    | % Saturação de OD            | X        |                |
|                    | Turbidez                     | X        |                |
|                    | pH                           |          | X              |
|                    | CBO <sub>5</sub>             |          | X              |
|                    | CQO                          |          | X              |
|                    | Nitratos                     |          | X              |
|                    | Fosfatos                     |          | X              |
|                    | Fósforo Total                |          | X              |
|                    | Azoto Amoniacal              |          | X              |
|                    | Enterococos                  |          | X              |
|                    | Escherichia coli             |          | X              |
|                    | Coliformes Fecais            |          | X              |
|                    | Coliformes Totais            |          | X              |
| Sedimentos         | Matéria Seca (MS)            |          | X              |
|                    | COT (carbono orgânico total) |          | X              |
|                    | Arsénio (As)                 |          | X              |
|                    | Alumínio (Al)                |          | X              |
|                    | Cádmio (Cd)                  |          | X              |
|                    | Cobre (Cu)                   |          | X              |
|                    | Crómio (Cr)                  |          | X              |

|  |                               |  |          |
|--|-------------------------------|--|----------|
|  | <b>Mercurio (Hg)</b>          |  | <b>X</b> |
|  | <b>Níquel (Ni)</b>            |  | <b>X</b> |
|  | <b>Ferro (Fe)</b>             |  | <b>X</b> |
|  | <b>Manganês (Mn)</b>          |  | <b>X</b> |
|  | <b>Chumbo (Pb)</b>            |  | <b>X</b> |
|  | <b>Zinco (Zn)</b>             |  | <b>X</b> |
|  | <b>PCB 101</b>                |  | <b>X</b> |
|  | <b>PCB 118</b>                |  | <b>X</b> |
|  | <b>PCB 138</b>                |  | <b>X</b> |
|  | <b>PCB 153</b>                |  | <b>X</b> |
|  | <b>PCB 180</b>                |  | <b>X</b> |
|  | <b>PCB 28</b>                 |  | <b>X</b> |
|  | <b>PCB 52</b>                 |  | <b>X</b> |
|  | <b>Antraceno</b>              |  | <b>X</b> |
|  | <b>Benzo(a)antraceno</b>      |  | <b>X</b> |
|  | <b>Benzo(a)pireno</b>         |  | <b>X</b> |
|  | <b>Benzo(ghi)perileno</b>     |  | <b>X</b> |
|  | <b>Criseno</b>                |  | <b>X</b> |
|  | <b>Fenantreno</b>             |  | <b>X</b> |
|  | <b>Fluoranteno</b>            |  | <b>X</b> |
|  | <b>Indeno(1,2,3-cd)pireno</b> |  | <b>X</b> |
|  | <b>Pireno</b>                 |  | <b>X</b> |
|  | <b>Hexaclorobenzeno</b>       |  | <b>X</b> |
|  | <b>Fração &lt;20µm</b>        |  | <b>X</b> |
|  | <b>Fração &lt;2mm</b>         |  | <b>X</b> |
|  | <b>Fração &lt;2µm</b>         |  | <b>X</b> |
|  | <b>Fração &lt;63µm</b>        |  | <b>X</b> |
|  | <b>Fração &gt;2 mm</b>        |  | <b>X</b> |
|  | <b>Peso específico</b>        |  | <b>X</b> |

# Parte 3 – Resultados e discussão – Caracterização ambiental da área de estudo

## 3.1 Caracterização do troço de Rio Sousa alvo de estudo

A caracterização passará por várias etapas, desde a descrição dos pontos de amostragem, à caracterização química, microbiológica e dos sedimentos, caracterização da galeria ripícola e caracterização das margens do rio recorrendo a fotografia aérea ao longo dos anos. Esta visão do estado atual deste troço do Rio permitirá perceber quais as medidas necessárias para o recuperar e valorizá-lo ainda mais pela importância que tem no território onde se insere e pela distinção ecológica que a zona representa para a região norte do país.

### 3.1.2 Descrição sumária dos pontos de amostragem

Neste ponto são apresentadas as principais características dos pontos de amostragem que vão influenciar positiva ou negativamente a caracterização da galeria ripícola, bem como a presença de espécies autóctones e invasoras, a presença de património construído nas margens do rio, a construção de açudes que têm vinculados os fatores de humanização.

#### 3.1.2.1 Ponto J\_RS1 - Ponte de Alvre

No ponto de amostragem designado como J\_RS1 - “Ponte de Alvre” (Figura 29), temos o ponto mais a montante da rede de amostragem, e fica no limite onde o Rio Sousa entra no Parque das Serras do Porto. Trata-se de uma zona onde existe acumulação de

sedimentos e onde o caudal é reduzido mesmo nesta altura do ano (janeiro). É uma zona ladeada por campos agrícolas de agricultura familiar e a galeria ripícola resume-se a algumas árvores autóctones (castanheiros, choupos e plátanos) e na margem esquerda também conta com a presença de vinha. Existem na margem direita umas habitações e um café/restaurante com as fossas sépticas próximas da margem do rio, visto que nesta localidade não existe ainda saneamento básico.

Imediatamente a jusante do ponto de amostragem existe uma ponte onde passam veículos com alguma frequência e pode ocorrer algum tipo de contaminação, embora residual.

A vegetação rasteira das margens é composta por herbáceas, e no leito do rio importa salientar a presença da espécie protegida colher-de-folha-comprida (*Potamogeton nodosus*) e por outro lado a presença da considerada invasora pinheirinha (*Myriophyllum aquaticum*) em algumas manchas à superfície.



Figura 29: Caraterização do ponto de amostragem J\_RS1 – Ponte de Alvre.

A – Aspeto da secção do canal e das margens (vista para montante) com as casas de habitação e o café na margem direita; B – Açude, construção no leito do rio e acumulação de sedimentos; C – Ponte a jusante do casario (vista para jusante); D – Colher-de-folha-comprida; E – Mancha de pinheirinha na tona da água

### 3.1.2.2 Ponto J\_RS2 – Senhora do Salto

No ponto de amostragem designado como J\_RS2 - “Senhora do Salto”, estamos igualmente num local de acumulação de sedimentos mais finos, o que se torna um ponto preferencial para identificação e deteção de possíveis contaminantes/poluentes nos sedimentos de fundo.

Entre o ponto de amostragem caracterizado anteriormente, e este ponto, desaguardam duas importantes ribeiras, Ribeira de Bustelo no lado direito e a Ribeira de Santa Comba do lado esquerdo. A qualidade da água pode com estas duas ribeiras ser influenciada positiva ou negativamente

A caracterização da zona envolvente ao local de amostragem permite verificar que esta está claramente influenciada pela presença das plantas consideradas invasoras. Acácias e mimosas como espécies arbóreas dominantes e a pinheirinha como espécie dominante na superfície da água fluvial (Figura 30). É possível identificar algumas árvores autóctones, mas as invasoras tornam-nas despercebidas. Neste local a pressão antrópica faz-se sentir pela presença assídua de muitos visitantes, uns pela história do local que remete à Nossa Senhora do Salto, existindo uma capela e um local de romaria, outros pela prática desportiva (corridas, caminhadas, voltas de bicicleta, escalada), outros pelo convívio visto ser uma zona de parque de merendas e outros apenas pela beleza do local. A formação geológica, o rio, as cascatas, a imensidão do rio a desaparecer nas escarpas são apenas alguns dos motivos que fazem este local ser uma atração turística.



Figura 30: Caracterização do ponto de amostragem J\_RS2 – Senhora do Salto

A - Grandes manchas da espécie invasora pinheirinha à superfície do leito do rio; B - Presença de mimosas e acácias nas margens e galeria ripícola; C - . Presença de habitações e açude (fatores de humanização)

### 3.1.2.3 Ponto J\_RS3 – Moinhos

Neste Ponto J\_RS3 – “Moinhos” – escolheu-se, para recolher sedimentos, a zona a montante do açude por coincidir com um local de menor hidrodinamismo, onde se acumulam preferencialmente sedimentos finos. Trata-se de uma zona sem grandes movimentações porque não existem habitações por perto e por se tratar de uma zona completamente fechada de vegetação.

Neste ponto culmina a “garganta da Srª do Salto” que corresponde a um troço fluvial onde o encaixe erosivo do rio definiu vertentes declivosas e por isso com margens muito curtas. Entre o ponto de amostragem anterior e este local toda a extensão é caracterizada por ser densamente povoada por plantas consideradas invasoras, as acácias (*Acacia melanoxylon*) e mimosas (*Acacia delbata*) são as espécies que definem o coberto vegetal a par dos eucaliptos.

Na galeria ripícola são escassas as árvores autóctones, conseguimos identificar um choupo e um sobreiro e espécies invasoras por todo o lado. São tão densas que invadem toda a margem até ao leito do rio, sendo propícia a acumulação de vários resíduos nos seus troncos, principalmente quando o rio perde volume depois das estações mais chuvosas. Para além das espécies descritas anteriormente, a pinheirinha (*Myriophyllum aquaticum*) continua a aparecer em grandes aglomerados à superfície da água e ainda neste ponto vemos uma grande mancha verde coberta com outra espécie invasora vulgarmente conhecida como erva-da-fortuna (*Tradescantia fluminensis*).

De salientar a jusante do ponto de amostragem J\_RS2 e a montante do J\_RS3, a existência de duas habitações, um café/restaurante, um centro interpretativo com casas de banho e uma casa de turismo habitação. Em todos estes pontos não existe saneamento básico, em que o escoamento dos esgotos é feito através de fossas sépticas na margem do rio (Figura 31).

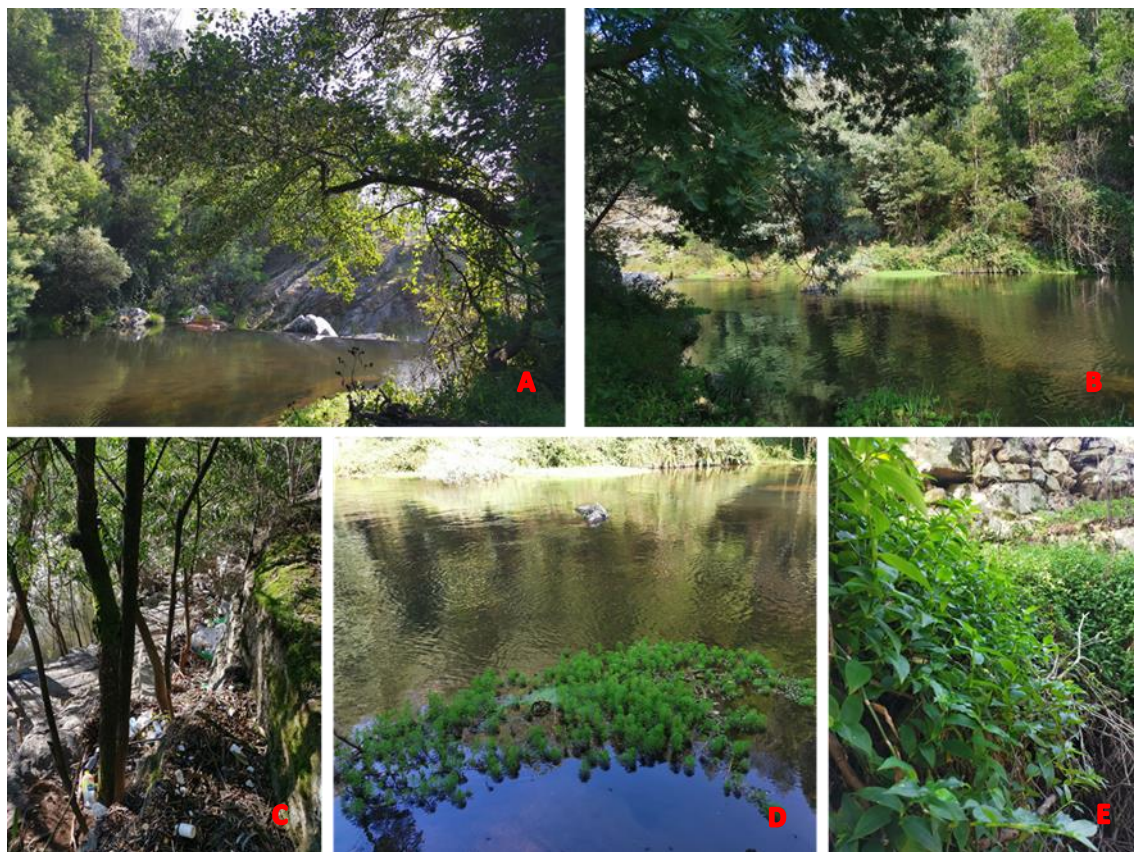


Figura 31: Caracterização do ponto de amostragem J\_RS3 – Moinhos

(A e B - Densidade arbórea na galeria ripícola onde é fortemente vinculada a presença das espécies invasoras; C - Acumulação de resíduos devido à densidade de vegetação até ao leito do rio; D - Presença da espécie invasora pinheirinha; E - Presença da espécie invasora erva-da-fortuna).

#### 3.1.2.4 Ponto J\_RS4 – Foz Ribeira da Cadela

No ponto mais a jusante do Rio Sousa dentro do Parque das Serras do Porto e pertencente ao concelho de Paredes está situado o ponto de amostragem J\_RS4 – “Foz Ribeira da Cadela”. Local densamente ocupado por vegetação herbácea e arbórea, com um misto de espécies autóctones com invasoras.

Conseguimos identificar salgueiros, choupos, castanheiros e plátanos como espécies autóctones e ao mesmo tempo acácias e mimosas. No leito do rio continuamos a verificar a presença da pinheirinha a formar grandes manchas à superfície.

Neste local, tal como nos anteriores é uma zona onde existe um açude, logo é garantida uma grande quantidade de sedimentos acumulados. Tem também a particularidade de coincidir com a foz da Ribeira da Cadela que se encontra na margem esquerda do Rio Sousa (Figura 32).

Entre o ponto anterior e o ponto J\_RS4 existe pouca atividade humana, visto estar entre uma zona maioritariamente florestal, tal como a Ribeira da Cadela que surge de uma zona também florestal e de pouca atividade humana, pelo que não será de esperar uma degradação da qualidade da água ou dos sedimentos de fundo, sobretudo de poluentes e contaminantes de origem não natural.



Figura 32: Caracterização do ponto de amostragem J\_RS4 – Foz da Ribeira da Cadela

(A e B: Densidade arbórea da galeria ripícola e a mistura entre espécies autóctones com as invasoras. Presença de manchas de pinheirinha à tona do leito do rio).

### 3.1.3 Caracterização Físico-química

A monitorização dos parâmetros físico-químicos da água fluvial, decorrida a 6 de janeiro de 2021, permite verificar que a água se apresenta com uma temperatura entre os 8,4 e os 9,1°C refletindo as temperaturas atmosféricas baixas típicas do Inverno, que se faziam sentir nesse dia.

Apenas contamos com a realização de uma campanha de amostragem, face à situação pandémica que impediu a realização das campanhas nos períodos ideais (primavera e outono).

A água fluvial apresenta valores baixos e idênticos de salinidade e condutividade. Neste último parâmetro os valores mais elevados registaram-se na estação mais a montante e na mais a jusante, coincidentes com os locais onde existem habitações.

Quanto aos valores de oxigénio dissolvido (entre 8,20 e 10,80 mg/L) e percentagem de saturação de O.D. (entre 70,6 e 94,7 %) revelam que as águas são saturadas a subsaturadas.

De uma forma geral as águas apresentavam-se limpas, sem grande carga em suspensão e nos locais de amostragem a reduzida ou ausência de turvação da água permitia a observação dos sedimentos de fundo.

A Tabela 6 apresenta os resultados medidos no local e pode ser consultada a ficha de campo no Anexo III.

*Tabela 6: Resultados obtidos nos parâmetros físico-químicos determinados in situ.*

| Ponto de Amostragem | Temperatura (°C) | Condutividade (µs/cm) | Salinidade (‰) | Oxigénio Dissolvido (mg/L) | Saturação de OD (%) | Profundidade (m) | Transparência (Disco de Secchi) (m)(*) |
|---------------------|------------------|-----------------------|----------------|----------------------------|---------------------|------------------|----------------------------------------|
| J_RS1               | 9,1              | 178,3                 | 0,10           | 10,80                      | 94,7                | 0,40             | >0,40                                  |
| J_RS2               | 8,4              | 169,3                 | 0,10           | 9,10                       | 79,5                | 0,30             | >0,30                                  |
| J_RS3               | 8,7              | 169,3                 | 0,10           | 10,73                      | 94,3                | 0,30             | >0,30                                  |
| J_RS4               | 8,8              | 171,5                 | 0,10           | 8,20                       | 70,6                | 0,80             | >0,80                                  |

(\*) em todos os pontos de amostragem a profundidade era reduzida (próxima da margem) e a transparência permitia ver o disco de Secchi até ao fundo), pelo que a transparência é superior à profundidade registada em cada ponto de amostragem.

Os restantes parâmetros foram analisados em laboratório subcontratado e são apresentados na Tabela 7:

*Tabela 7: Resultados obtidos nos parâmetros físico-químicos determinados pelo laboratório*

| Ponto de Amostragem | pH  | Azoto Amoniacal (mg/L) | Nitratos (mg/L) | Fosfatos (mg/L) | Fósforo Total (mg/L) | CBO <sub>5</sub> (mg/L) | CQO (mg/L) |
|---------------------|-----|------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|-------------------------|------------|
| J_RS1               | 7,0 | 0,79                   | 26              | 0,2             | <0,15                | <3                      | <3         |
| J_RS2               | 7,1 | 0,66                   | 23              | 0,2             | <0,15                | <3                      | <3         |
| J_RS3               | 7,1 | 0,45                   | 23              | 0,2             | <0,15                | <3                      | 6          |
| J_RS4               | 7,1 | 0,58                   | 23              | 0,2             | <0,15                | <3                      | 5          |

Se compararmos os valores registados no presente estudo com os valores de referência para avaliar o estado físico-químico da água e que o colocam no caminho do bom estado ecológico podemos verificar, na tabela seguinte, que dos parâmetros analisados apenas o valor de nitratos na estação J\_RS1 é mais elevado (valor assinalado a vermelho) que o valor de referência.

Estes resultados permitem atribuir o bom estado físico-químico aos pontos de amostragem J\_RS2, J\_RS3 e J\_RS4, com exceção do J\_RS1 que embora todos os valores com exceção dos nitratos estejam abaixo do valor de referência, como há um valor superior é classificado por defeito pelo valor mais negativo e consideramos todo o

ponto de amostragem de qualidade inferior (Tabela 8). Nesse sentido, podemos observar na Figura 33 os pontos de amostragem e o devido estado físico-químico da água.

Tabela 8: Comparação dos resultados físico-químicos obtidos com os valores de referência para o bom estado físico-químico dos rios tipo norte

| Ponto de Amostragem | Temperatura (°C) | Condutividade (µs/cm) | Salinidade (‰) | Oxigénio Dissolvido (mg/L) | Saturação de OD (%) | pH          | Azoto amoniacal (mg/L) | Nitratos (mg/L) | Fosfatos (mg/L) | Fósforo Total (mg/L) | CBO5 (mg/L) | CQO (mg/L) |
|---------------------|------------------|-----------------------|----------------|----------------------------|---------------------|-------------|------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|-------------|------------|
| Valores limite      | —                | —                     | —              | ≥ 5                        | de 60% a 120%       | entre 6 e 9 | ≤ 1                    | ≤ 25            | —               | ≤ 0,10               | ≤ 6         | —          |
| J_RS1               | 9,1              | 178,3                 | 0,10           | 10,80                      | 94,7                | 7,0         | 0,79                   | 26              | 0,2             | <0,15                | <3          | <3         |
| J_RS2               | 8,4              | 169,3                 | 0,10           | 9,10                       | 79,5                | 7,1         | 0,66                   | 23              | 0,2             | <0,15                | <3          | <3         |
| J_RS3               | 8,7              | 169,3                 | 0,10           | 10,73                      | 94,3                | 7,1         | 0,45                   | 23              | 0,2             | <0,15                | <3          | 6          |
| J_RS4               | 8,8              | 171,5                 | 0,10           | 8,20                       | 70,6                | 7,1         | 0,58                   | 23              | 0,2             | <0,15                | <3          | 5          |

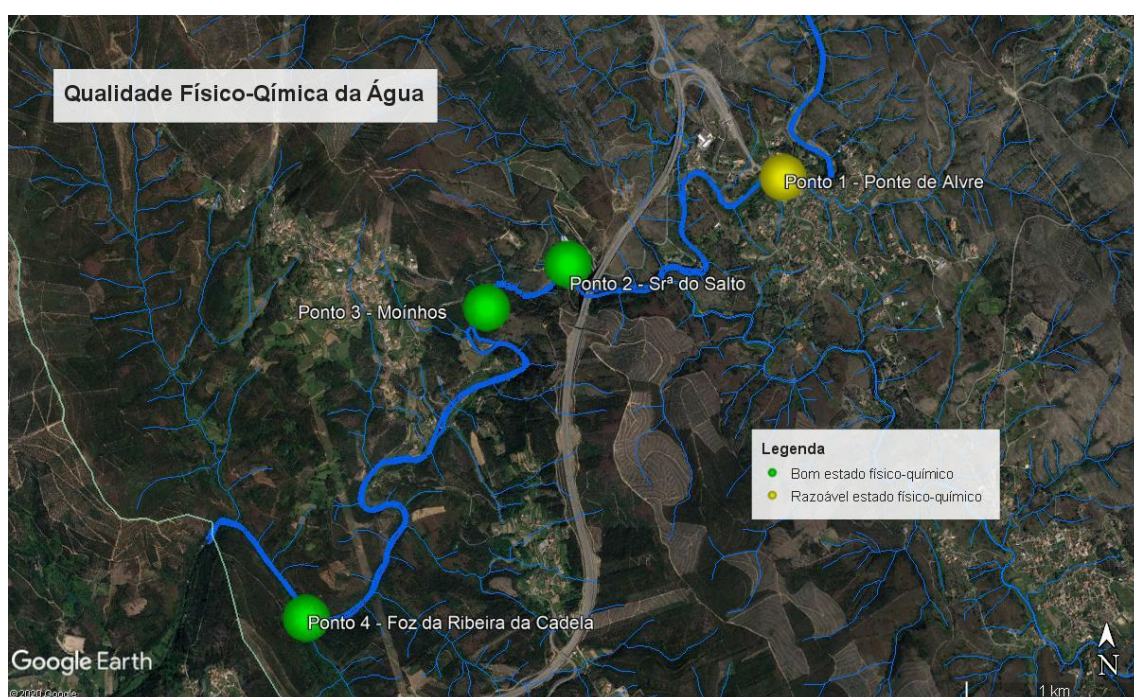


Figura 33: Estado físico-químico da água (Fonte: Imagem de Satélite de 03/05/2019 – Google Earth)

O ponto de amostragem J\_RS1 é o que se encontra mais próximo dos aglomerados populacionais, o que pode justificar uma qualidade da água inferior em termos físico-químicos, do que os restantes pontos de amostragem. Entre o ponto de amostragem J\_RS1 e o J\_RS2 existe o desaguar de duas ribeiras (Ribeira de Bustelo e Ribeira de

santa Comba) que podem estar também neste caso a contribuir favoravelmente para o melhoramento da qualidade da água à medida que se encaminha para jusante.

Dado que existe um estudo de 2019 efetuado pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto nesta área de estudo (Formigo, Antunes et Nogueira, 2019) e onde 3 dos 4 pontos de amostragem se fazem coincidir, bem como alguns parâmetros analisados são comuns (consultar 2.1 – Pesquisa bibliográfica de diagnostico da área de estudo), é apresentada a Tabela 9 para comparar a evolução do estado físico-químico da água no mesmo local.

*Tabela 9: Comparação dos resultados analíticos obtidos no presente estudo (2021) com os do estudo previamente existente (2019).*

| ANO<br>(Ponto de Amostragem) | Data de<br>mostragem           | Temperatura<br>(°C) | Condutividade<br>(µs/cm) | Oxigénio<br>Dissolvido<br>(mg/L) | Saturação<br>de OD (%) | pH         | Azoto<br>amoniacoal<br>(mg/L) | Nitratos<br>(mg/L) | Fósforo<br>Total<br>(mg/L) | CBO5<br>(mg/L) |
|------------------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------|------------|-------------------------------|--------------------|----------------------------|----------------|
| <b>2019<br/>(P_RS1)</b>      | 29 de abril,<br>6 e 17 de maio | 15.1                | 196                      | 9.99                             | 99.4                   | 7.2        | 0.66                          | 38.8               | 0.21                       | 1.13           |
|                              | 7, 8 e 9 de outubro            | 16.6                | 301                      | 7.3                              | 74.6                   | 6.98       | 1.35                          | 52                 | 0.73                       | 1.3            |
| <b>2021<br/>(J_RS1)</b>      | <b>6 de janeiro</b>            | <b>9.1</b>          | <b>178.3</b>             | <b>10.8</b>                      | <b>94.7</b>            | <b>7</b>   | <b>0.79</b>                   | <b>26</b>          | <b>&lt;0.15</b>            | <b>&lt;3</b>   |
| <b>2019<br/>(P_RS2)</b>      | 29 de abril<br>6 e 17 de maio  | 15.4                | 186                      | 10.26                            | 102.9                  | 7.46       | 0.44                          | 33.9               | 0.2                        | 1.07           |
|                              | 7, 8 e 9 de outubro<br>2019    | 17                  | 257                      | 9.22                             | 94.7                   | 7.2        | 0.28                          | 45.7               | 0.63                       | 1.16           |
| <b>2021<br/>(J_RS2)</b>      | <b>6 de janeiro</b>            | <b>8.4</b>          | <b>169.3</b>             | <b>9.1</b>                       | <b>79.5</b>            | <b>7.1</b> | <b>0.66</b>                   | <b>23</b>          | <b>&lt;0.15</b>            | <b>&lt;3</b>   |
| <b>2019<br/>(P_RS4)</b>      | 29 de abril,<br>6 e 17 de maio | 15.1                | 181                      | 9.97                             | 98.6                   | 7.39       | 0.36                          | 33.6               | 0.26                       | 0.9            |
|                              | 7, 8 e 9 de outubro            | 16                  | 260                      | 9.37                             | 95                     | 7.5        | 0.23                          | 46.7               | 0.61                       | 1.06           |
| <b>2021<br/>(J_RS3)</b>      | <b>6 de janeiro</b>            | <b>8.8</b>          | <b>171.5</b>             | <b>8.2</b>                       | <b>70.6</b>            | <b>7.1</b> | <b>0.58</b>                   | <b>23</b>          | <b>&lt;0.15</b>            | <b>&lt;3</b>   |

Pela análise direta dos valores e atendendo aos mais representativos da qualidade da água podemos verificar uma melhoria no que se refere a todos os valores da condutividade, de pH, nitratos e fósforo total. Os restantes parâmetros estão dentro dos mesmos valores com pequenas variações, com exceção do valor do azoto amoniacoal que se apresenta como valor mais elevado das 3 amostragens no ponto J\_RS2 e J\_RS3.

### 3.1.4 Caraterização Microbiológica

A caraterização microbiológica surge na necessidade de perceber a pressão antropogénica e os efeitos da urbanização, consequência sentida das descargas residuais feitas pelas ETAR (Estação de Tratamento de Águas Residuais) e pela contaminação direta das fossas sépticas de todos os aglomerados populacionais existentes nas imediações da área de estudo.

A Tabela 10 apresenta os resultados laboratoriais para os parâmetros microbiológicos medidos em UFC (Unidades Formadoras de Colónias), que representa o número de bactérias viáveis (capazes de se multiplicarem), e não o número total de bactérias existentes (vivas ou mortas).

*Tabela 10: Resultados obtidos nos parâmetros microbiológicos determinados pelo laboratório*

| Ponto de Amostragem | Enterococos (UFC/100mL) | Escherichia coli (UFC/100mL) | Coliformes Totais (UFC/100mL) | Coliformes Fecais (UFC/100mL) |
|---------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| J_RS1               | 52                      | 1100                         | 9400                          | 1100                          |
| J_RS2               | 42                      | 840                          | 7200                          | 840                           |
| J_RS3               | 44                      | 1000                         | 9700                          | 1000                          |
| J_RS4               | 35                      | 980                          | 9100                          | 980                           |

Ao contrário dos parâmetros físico-químicos, os parâmetros microbiológicos não constam listados nos critérios para a classificação do estado de massas de água superficiais – rios e albufeiras do Instituto da Água em 2009. Como referência foram usados os valores do Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de agosto, onde no anexo 1 estabelece os valores recomendados e os valores máximos admissíveis para as águas doces superficiais destinadas à captação e produção de água para consumo humano.

Atendendo ao VLR (Valor Máximo Recomendado) do Anexo 1 do Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de agosto, para os **coliformes fecais** seria para a Classe A2 de 2000 UFC/mL, o que representa que neste caso todas as amostras poderiam ser encaixadas nesta classe, mas o mesmo não acontece com os **coliformes totais**, onde no mesmo anexo aponta para a Classe A2 o VLR de 5000 UFC/mL, o que significa que todos os pontos

de amostragem estão fora deste limite e enquadram na seguinte classe A3 onde o VLR é de 50 000 UFC/mL.

Como o valor mais elevado é que determina a classe em que se enquadram as amostras analisadas e o tipo de massa de água que temos presente em cada um dos pontos de amostragem, significa que todas as amostras pertencem à Classe A3. Significa, que no caso de ser aproveitada a água deste troço do rio para ser destinada ao consumo humano, segundo o Anexo II do Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de agosto, as águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano terão de ser sujeitas a tratamento físico, químico de afinação e desinfecção.

### 3.1.5 Sedimentos de fundo

Para a caracterização dos sedimentos de fundo discutem-se os resultados sedimentológicos e composicionais.

#### *3.1.5.1 Caracterização sedimentológica*

Os resultados analíticos estão representados na Tabela 11 e podem ser consultados na íntegra no Anexo VII.

Os resultados analíticos revelam que os sedimentos são maioritariamente compostos por material inorgânico (mineral), pois apresentam valores de COT entre 2,8 e 14 %. Do ponto de vista textural são sedimentos arenosos, onde, em alguns dos casos se deteta importante componente mais grosseira (balastros), como é o caso da J-RS2 e a J-RS4, cujas percentagens de balastros (fração > 2mm) são de 28% e 16%, respetivamente. Os resultados permitem afirmar que os sedimentos são pobres em siltes e argila, com exceção da J-RS4 que apresenta 21%, as restantes apresentam percentagens inferiores a 5,2%. Por informação oral da minha orientadora, após a verificação destes resultados texturais, é possível concluir que do ponto de vista hidrodinâmico o Rio Sousa apresenta caudais com energia suficiente para manter as partículas mais finas em suspensão e movimento, pois mesmo nos locais mais calmos dos sectores em estudo os sedimentos são pobres em argilas e siltes.

A análise à lupa binocular da fração > 63µm permitiu uma análise morfoscópica e composicional, que se apresenta na Tabela 12.

Tabela 11: Resultados analíticos para os sedimentos

| Amostra                                                                  | Unidades | Valor Referência | Pontos de Amostragem |       |       |       |
|--------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|----------------------|-------|-------|-------|
|                                                                          |          |                  | J_RS1                | J_RS2 | J_RS3 | J_RS4 |
| Análises realizadas na amostra TOTAL                                     |          |                  |                      |       |       |       |
| Matéria Seca                                                             | % peso   | --               | 76,4                 | 63,7  | 74,5  | 64,5  |
| Partículas <2 mm (peneiração)                                            | %        | --               | 96                   | 72    | 97    | 84    |
| Análises realizadas na fracção <2mm (de acordo com a Portaria 1450/2007) |          |                  |                      |       |       |       |
| COT                                                                      | %        | --               | 2,8                  | 14,0  | 4,9   | 12,0  |
| Textura (TAMANHO DA PARTÍCULA)                                           |          |                  |                      |       |       |       |
| Partículas minerais <2 µm                                                | % em MS  | --               | <1                   | <1    | <1    | 2,4   |
| Partículas minerais <20µm                                                | % em MS  | --               | <1                   | <1    | <1    | 13    |
| Partículas minerais <63µm                                                | % em MS  | --               | 1,6                  | 5,2   | 3     | 21    |
| Partículas minerais <2 mm                                                | % em MS  | --               | 98                   | 86    | 97    | 92    |
| Partículas minerais >2 mm                                                | % em MS  | --               | <1                   | <1    | <1    | <1    |

Tabela 12: Características morfoscópicas e composicionais da fração >63mm (areias + balastos) dos sedimentos em análise.

| Amostra                                                                                          | Características morfoscópicas                                                                                                                                 | Características composicionais (por ordem decrescente de abundância)                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>J-RS1</p> | Areia fina (3φ) a média (2φ), moderadamente calibrada, angulosa, grãos pouco brilhantes e com a superfície limpa.                                             | <b>Mineraloclastos:</b><br>Quartzo hialino<br>Quartzo leitoso<br>Felspatos (brancos)<br>Moscovite<br>Biotite<br><b>Litoclastos:</b><br>Granito<br><br>Matéria orgânica grosseira (folhas, caules, sementes) |
|  <p>J-RS2</p> | Areia fina (3φ), muito mal calibrada (com balastos centimétricos que podem ter 3cm máximo). Grãos muito angulosos, pouco brilhantes e com a superfície limpa. | <b>Mineraloclastos:</b><br>Quartzo leitoso<br>Quartzo hialino<br>Biotite<br>Moscovite<br>Felspatos (brancos)<br><b>Litoclastos:</b><br>Granito, xisto, quartzito<br><br>Matéria orgânica fina.              |

|                                                                                                                                     |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>J-RS3</p> <p>0 2cm</p> <p>© Anabela Cruces</p> | <p>Areia grossa (1φ) a muito grossa (0φ), mal calibrada, grãos angulosos, pouco brilhantes e com a superfície limpa.</p>               | <p><b>Mineraloclastos:</b><br/>Quartzo hialino<br/>Quartzo leitoso<br/>Feldspatos (brancos)<br/>Biotite<br/>Moscovite<br/><b>Litoclastos:</b><br/>Quartzito, xisto (avermelhado)</p>                                |
|  <p>J-RS4</p> <p>0 2cm</p> <p>© Anabela Cruces</p> | <p>Areia média (2φ) a grossa (1φ), moderadamente calibrada, grãos angulosos, pouco brilhantes e com a superfície suja com argilas.</p> | <p><b>Mineraloclastos:</b><br/>Quartzo hialino<br/>Quartzo leitoso<br/>Biotite<br/><b>Litoclastos:</b><br/>Xisto<br/><b>Mineraloclastos:</b><br/>Moscovite, Feldspatos (brancos)<br/><br/>Matéria orgânica rara</p> |

A análise à lupa binocular da fração > 63μm permitiu uma análise morfológica e composicional, que se apresentou na Tabela 12, pode agora verificar-se pela observação destas imagens à lupa binocular (Figura 34, 35, 36 e 37).

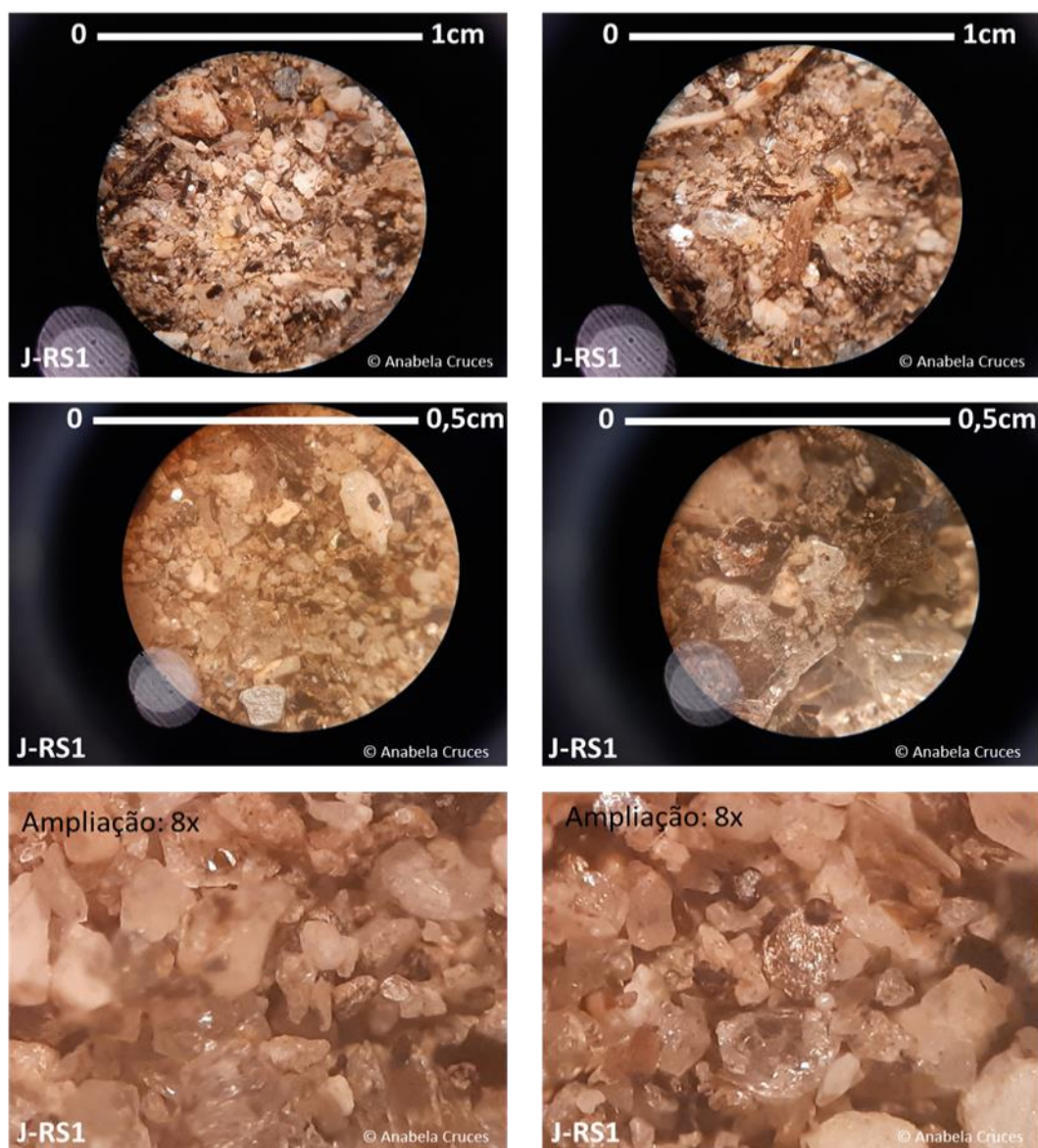


Figura 34: Análise à lupa binocular para a amostra recolhida em J\_RS1

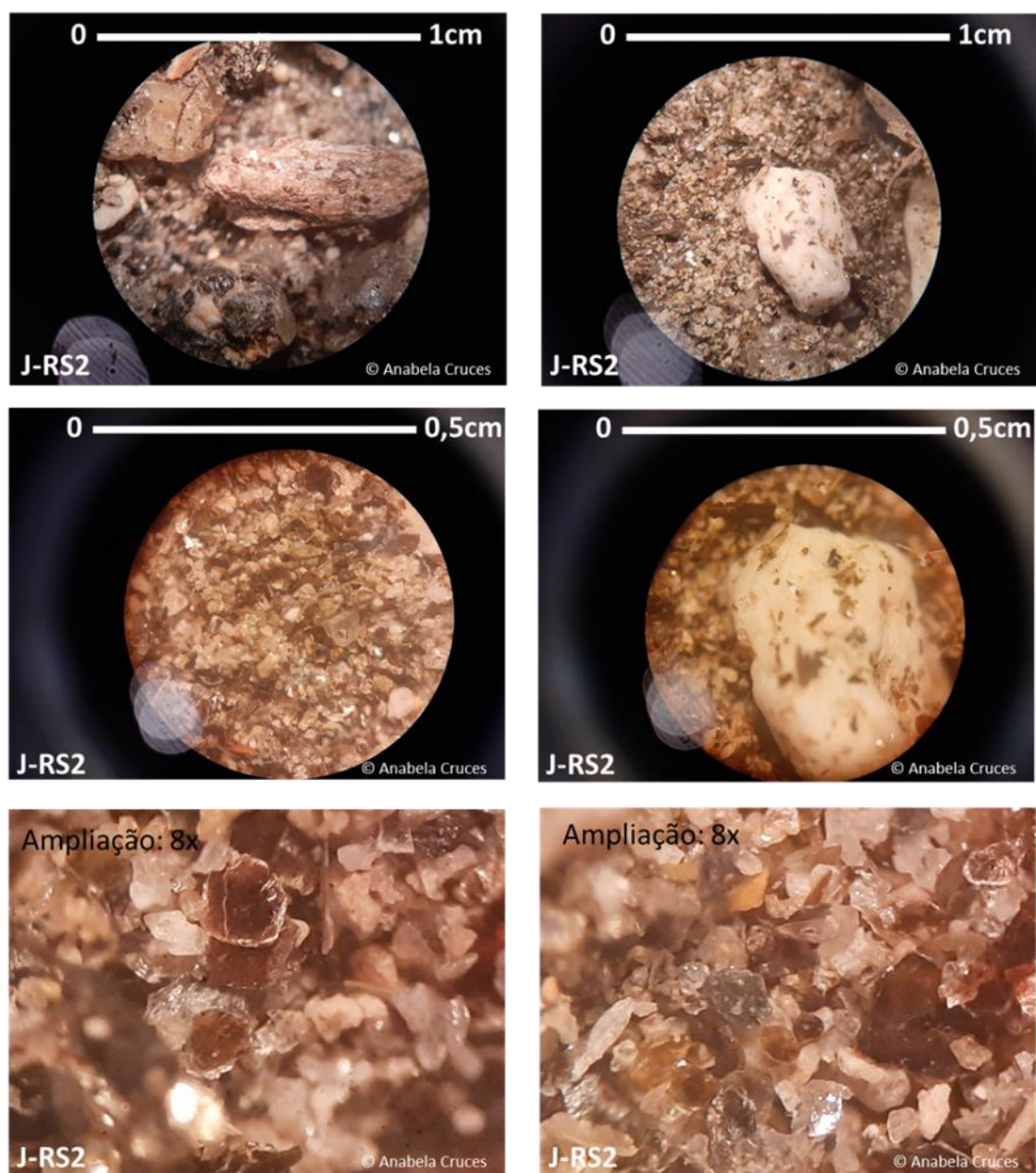
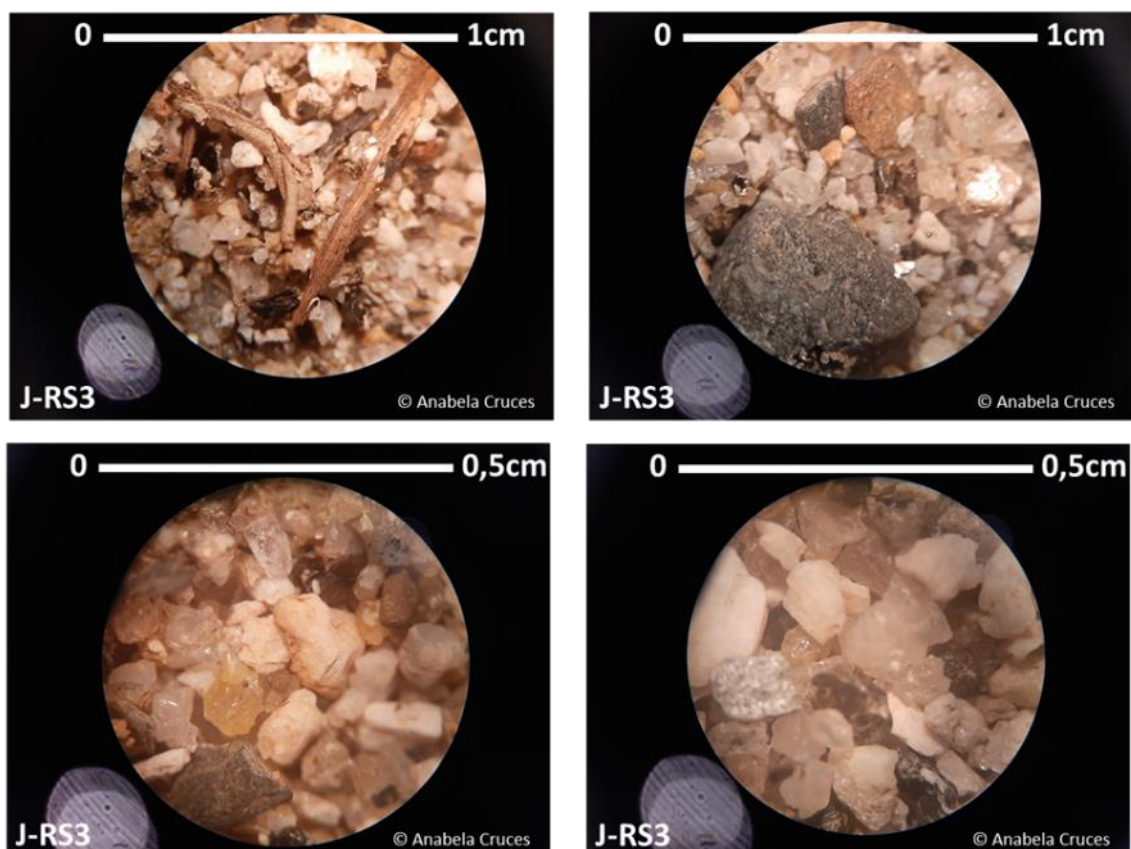


Figura 35: Análise à lupa binocular para a amostra recolhida em J\_RS2



*Figura 36: Análise à lupa binocular para a amostra recolhida em J\_RS3*

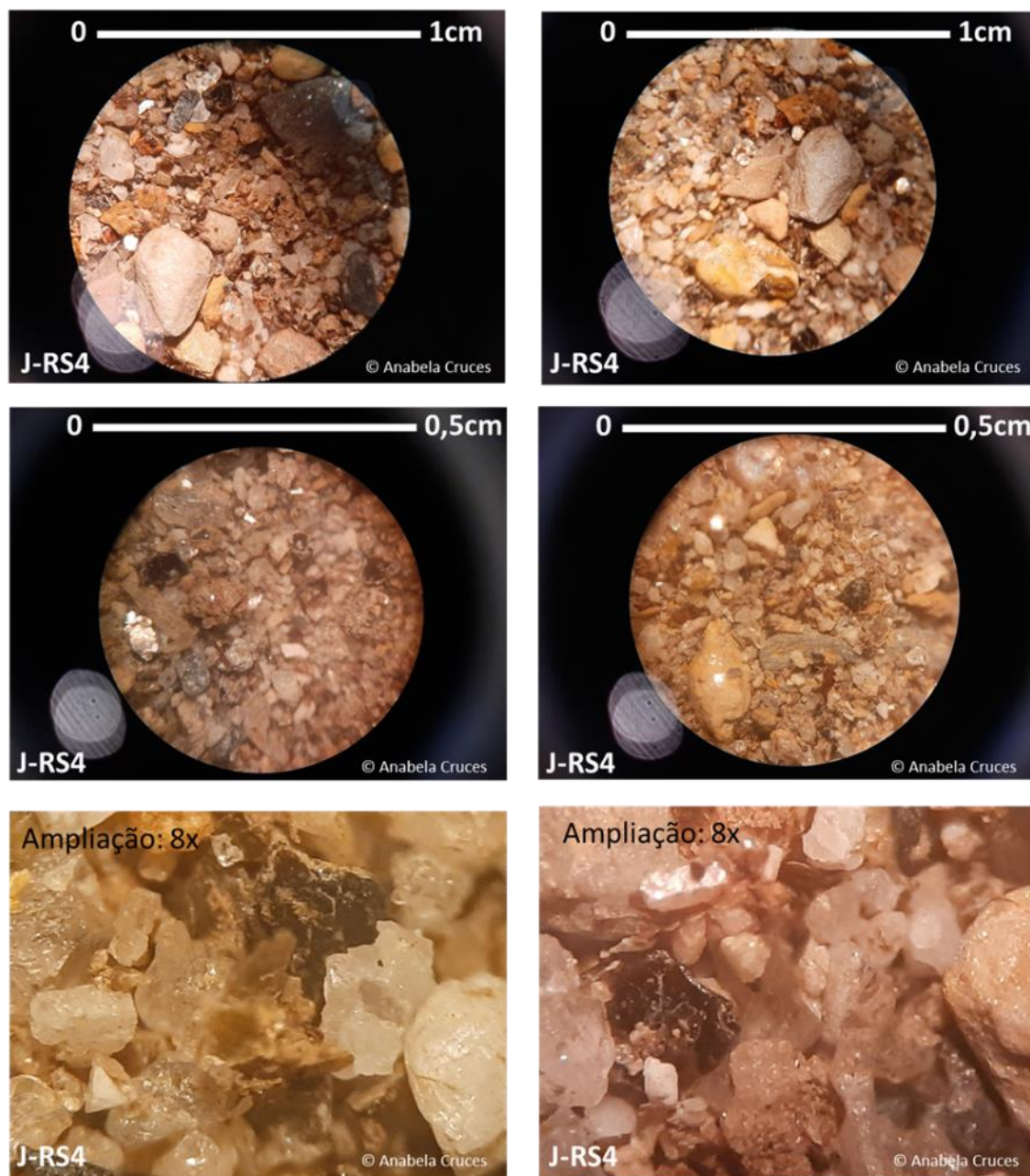


Figura 37: Análise à lupa binocular para a amostra recolhida em J\_RS4

### 3.1.5.2 Caracterização composicional (química)

Os resultados analíticos revelam que os sedimentos são pobres em componente argilosa, pois apresentam baixos valores de alumínio (entre 1,1% e 2,1%), típicos de materiais maioritariamente arenosos.

Pela análise dos valores obtidos para os sedimentos de fundo foram usados os valores de referência da Tabela A do Guia Técnico para os Solos, da APA (2019). Foi tida como

referência a Tabela A devido a se tratar de uma zona sensível, paisagem protegida e Rede Natura 2000.

Perante esses valores, e sendo os valores de referência mais exigentes, podemos verificar que apenas o elemento Arsénio, excede os valores de referência em todos os pontos de amostragem.

No grupo dos metais, e atendendo aos valores de referência nenhum dos valores se apresenta acima do valor e os que vemos com maior expressão, Ferro, Alumínio e Manganês, são dos elementos mais abundantes na crosta terrestre, o que representarão maioritariamente a composição mineralógica da região. Fernandes A. (2000) escreve na sua tese de doutoramento que “o teor médio dos elementos maiores, tais como o Na, Mg, Al, Si, K, Ca e Fe, nos materiais da superfície terrestre é superior a 1 por cento”. O mesmo autor no anexo IVa e no anexo IVb apresenta a cartografia dos elementos apresentando a média dentro de cada zona litológica. Neste caso interessa comparar com os valores médios para a ZCI (Zona Centro Ibérica). Os elementos que podem suscitar algumas dúvidas, visto que não estão contemplados nos guias técnicos da APA são, como referi anteriormente, o Fe, o Mn e o Al. Por uma questão de comparação dos valores médios nesta zona, importa ver se apesar do arsénio se encontrar acima dos valores de referência, se apresenta nos valores médios da região.

O Arsénio na ZCI foi calculado por Fernandes A. (2000), com uma média de 30 mg/Kg, ou seja, os valores encontrados nos pontos de amostragem embora sejam superiores ao valor de referência, não são valores anormais tendo em conta os valores de fundo regional”, porque se encontram abaixo da média.

Para os outros três elementos onde o valor de referência não está tabelado, foi consultada no mesmo autor as médias correspondentes de cada um deles na ZCI e consta para o Fe o valor médio de 25 300 mg/kg, para o Al o valor médio de 19 000 mg/Kg e para o Mn o valor médio de 467 mg/Kg. Perante estes valores apresentados conseguimos verificar que os valores encontrados nos pontos de amostragem se encontram todos eles abaixo dos valores médios na ZCI com exceção do Fe no ponto de amostragem J\_RS4. Ainda assim se fizermos a média dos quatro pontos de amostragem, o Fe daria o valor de 19 000 mg/kg, valor abaixo da média para a região.

No grupo dos PAH (Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos) não foram detetadas concentrações acima dos valores de referência, encontrando se todos os valores em todos os pontos de amostragem inferiores ao valor de deteção de 0.02 mg/Kg.

O mesmo se pode dizer dos PCB (Policlorobifenilos) e dos clorobenzenos, todos eles inferiores ao valor de deteção e não representando sinais de preocupação.

Posta esta análise, o fator de maior preocupação é o Arsénio, embora seja um valor perfeitamente justificável pela proximidade a zonas mineiras de extração de metais preciosos como o ouro que datam já da época dos Romanos e que desde então foram sendo sempre zonas de interesse de prospeção e exploração, havendo escomboreiras a céu aberto sem qualquer tipo de proteção aos agentes de transporte. Fernandes A., (2000) relaciona a ZCI como a que apresenta teores médios mais elevados independentemente de se tratarem de terrenos graníticos ou xistentos, e que a presença de As está maioritariamente relacionada a antigas zonas mineiras e onde surgem ocorrências minerais com presença de sulfuretos, que é o caso da região com a proximidade das antigas Minas de Castromil e das Minas das Banjas.

Lima, Mendonça et Félix (2008), referem que são encontradas escórias resultantes da fundição do ouro, presentes um pouco espalhadas nas imediações de Castromil e que apresentam teores de cerca de 60% de Fe e 40% de As (as mais claras), enquanto que as mais escuras, tem teores de cerca de 88% de Fe e 12% de As.

Segundo a Portaria n.º 1450/2007, de 12 de novembro, nos termos do n.º 8, define no anexo III os valores que determinam o “Grau de contaminação” dos sedimentos em caso de necessidade de ser dragado e para efeitos de eliminação, e neste caso, se ocorressem atividades de dragagem dos sedimentos, pela análise da tabela 14 verificamos que elementos dentro da classe 2, o que implica que todo o material dragado desses locais de amostragem terão de ter um tratamento diferente do material que se enquadra na classe 1. Assim, as amostras J\_RS2 e J\_RS3 estão referenciados na Classe 1, trata-se segundo a referida portaria de “material dragado limpo — pode ser depositado no meio aquático ou repostado em locais sujeitos a erosão ou utilizado para alimentação de praias sem normas restritivas”, já as amostras J\_RS1 e J\_RS2 estão na Classe 2, e trata-se de “material dragado com contaminação vestigiária” — pode ser imerso no meio aquático tendo em atenção as características do meio recetor e o uso legítimo do mesmo.

Os resultados analíticos podem ser consultados na Tabela 13 e na Tabela 14 onde é feita a classificação dos sedimentos dragados em Portugal com base nos resultados obtidos e com base na Portaria 1450/2007 de 12 de novembro.

Tabela 13: Resultados analíticos para a caracterização composicional dos sedimentos (o valor de referência apresentado refere-se à Tabela A do guia técnico para solos da APA)

| Amostra                                                                  | Unidades | Valor Referência | Pontos de Amostragem |       |       |       |
|--------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|----------------------|-------|-------|-------|
|                                                                          |          |                  | J_RS1                | J_RS2 | J_RS3 | J_RS4 |
| Análises realizadas na fracção <2mm (de acordo com a Portaria 1450/2007) |          |                  |                      |       |       |       |
| METAIS e outros elementos                                                |          |                  |                      |       |       |       |
| Arsénio                                                                  | mg/Kg    | 11               | 13                   | 19    | 19    | 35    |
| Alumínio                                                                 | %        | --               | 1,2                  | 1,3   | 1,1   | 2,1   |
| Cádmio                                                                   | mg/Kg    | 1                | <0.2                 | <0.2  | <0.2  | 0.22  |
| Crómio                                                                   | mg/Kg    | 67               | <10                  | 11    | 10    | 20    |
| Cobre                                                                    | mg/Kg    | 62               | 8.7                  | 14    | 10    | 21    |
| Mercúrio                                                                 | mg/Kg    | 0,16             | <0.05                | <0.05 | <0.05 | 0.09  |
| Chumbo                                                                   | mg/Kg    | 45               | 12                   | 14    | 14    | 25    |
| Manganês                                                                 | mg/Kg    | --               | 170                  | 170   | 170   | 320   |
| Níquel                                                                   | mg/Kg    | 37               | 5.5                  | 7.7   | 6.8   | 17    |
| Ferro                                                                    | mg/Kg    | --               | 15000                | 16000 | 16000 | 29000 |
| Zinco                                                                    | mg/Kg    | 290              | 83                   | 86    | 81    | 110   |
| HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS                                  |          |                  |                      |       |       |       |
| Fenantreno                                                               | mg/Kg    | 0.19             | <0.02                | <0.02 | <0.02 | <0.02 |
| Antraceno                                                                | mg/Kg    | 0.05             | <0.02                | <0.02 | <0.02 | <0.02 |
| Fluoranteno                                                              | mg/Kg    | 0.24             | <0.02                | <0.02 | <0.02 | <0.02 |
| Pireno                                                                   | mg/Kg    | 0.19             | <0.02                | <0.02 | <0.02 | <0.02 |
| Benzo(a)antraceno                                                        | mg/Kg    | 0.095            | <0.02                | <0.02 | <0.02 | <0.02 |
| Criseno                                                                  | mg/Kg    | 0.18             | <0.02                | <0.02 | <0.02 | <0.02 |
| Benzo(a)pireno                                                           | mg/Kg    | 0.05             | <0.02                | <0.02 | <0.02 | <0.02 |
| Benzo(ghi)perileno                                                       | mg/Kg    | 0.2              | <0.02                | <0.02 | <0.02 | <0.02 |
| Indeno(1,2,3-cd)pireno                                                   | mg/Kg    | 0.11             | <0.02                | <0.02 | <0.02 | <0.02 |
| Soma PAHs (9 OSPAR)                                                      | mg/Kg    | --               | <0.18                | <0.18 | <0.18 | <0.18 |
| CLOROBENZENOS                                                            |          |                  |                      |       |       |       |
| Hexaclorobenzeno                                                         | µg/kg    | 10               | <0.5                 | <0.5  | <0.5  | <0.5  |
| POLICLOROBIFENILOS (PCB)                                                 |          |                  |                      |       |       |       |
| PCB 28                                                                   | µg/kg    | --               | <1                   | <1    | <1    | <1    |
| PCB 52                                                                   | µg/kg    | --               | <1                   | <1    | <1    | <1    |
| PCB 101                                                                  | µg/kg    | --               | <1                   | <1    | <1    | <1    |
| PCB 118                                                                  | µg/kg    | --               | <1                   | <1    | <1    | <1    |
| PCB 138                                                                  | µg/kg    | --               | <1                   | <1    | <1    | <1    |
| PCB 153                                                                  | µg/kg    | --               | <1                   | <1    | <1    | <1    |
| PCB 180                                                                  | µg/kg    | --               | <1                   | <1    | <1    | <1    |
| PCB Totais (7)                                                           | µg/kg    | --               | 4.9                  | 4.9   | 4.9   | 4.9   |
| ANÁLISES QUÍMICAS DIVERSAS                                               |          |                  |                      |       |       |       |
| Peso específico                                                          | g/L      | --               | 2314                 | 2217  | 2312  | 2272  |

Tabela 14: Classificação dos sedimentos dragados em Portugal com base na Portaria 1450/2007 de 12 de novembro em comparação com os resultados obtidos

Portaria 1450/2007, 12 Novembro

Classificação dos sedimentos dragados em Portugal. (Todas as concentrações na fração <2mm).

| <2mm       | Unidades | Classe 1 | Classe 2          | Classe 3                  | Classe 4    | Classe 5          | J-Rs1    | J-Rs2    | J-Rs3    | J-Rs4    |
|------------|----------|----------|-------------------|---------------------------|-------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|
|            |          | Limpa    | Pouco contaminada | Moderadamente contaminada | Contaminada | Muito contaminada |          |          |          |          |
| As         | mg/kg    | <20      | 20-50             | 50-100                    | 100-500     | >500              | 13       | 19       | 19       | 35       |
| Cd         | mg/kg    | <1       | 1-3               | 3-5                       | 5-10        | >10               | <0.2     | <0.2     | <0.2     | 0.22     |
| Cr         | mg/kg    | <50      | 50-100            | 100-400                   | 400-1000    | >1000             | <10      | 11       | 10       | 20       |
| Cu         | mg/kg    | <35      | 35-150            | 150-300                   | 300-500     | >500              | 62       | 8.7      | 14       | 10       |
| Hg         | mg/kg    | <0.5     | 0.5-1.5           | 1.5-3.0                   | 3.0-10      | >10               | 0,16     | <0.05    | <0.05    | <0.05    |
| Pb         | mg/kg    | <50      | 50-150            | 150-500                   | 500-1000    | >1000             | 45       | 12       | 14       | 14       |
| Ni         | mg/kg    | <30      | 30-75             | 75-125                    | 125-250     | >250              | 37       | 5.5      | 7.7      | 6.8      |
| Zn         | mg/kg    | <100     | 100-600           | 600-1500                  | 1500-5000   | >5000             | 290      | 83       | 86       | 81       |
| sum PCB    | ug/kg    | <5       | 5-25              | 25-100                    | 100-300     | >300              | 4.9      | 4.9      | 4.9      | 4.9      |
| sum PAH    | ug/kg    | 300      | 300-2000          | 2000-6000                 | 6000-20000  | >20000            | <0.18    | <0.18    | <0.18    | <0.18    |
| HCB        | ug/kg    | <0.5     | 0.5-2.5           | 2.5-10                    | 10-50       | >50               | <0.5     | <0.5     | <0.5     | <0.5     |
| RESULTADOS |          |          |                   |                           |             |                   | Classe 2 | Classe 1 | Classe 1 | Classe 2 |

### 3.1.6 Caraterização da Galeria Ripícola

A caraterização da galeria ripícola foi efetuada com recurso ao Índice QBR, incluindo os diferentes temas que o constituem, e pela observação direta no terreno ao longo da linha de água, elencando alguns aspetos fundamentais para a preservação ou degradação do local.

Os pontos de amostragem foram os mesmos adotados nas análises físicas, químicas e microbiológicas e com o método de ponto e não de percurso. Estando no local avaliar até onde a vista alcance para montante e para jusante e preencher os índices com base nessa observação. A caraterização foi realizada no dia 5 de outubro de 2020, outono.

Pela caraterização através do índice QBR são apresentados os resultados na Tabela 15:

*Tabela 15: Resultados do índice da qualidade dos bosques ribeirinhos*

| Ponto de Amostragem | Valor do QBR | Cor | Nível de Qualidade | Classificação                         |
|---------------------|--------------|-----|--------------------|---------------------------------------|
| J_RS1               | 40           |     | Deficiente         | Alteração forte da zona ripícola      |
| J_RS2               | 40           |     | Deficiente         | Alteração forte da zona ripícola      |
| J_RS3               | 45           |     | Deficiente         | Alteração forte da zona ripícola      |
| J_RS4               | 80           |     | Bom                | Zona ripícola ligeiramente perturbada |

Apenas num dos pontos de amostragem (J\_RS4) é possível encontrar um “Bom” nível de qualidade do bosque ribeirinho ou da galeria ripícola, onde é apresentada uma zona ainda ligeiramente perturbada. Por outro lado, em todos os outros pontos é definida como “Deficiente” a qualidade da galeria ripícola, apresentando-se como “alteração forte” (Figura 38). Essas alterações estão normalmente associadas aos fatores de humanização no leito do rio, como o caso da construção de açudes, mas também pela forte presença das plantas consideradas invasoras que se sobrepõem fortemente às espécies arbóreas autóctones.

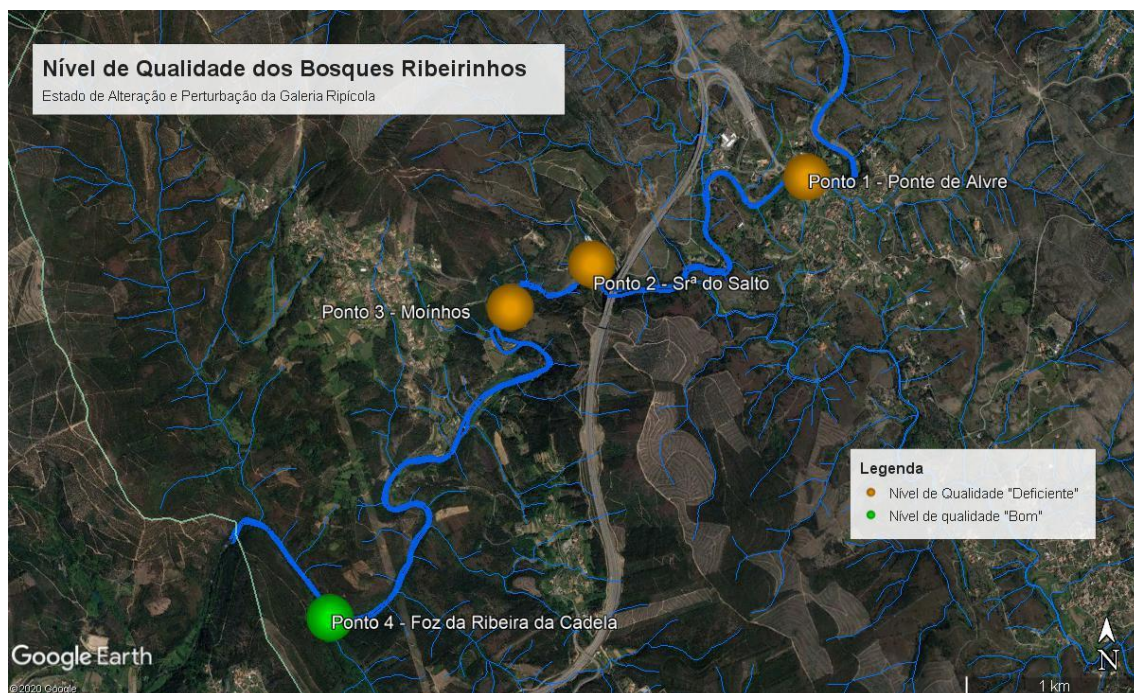


Figura 38: Nível de qualidade dos bosques ribeirinhos (Fonte: Imagem de Satélite de 03/05/2019 – Google Earth)

Com o índice QBR é possível caraterizar também o tipo geomorfológico da galeria ripícola e está o resultado apresentado para cada ponto de amostragem na tabela 16:

Tabela 16: Resultado do tipo geomorfológico da galeria ripícola

| Ponto de Amostragem | Valor obtido | Tipo geomorfológico | Classificação                                                                                                         |
|---------------------|--------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| J_RS1               | 7            | Tipo 2              | Zonas ribeirinhas com uma potencialidade intermédia para suportar uma zona de vegetação, setores intermédios dos rios |
| J_RS2               | 11           | Tipo 1              | Zonas ribeirinhas fechadas, normalmente de cabeceira, com baixo potencial para suportar um extenso bosque ribeirinho  |
| J_RS3               | 12           | Tipo 1              | Zonas ribeirinhas fechadas, normalmente de cabeceira, com baixo potencial para suportar um extenso bosque ribeirinho  |
| J_RS4               | 5            | Tipo 2              | Zonas ribeirinhas com uma potencialidade intermédia para suportar uma zona de vegetação, setores intermédios dos rios |

Um dos principais vetores para a degradação da galeria ripícola está na vegetação invasora que se expandiu exponencialmente na região. Por observação direta no local, é possível, dentro da área de estudo, identificar como a área mais descontrolada entre a Foz da Ribeira de Bustelo e a Torre do Castelo de Aguiar de Sousa. A montante da Ribeira de Bustelo as espécies arbóreas invasoras são casos pontuais, e a jusante da

torre do castelo embora existam ainda manchas consideráveis de espécies invasoras, a galeria ripícola conta com elevado número de autóctones que ainda se consegue impor na paisagem ribeirinha.

Ao longo de toda a galeria ripícola dentro da área de estudo é notório o empobrecimento das espécies ripícolas autóctones características da região. Os salgueiros são a espécie arbórea mais comum, mas por outro lado há cada vez menos amieiros, muito provavelmente pelo avanço descontrolado das espécies invasoras em que a taxa de crescimento é inalcançável pelas autóctones.

Fora dos pontos de amostragem e caminhando pelas margens do rio, onde nem sempre é possível, pois a falta de manutenção leva a que os silvados ganhem proporção que inviabiliza a sua visita, mas é possível encontrar espécies também elas de crescimento exponencial como é o caso da cana (*Arundo donax*), das ervas-das-pampas (*Cortaderia selloana*), erva-da-fortuna (*Tradescantia fluminensis*) e da sanguinária-do-Japão (*Fallopia japonica*), para além de todas as outras já referenciadas a acácia, vulgarmente conhecida por austrália (*Acacia melanoxylon*), a mimosa (*Acacia dealbata*) e a pinheirinha (*Myriophyllum aquaticum*). A identificação das espécies foi realizada com a ajuda da aplicação “Invasoras.pt” que permite a consulta de todas as espécies consideradas invasoras em Portugal, e apresenta para além da sua descrição, fotografias diversas que ajudam na identificação.

Para ajudar na interpretação do que terá por trás deste avanço descontrolado dessa vegetação, e visto que não lhes é reconhecido qualquer valor económico para comercialização dessa madeira, apenas poderá haver interesse na plantação das canas para proteção dos ventos e erosão das margens, houve a curiosidade de conhecer o mapa de proprietários da região e tentar encontrar uma explicação (Figura 39).

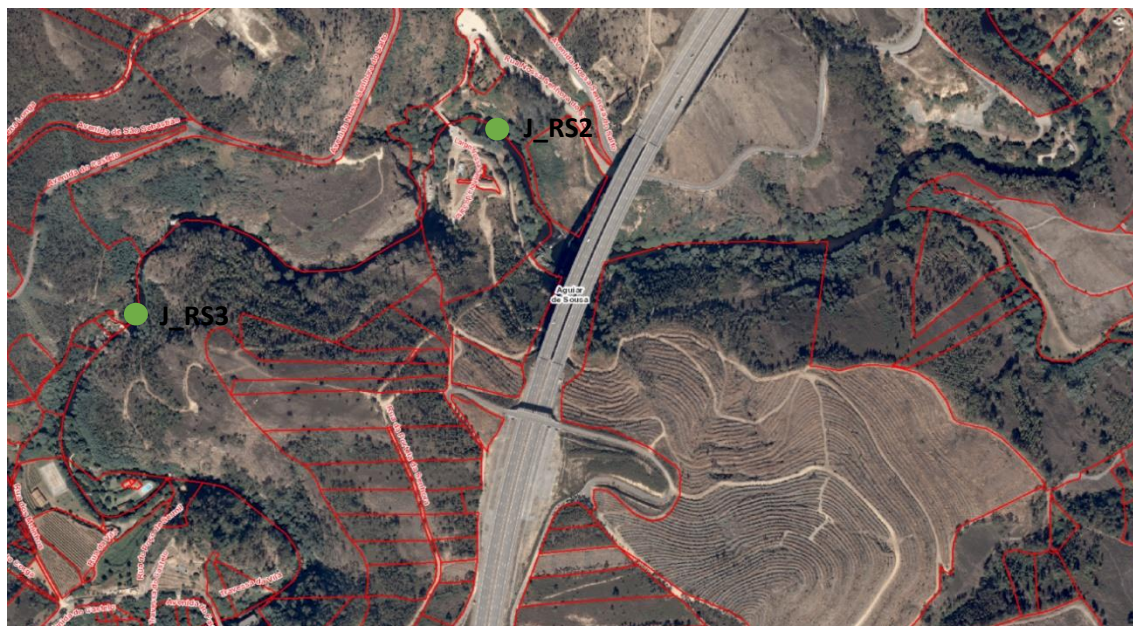


Figura 39: Divisão dos terrenos e proprietários (Fonte: SIGAP – Sistema de Informação Geográfica da Autarquia de Paredes).

Existem grandes áreas pertencentes ao mesmo proprietário, áreas onde os proprietários não fizeram ainda o cadastro da propriedade. Terrenos que estão ao abandono e onde o controlo destas grandes manchas de vegetação invasora já se torna uma tarefa muito difícil.

### 3.1.7 Caracterização das margens do rio recorrendo a fotografia aérea ao longo dos anos

A fotografia aérea é uma ferramenta importante para viajar no tempo e perceber como estava a área em épocas mais remotas e poder comparar com as realidades de hoje em dia. É certo que a resolução não é a melhor, mas é claramente evidente a margem do rio cultivada onde hoje é um “mar de acácias” onde a sua presença está fortemente presente no local.

As fotografias aéreas foram solicitadas ao Centro de Informação Geoespacial do Exército e só podem ser usadas com este fim de ajudar a interpretar a paisagem ao longo dos anos na área de estudo. Foram então adquiridas as fotografias referentes ao Voo SPLAL que data de 1937 a 1957 (esta informação não é precisa da data em que ocorreu devido a um incêndio ocorrido nos anos 60 onde se perdeu essa informação), voo RAF de 1947, voo USAF de 1958 e o voo de 1995 (Tabela 17). Temos ao dispor

informação com um intervalo de tempo de 80 anos, o que nos dará uma perspetiva muito real do avanço da vegetação invasora no local.

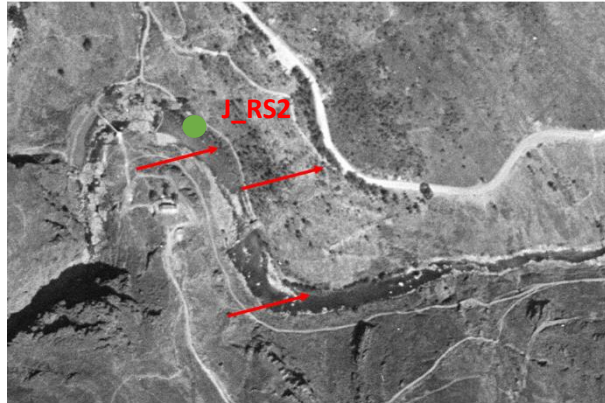
*Tabela 17: Denominação, data e escala das imagens aéreas dos voos utilizados para o estudo (Fonte: igeoe.pt acedido a 17 de outubro 2020)*

| Voo          | Ano         | Escala   |
|--------------|-------------|----------|
| <b>SPLAL</b> | 1937 - 1957 | Variável |
| <b>RAF</b>   | 1947        | 1/30000  |
| <b>USAF</b>  | 1958        | 1/26000  |
| —            | 1995        | 1/22000  |

Começamos pela imagem do Voo SPLAL (1937-1957), onde foram cortadas algumas partes fundamentais para análise da paisagem ribeirinha, junto a pontos próximos das zonas de amostragem para orientação. A imagem pode ser consultada na íntegra no Anexo V, bem como a localização em cada imagem das zonas que foram utilizadas neste capítulo para análise.



Podemos observar a zona inicial da área de estudo onde é notória a galeria ribeirinha bem demarcada com as árvores que a compõe e os campos adjacentes todos cultivados. Visível também a foz da Ribeira de Bustelo sem grandes alterações da paisagem.



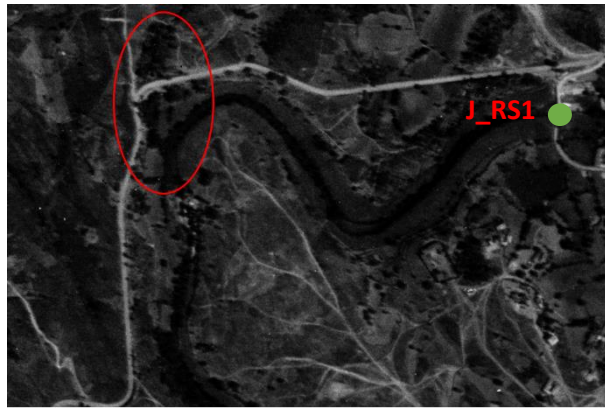
Esta zona conhecida como Sr<sup>a</sup> do Salto apresenta-se praticamente despida de vegetação, tanto ribeirinha como nas encostas adjacentes. Temos na margem direita alguma vegetação, alguma delas alinhada na margem do rio e outra junto à estrada.



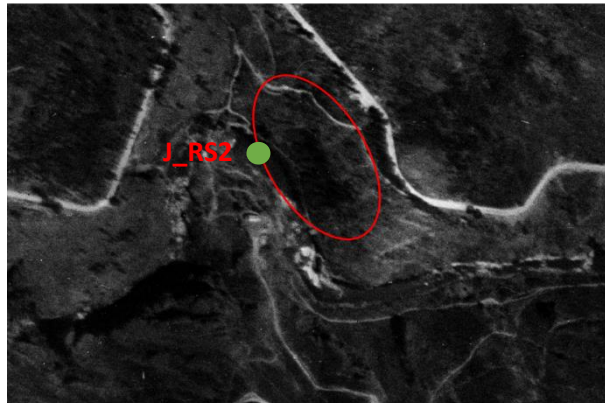
Zona onde se verifica maior área florestal mas onde a margem é ainda composta por um corredor de vegetação bem demarcado e alinhado. Os campos de cultivo são bem demarcados pelas manchas da paisagem e estendem-se até à margem do rio.

Figura 40: Fotografia aérea Voo SPLAL (1937-1957) (Fonte: Centro de Informação Geoespacial do Exército)

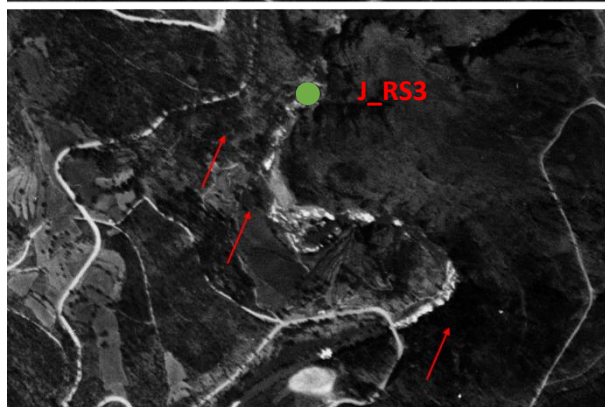
De seguida, não tendo conhecimento de quantos anos separam os dois voos, é apresentada a leitura da paisagem analisada com base na fotografia aérea de 1947, e embora seja mais escura e de menor resolução é possível ter uma visão crítica sobre o que nos apresenta.



Tal como na fotografia aérea do voo SPLAL esta de 1947 apresenta-se muito semelhante com os campos de cultivo junto às margens do rio, e galerias ripícolas bem definidas. Ribeira de Bustelo com alguma vegetação na zona onde desagua no Rio Sousa.



Nesta imagem conseguimos observar uma mancha de vegetação em expansão na margem direita já aparentemente mais densa que na situação trazida por SPLAL. Ainda assim a restante zona está com pouca vegetação aparente.

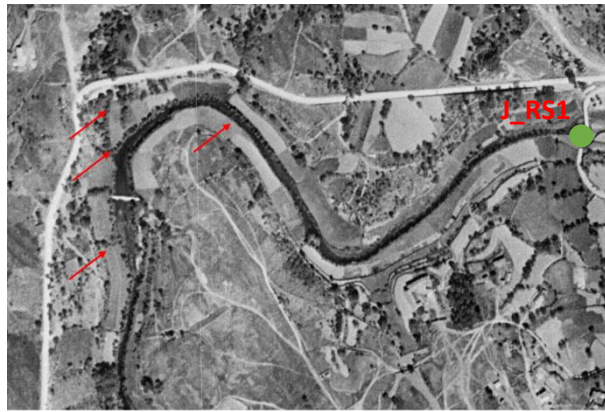


O mesmo se pode verificar nesta imagem onde a mancha de vegetação arbórea toma já um aumento, embora os campos de cultivo ainda estejam bem presentes e a limitar o crescimento florestal em seu redor.

Figura 41: Fotografia aérea de 1947 (Fonte: Centro de Informação Geoespacial do Exército)

Passados 11 anos existe o voo de 1958 que transmite mais clareza na imagem apresentada e é possível analisar o avanço da mancha da vegetação em algumas das zonas que não existiam nas imagens dos anteriores.

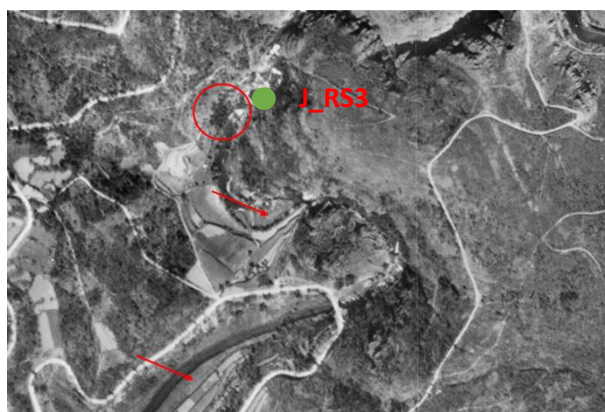
É possível ver com mais clareza também as manchas bem definidas dos campos de cultivo funcionando como zonas aráveis de produção e não de manchas florestais.



Esta imagem de 1958 apresenta na perfeição o coberto arbóreo ripícola bem definido e alinhado ao longo da margem. Mesmo na zona da foz da Ribeira de Bustelo, onde na imagem de 1947 se via um crescimento do número de vegetação, nesta imagem é possível tirar as dúvidas e perceber que está perfeitamente controlada e com campos de cultivo bem definidos separados por corredores de árvores.



Confirmamos o avanço da vegetação nas encostas desta zona do Rio Sousa. É possível verificar a existência de novas manchas onde está a crescer a vegetação e que não existiam nas imagens anteriores.



Com a resolução e luminosidade desta imagem é mais perceptível as manchas pertencentes aos campos de cultivo que ocupam grande parte da zona ribeirinha. Existe ainda um alinhamento das árvores na margem ribeirinha e confirma-se o crescimento de uma mancha de vegetação arbórea numa zona a montante dos campos de cultivo.

Figura 42: Fotografia aérea de 1958 (Fonte: Centro de Informação Geoespacial do Exército).

As grandes diferenças começam a aparecer na imagem referente a 1995 onde o fator principal é ser a primeira imagem aérea a cores e é possível perceber as zonas de vegetação jovem e madura pela coloração mais escura ou mais clara. Percebemos também que o leito do rio conta com a presença de plantas aquáticas de uma forma já invasora e começamos a ver os primeiros abandonos de certos campos agrícolas. É certo que entre as duas fotografias distam 38 anos, o tempo suficiente para se mudar muita coisa tanto a nível social como numa paisagem ribeirinha onde o crescimento da vegetação se torna espontâneo pela humidade existente e pelas margens com elevado número de nutrientes trazidos pelas cheias anualmente.



O avanço da vegetação começa a tomar as margens do Rio Sousa principalmente na margem direita no decorrer da Ribeira de Bustelo. É possível observar o abandono da agricultura nessa zona e que permitiu em 37 anos que distancia as duas imagens perceber que algumas espécie se expandia rapidamente.

Mais uma vez vemos o avanço da vegetação, e muita dela de cor mais clara, o que pode estar associada a vegetação mais jovem e que se prevê avançar em rito acelerado. De salientar as grandes manchas de plantas no leito do rio, adivinhando-se que seria alguma espécie invasora, tal é o espaço que ocupam no leito.

O descontrolo da vegetação começa a ser evidente nos pontos assinalados na figura.

Figura 43: Imagem aérea de 1995 (Fonte: Centro de Informação Geoespacial do Exército).

Finalizada a análise das imagens aéreas que permitiram uma viagem ao passado para poder interpretar as margens do Rio Sousa na área de estudo, falta a comparação com a atualidade, quais os avanços e recuos da vegetação invasora e qual a zona mais afetada por ela. Foi então comparada com a imagem de satélite de 2019 do Google Earth e pode ser conhecida na próxima figura. A distância temporal é de 24 anos, tempo suficiente, se nada tiver sido feito para controlar a vegetação invasora e para que se torne imparável em solos ribeirinhos.



A paisagem mudou completamente com a construção da autoestrada no local, o que veio descontrolar ainda mais o crescimento da vegetação invasora. A movimentação de terras, a disseminação de sementes e o abandono dos terrenos adjacentes foram os aliados perfeitos para o descontrolo do crescimento da vegetação.

Cenário semelhante ao caso anterior com a construção da autoestrada. Vegetação invasora espalhada por todo o lado, seja nas margens como no leito do rio. É possível reparar que as plantas aquáticas passam a estar presentes numa grande extensão do rio.

A vegetação tomou conta da paisagem e confirma-se a pior zona no que se refere ao número de plantas consideradas invasoras por metro quadrado. O número de campos agrícolas também reduziu consideravelmente.

Figura 44: Imagem aérea de 2019 (Fonte: Imagem de Satélite de 22/07/2019 – Google Earth)

### 3.1.8 Atividades e ações desenvolvidas para melhoramento da área de estudo

Para além da parte de amostragem, estavam previstas a realização de pequenas ações de melhoria nas margens para envolver a comunidade, mas como vivemos um ano completamente atípico e as atividades que poderiam ser pensadas para este espaço, teriam naturalmente o ajuntamento de pessoas que não era de todo aconselhado devido à fase pandémica que atravessamos. Tinha planeado ações de recolha de resíduos nas

margens, remoção de plantas invasoras, descasque de acácias, entre outros. Contudo, ainda foi possível realizar uma das atividades, no dia 6 de junho, com um reduzido número de pessoas, apenas 5, e em que andavam duas a duas pessoas do mesmo agregado familiar. Ainda assim, foi possível a realização de uma limpeza de cerca de 200 metros da margem direita do Rio Sousa em torno do ponto de amostragem J\_RS3 – Moinhos.

Dessa limpeza resultaram essencialmente plásticos de variadas composições, que ficaram presos nas plantas das margens, como é possível verificar na Figura 45.



*Figura 45: Resíduos de plásticos na margem do Rio Sousa*

O fato de existir no local uma elevada densidade de árvores consideradas invasoras, o espaço disponível de margem encontra-se completamente preenchido por elas até ao leito do rio, que ao galgar as margens em tempo de chuvas fortes, deixa agarrados os resíduos que vêm na água (Figura 46).



*Figura 46: A e C - Densidade de vegetação na margem; B e D - Acumulação de resíduos presos na vegetação da margem*

O resultado dessa ação é partilhado nas Figura 47 onde foram expostos os sacos com os resíduos recolhidos durante a manhã, e estamos certos que foi uma ação extremamente importante, por um lado porque retiramos dezenas de quilos de resíduos das margens do rio e por outro lado pela forte mensagem de sensibilização que foi passada nas diferentes gerações que se fizeram representar.



*Figura 47: A e B - Participantes na atividade de recolha de resíduos e quantidade de resíduos recolhidos*

No final da atividade houve a curiosidade de traçar o perfil dos voluntários, desde o seu envolvimento nestas causas à importância da participação pública na preservação ambiental. As Tabelas 18 e 19 são o resultado simplificado desses questionários que se encontram no Anexo IV.

Com idades compreendidas entre os 11 e os 54 anos e formação entre o 2º ciclo e o ensino superior, todos eles consideram importantes as ações de limpeza das margens das linhas de água para a preservação do ecossistema.

Todos consideram que o plástico foi o material mais recolhido nesta limpeza e todos eles partilham da mesma opinião que a participação popular é importante para aumentar a consciencialização ambiental na preservação das linhas de água e das galerias ripícolas.

À questão se consideram que estas ações de limpeza devem ser realizadas apenas por pessoal das autarquias locais ou em ações de voluntariado com a população para aumentar a consciencialização ambiental, todos os presentes consideram que ambas as hipóteses são necessárias e nenhuma delas em particular. Na mesma ordem de ideias todos eles consideram que o papel das autarquias na educação e sensibilização ambiental é fundamental para o envolvimento da população local nas ações de preservação do meio ambiente.

*Tabela 18: Respostas obtidas à questão 6 do questionário da atividade*

**Qual a causa que aponta como prioritária para a presença de elevado número de resíduos espalhados na margem do Rio Sousa?**

|                                                                                                      |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <b>Falta de empenho das autarquias locais na educação e sensibilização ambiental</b>                 | 0 |
| <b>Falta de civismo da população</b>                                                                 | 0 |
| <b>Meios ineficientes de recolha de resíduos</b>                                                     | 0 |
| <b>Falta de conhecimento da população sobre os problemas ambientais causados pelas suas atitudes</b> | 4 |

Todos os presentes seleccionaram a principal causa do elevado número de resíduos espalhados nas margens do rio com a falta de conhecimento da população sobre os problemas ambientais que são causados pelas atitudes de cada um. De seguida foram pedidas as ações principais para colmatar este problema, as quais podem ser consultadas na seguinte tabela.

*Tabela 19: Respostas obtidas à questão 7 do questionário da atividade*

**Que ações aponta como prioritárias para a resolução dos problemas ambientais relacionados com a presença de resíduos nas margens e nas linhas de água?**

|                                                                                                                      |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <b>Sensibilização da população com ações no terreno</b>                                                              | 1 |
| <b>Sensibilização da população com ações digitais nas redes sociais</b>                                              | 3 |
| <b>Aumento da fiscalização e punição dos infratores</b>                                                              | 3 |
| <b>Aumento dos locais de deposição de resíduos</b>                                                                   |   |
| <b>Melhorar a qualidade da água e das margens ribeirinhas para a população lhe atribuir mais proteção e respeito</b> | 1 |
| <b>Criar percursos junto às margens das linhas de água para a população sentir o dever de preservação do espaço</b>  | 4 |
| <b>Não fazer nada e aceitar a realidade</b>                                                                          |   |

Perante as respostas apresentadas podemos verificar que não fazer nada não é solução nem aumentar os locais de deposição de resíduos, apontam mais a criação de percursos junto às margens das linhas de água para a população sentir o dever de preservação do espaço como a principal medida a ser aplicada. Esta medida vai em conta à resposta seguinte onde todos considera que se as margens dos rios e a qualidade da água estivessem de boa qualidade, haveria mais gente a usufruir desses recursos naturais e a preservá-los.

Todos os participantes concordam que os resíduos colocados no chão podem contaminar as margens, os rios e o mar, mesmo estando a vários quilómetros de distância do mar.

Nenhum dos presentes era a primeira vez que participava numa ação desta natureza e um dos participantes assinalou a opção que já participou em mais de 5 ações de limpeza de resíduos. Todos eles referem também que voltarão a fazê-lo no futuro e que convidarão um familiar ou amigo a participar também, alertando para a importância destas ações.

Todos partilham da mesma opinião quando referem que as crianças é que terão a iniciativa de participar nestas ações e levarão os pais a aderir e não o contrário onde seriam os pais a convencer as crianças a aderir a este tipo de ações.

Por último, foram questionados sobre se estão informados sobre as questões ambientais ou se necessitam de mais informação e apenas um considera que sim que está informado o suficiente e os restantes dizem sentir que precisavam melhorar os conhecimentos sobre o ambiente.

## Parte 4 – Proposta de medidas de intervenção com vista à recuperação e melhoria fluvial da área de estudo

Com base nos resultados obtidos no decorrer deste trabalho, foi possível verificar quais as maiores fragilidades do Rio Sousa no que corresponde ao percurso que percorre dentro do Parque das serras do Porto.

Sendo este um local de paisagem protegida regional, os esforços na recuperação de uma paisagem de interação entre o meio fluvial, ripícola e social deve ser uma das prioridades. Conservar o que de bom já existe e potencia-lo, e eliminar gradualmente o que está a destabilizar esta interação entre o rio, as suas margens e a população.

Certos que ao melhorar a qualidade das margens melhoramos também a qualidade das águas, a aposta será na apresentação de propostas para a recuperação das margens e na sensibilização ambiental.

A estratégia passaria por três grandes fases, na primeira fase a limpeza das margens e do leito com corte seletivo, podas de formação, limpeza de resíduos e árvores caídas no leito do rio. Numa segunda fase contenção de invasoras e reposição de autóctones com as devidas técnicas apropriadas a cada uma das espécies. Por último, numa terceira fase com trabalhos de estabilização das margens recorrendo a técnicas de engenharia natural.

É de salientar que nenhuma das fases é feita isoladamente, mas em interação para que o resultado seja atingido com maior solidez e eficácia.

O conhecimento e descrição de cada uma das tarefas é disponibilizado no ponto seguinte deste trabalho no “plano de intervenção e de recuperação da galeria ripícola”, bem como uma proposta de calendarização com base no tipo de trabalhos a realizar e

da época do ano. Tendo sempre em atenção a violência das águas causadas pelas cheias, onde não poderão encontrar solo desprotegido para evitar a erosão das margens.

## 4.1 Proposta de plano de intervenção e de recuperação da galeria ripícola

Neste ponto são apresentadas as diferentes fases de atuação para a intervenção e recuperação da galeria ripícola, tendo em consideração o diagnóstico realizado e as melhores técnicas para uma intervenção responsável e sustentável para o ambiente ribeirinho que se pretende recuperar. No final da exposição de cada uma das fases será lançada a proposta de cronograma da execução destas técnicas, atendendo a que todas elas só fazem sentido se interligadas entre si e estudadas para quais dos pontos mais problemáticos podem ser escolhidas as que melhor farão o papel de recuperação daquela área.

### 4.1.1 Limpeza, corte seletivo e podas de formação

A limpeza das margens e do leito será realizada com recurso a técnicas simples de corte de vegetação espontânea, como os silvados (*Rubus ulmifolius*) que embora pertençam à vegetação ripícola, quando estão descontrolados impedem o bom funcionamento fluvial, a acumulação de resíduos e a impossibilidade que outras espécies possam prosperar, daí a necessidade de uma limpeza controlada desta espécie. A recolha de resíduos nas margens também fará parte da fase de limpeza, bem como a recolha de resíduos presos no leito do rio em raízes, muros, troncos, entre outros. Existem zonas com troncos caídos no leito e também será imprescindível a sua remoção para não impedir o bom funcionamento fluvial e evitar a acumulação de sedimentos e de resíduos, e até mesmo a destruição das margens com a força das águas se o leito estiver obstruído.

O corte dos silvados deve ser feito normalmente com roçadora manual, e de preferência nos períodos de verão e outono onde o crescimento é menor nesta altura do ano e o

reaparecimento de novos rebentos é mais controlado do que na primavera, a Figura 48 do Rios + exemplifica como se deve proceder.



*Figura 48: Exemplo de corte de silvados com utilização de equipamento mecanizado apropriado (Fonte: Rios +)*

Depois de efetuada a limpeza e corte seletivo dos matos e vegetação o avanço na poda de formação deve ser uma tarefa a ter em consideração para evitarmos um crescimento desmedido das árvores que por vezes acabam por cair com o peso e falta de estabilização e suporte capaz de suportar o peso e os ventos fortes que por vezes se fazem sentir. A formação de ramos junto à água ou junto ao chão é prejudicial para o escoamento eficaz e aumenta a possibilidade de erosão das margens, bem como a intensificação das cheias, pelo que a poda se torna fundamental, de modo a que sejam removidos os ramos prejudiciais, mas que se mantenha a vegetação estrutural e o sistema radicular.

A Figura 49 representa o tipo de corte aconselhado para que a vegetação cresça direcionada.



Figura 49: Exemplo de corte na poda de formação (Fonte: Rios +)

Transcrevendo as recomendações de Rios + para o corte seletivo e podas de formação deve ser considerado que:

- A densidade final após corte não deve ser inferior a 1 árvore/10m<sup>2</sup>;
- No decurso dos trabalhos de limpeza devem ser identificadas as árvores (ou os ramos) com a indicação da operação a desenvolver: corte raso, desbaste ou poda;
- Ser realizados de jusante para montante;
- Ser preferencialmente manuais evitando o uso de meios mecânicos pesados;
- Ocorrer antes do período das chuvas;
- Ser realizados numa margem de cada vez;
- Manter a geometria da secção e não linearizar a linha de água.

Os ramos e troncos excedentes das podas podem ter alguns fins no local ou então enviar para centro de compostagem ou de valorização. No local podem ser amontoados

em locais estratégicos em pequenos montes para funcionar como refúgio e habitat de certos animais que vivem no ambiente ripícola. Pode ser também usado para reprodução de espécies autóctones por estacaria e dessa forma repovoar áreas com menos cobertura ou de margens menos consolidadas. E ainda, podem ser usados nas diferentes técnicas de engenharia natural.

Desta forma começamos a construir a interação entre o rio e a galeria ripícola, assim como as espécies animais e vegetais que interagem entre si.

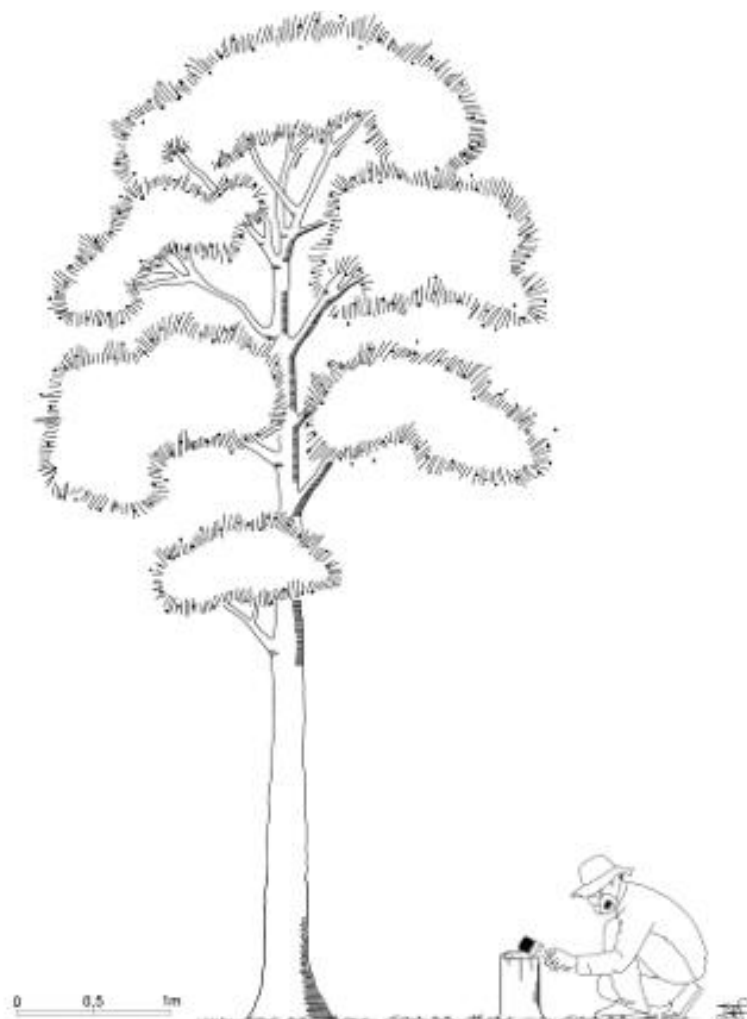
#### 4.1.2 Contenção das plantas invasoras e reposição de autóctones

Este processo é muito exigente e deverá ser executado com muito critério e onde as decisões deverão ser as mais assertivas possíveis para que o erro não seja maior com a execução do trabalho do que com o estado atual do local. Estas preocupações existem uma vez que estamos a lidar com encostas completamente cobertas de espécies invasoras e onde a sua remoção em massa poderá trazer derrocadas com a força das chuvas, poderá transportar para a linha de água grandes quantidades de sedimentos e de material lenhoso proveniente dos trabalhos, pode deixar o solo completamente desprotegido de vegetação e tornando-o exposto aos fatores climáticos e o manuseio do herbicida para controlo das espécies invasoras deve ser usado corretamente para não causar problemas para outras espécies autóctones.

Cada uma das espécies invasoras mencionadas anteriormente tem técnicas diferentes de contenção e vão ser especificadas neste ponto da dissertação com recurso à informação recolhida das fichas das plantas invasoras em (invasoras.pt) e também com a consulta da memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas.

No caso da acácia (*Acacia melanoxylon*) e da mimosa (*Acacia dealbata*) a técnica de contenção é a mesma, e neste troço de rio em estudo como o seu desenvolvimento já está numa fase muito avançada, certamente que o mais eficaz será o controlo físico e químico que combina o corte e aplicação de herbicida sistémico aplicado com pincel diretamente no tronco cortado (Figura 50) que fica enraizado no solo e desta forma garante a secagem da árvore até à raiz, caso seja aplicado apenas o corte, proliferaria por todo o sistema radicular espalhado no solo e mais árvores nasceriam no local.

Existem técnicas de arranque de plantas jovens e até de descasque, fazendo um corte anelar “contínuo, à volta do tronco, à altura que for mais confortável para o aplicador e remover toda a casca e câmbio vascular até à superfície do solo, se possível até à raiz” (invasoras.pt), mas não será eficaz neste local pois a propagação é de tal modo acelerada que o resultado prático não se faria sentir. Deixaria algumas em locais de fácil acesso para funcionar como atividade pedagógica e de sensibilização ambiental em ações futuras de visitas ao local.



*Figura 50: Corte de acácias e aplicação de herbicida (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas)*

Visto que temos nesta área grandes densidades destas espécies, e em zonas escarpadas e outras de elevada inclinação, o corte deve ser faseado e depois da época de cheias que varia ligeiramente de ano para ano. Para além do corte ser feito de forma faseada, deve ser repostas árvores autóctones, seja por estacaria quer por plantação com raiz formada, para durante a primavera e as duas estações seguintes terem tempo

de se fixar ao solo e o sistema radicular amadurecer de maneira a não deixar o solo desprotegido para suportar as cheias e os escoamentos superficiais que tendem a ser violentos nessa área.

Desta forma garantimos que no ano seguinte já poderíamos repetir o processo cortando mais uma parte de invasoras e substituindo sempre por autóctones até conseguir finalizar o trabalho.

Para a contenção da cana (*Arundo donax*), o método mais eficaz seria o arranque total das plantas incluindo o rizoma, mas atendendo que aparecem em zonas muito concentradas e onde são a única sustentação das terras e das margens onde surgem, não será o método mais aconselhado para evitar a erosão da margem até que exista um sistema radicular coeso das novas espécies autóctones repovoadas.

Assim sendo, aplicar um controlo físico e químico à semelhança do género acácia será o mais adequado. Essencialmente este processo está assente em duas etapas com repetição da segunda etapa até que a espécie desapareça na totalidade como retrata a Figura 51:

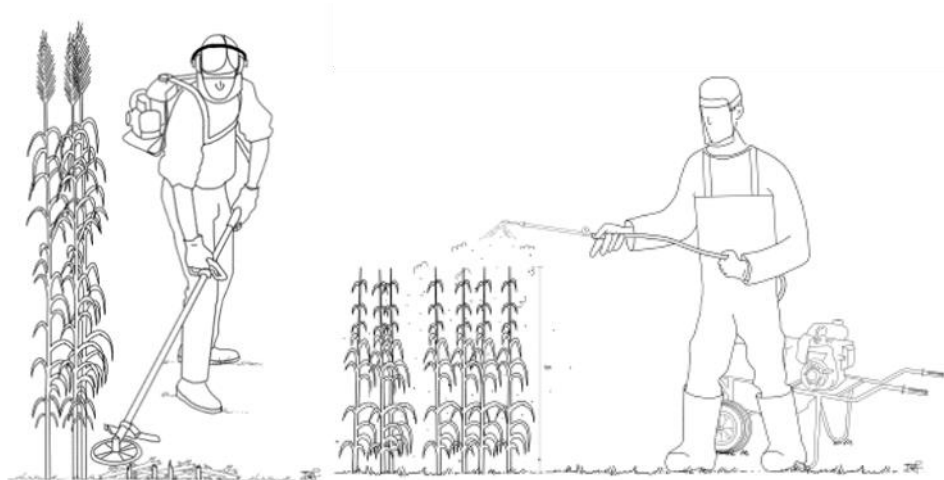


Figura 51: Etapas de controlo das canas (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas)

A primeira etapa consiste no corte com ajuda de roçadoura ou motosserra e a segunda etapa consiste na aplicação de um herbicida sistémico quando as plantas voltarem a atingir 1 metro de altura. Este processo de aplicação de herbicida ao ser atingido 1 metro de altura de novos rebentos, deve ser repetido as vezes que forem necessárias até assegurar que o rizoma já não tem capacidade de regenerar novas plantas.

A presença da erva-da-fortuna (*Tradescantia fluminensis*) num dos pontos de amostragem representa um foco de propagação desta espécie ao longo da margem direita do Rio Sousa, inibindo o crescimento de herbáceas autóctones dada a sua densidade. Como está ainda circunscrito à zona envolvente do ponto J\_RS3 é possível a sua remoção manual, dada ser a técnica mais eficaz e que menos riscos trás para o ambiente.

O arranque deve ser efetuado na época de chuvas para facilitar o trabalho de remoção das raízes. Como é uma espécie que se reproduz facilmente e em que cada nó dá origem a uma nova planta, deve ser garantida que é removida do local na totalidade (Figura 52).

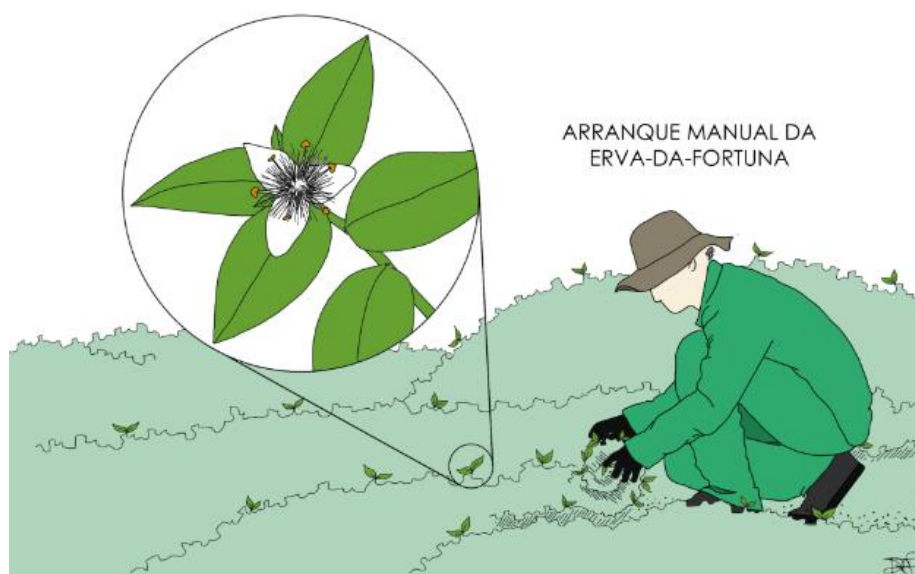


Figura 52: Controlo da espécie erva-da-fortuna (Fote: Rios +)

Por último, a pinheirinha (*Myriophyllum aquaticum*) é uma das espécies que merece um forte destaque visto estar presente ao longo de toda a área de estudo, apoderando-se de grandes áreas à superfície. Como é a única espécie invasora aquática abordada neste trabalho, e como é uma espécie que se reproduz vegetativamente pela quebra dos rizomas, terá de ser reforçado o cuidado durante a sua remoção para que os fragmentos não sejam libertados e transportados pela corrente, tornando-se em vez de uma ação de contenção, uma ação de propagação.

Os rizomas enraízam facilmente, pelo que ao serem removidos os exemplares desta planta manualmente, devem ser afastadas de imediato das margens do rio para que seja garantida que não se irá espalhar novamente dentro do leito e provocar infestações a montante.

### 4.1.3 Técnicas de Engenharia Natural

Neste ponto do trabalho vão ser apresentadas algumas técnicas de engenharia natural para dar resposta às diversas situações que serão necessárias para assegurar a estabilização das margens e sua renaturalização após a eliminação das invasoras.

A experiência do meu coorientador e a forma como me passou os conhecimentos sobre as TEN, foram imprescindíveis para conseguir selecionar entre várias técnicas as mais adequadas à zona em questão.

Dentro de várias técnicas disponíveis, vão ser apresentadas as seguintes:

- Estacaria Viva;
- Plantação de Árvores e Arbustos Autóctones;
- Faxinas Vivas;
- Entrançado Vivo;
- Paliçada;
- Muro Vivo;
- Grade Viva;
- Biorolo.

Na técnica de **Estacaria Viva** (Figura 53), serão necessários ter em atenção os fatores espécie, terreno e época do ano. Optar por espécies de enraizamento fácil e de espécies autóctones adaptada às galerias ribeirinhas, o amieiro e o salgueiro são dois possíveis exemplos. Preferencialmente devem ser estacas com um mínimo de 40 cm de comprimento por 2 cm de diâmetro, recolhidas na área envolvente e se possível, resultantes das podas de formação. A época ideal para a execução desta técnica é no período de repouso vegetativo.

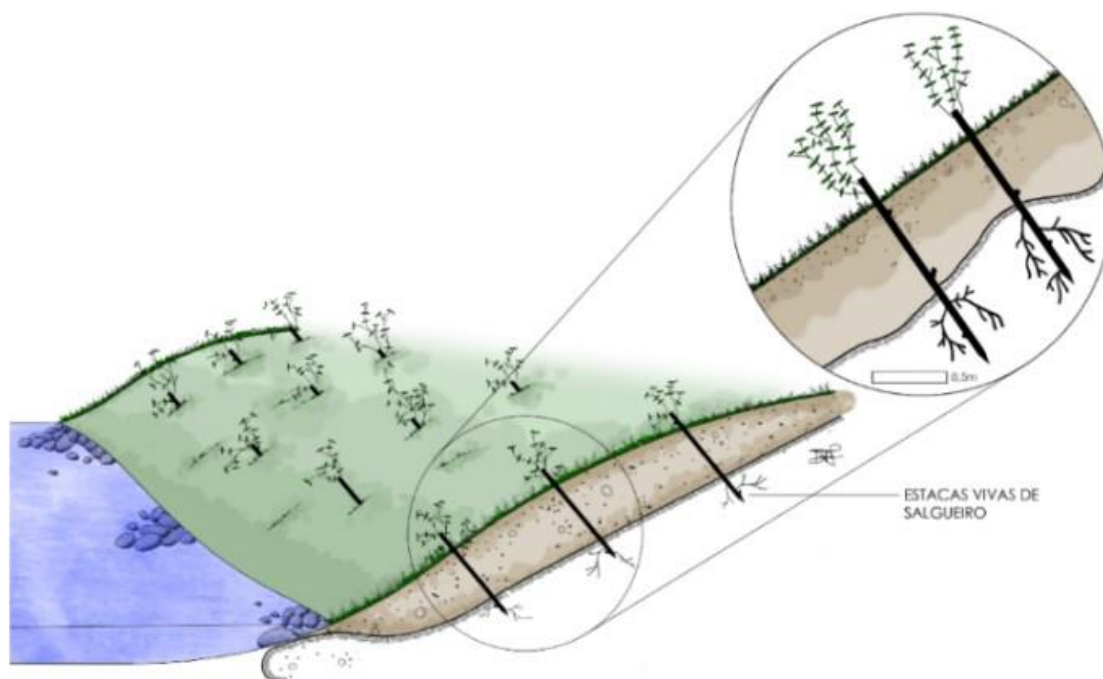


Figura 53: Técnica de Estacaria Viva (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas)

Uma técnica muito válida para a substituição das espécies invasoras que vão sendo cortadas progressivamente, no ano seguinte quando as árvores resultantes de estacaria tivessem substituído a área radicular das invasoras cortadas, poder-se-ia avançar com a segunda fase de corte de invasoras e nova fase de estacaria até que todas as invasoras estejam cortadas.

A **Plantação de Árvores e Arbustos Autóctones** (Figura 54) requer a aquisição de um elevado número de exemplares e pode tornar-se mais dispendiosa que a técnica anterior, mas a variedade e a taxa de sucesso sairão beneficiadas. Podem ser plantadas com raiz nua ou torrão durante preferencialmente durante o período de repouso vegetativo para na primavera já estarem bem enraizados e adaptados ao solo.

É fundamental no caso das árvores um comprimento nunca inferior a 80 cm e no caso dos arbustos de 50 cm. O uso de tutores ajudará ao crescimento do tronco alinhado e dar-lhe-á uma estabilidade até atingir maior maturidade.

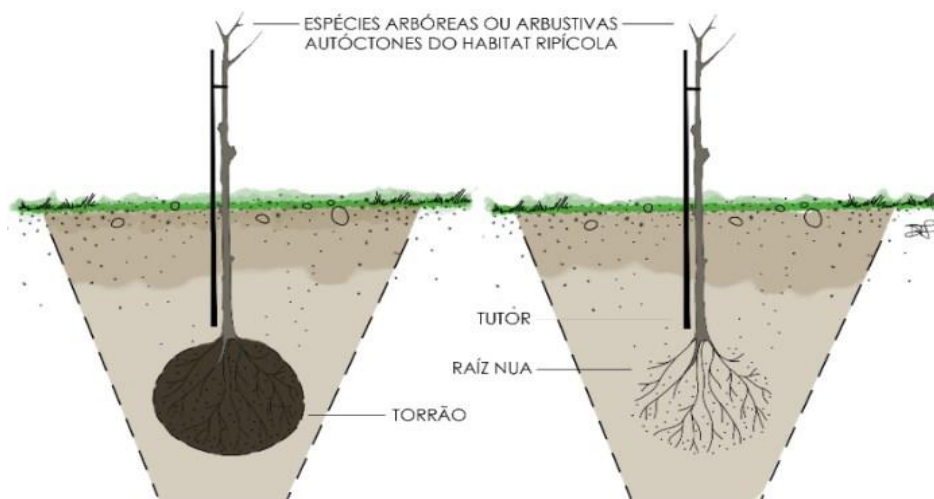


Figura 54: Plantação de árvores ou arbustos em torrão ou raiz nua (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas)

O apoio do CRE Porto, no projeto em que são parceiros da autarquia de Paredes, “Futuro – Projeto das 100.000 árvores”, pode ser um importante aliado na execução desta técnica ao longo dos habitats ribeirinhos e na rearborização dos bosques adjacentes para melhorar a interação entre a galeria ripícola e os bosques de transição.

A técnica de **Faxinas Vivas** (Figura 55) usada para estabilização das margens com recurso ao material resultante das podas de formação e consiste na construção de dois feixes de ramagens sobrepostas, com um diâmetro mínimo por feixe de 0,50m, totalizando uma altura mínima de 1 m. É importante que seja aplicado em contato com solo húmido para garantir o desenvolvimento vegetativo da vegetação utilizada.

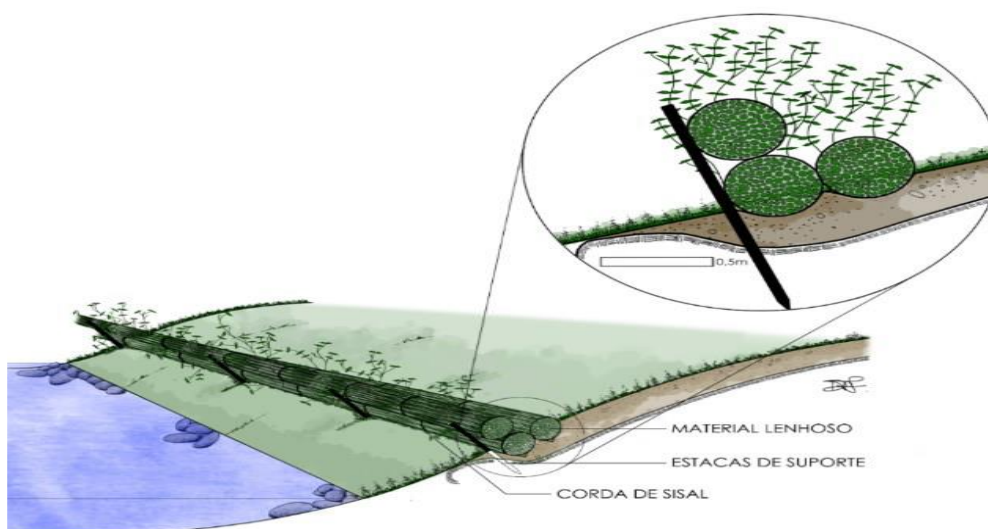


Figura 55: Técnica de Faxinas Vivas (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas)

Este processo deve ser mais uma vez realizado durante o período de repouso vegetativo.

Tal como a técnica vista anteriormente, a técnica de **Entrançado Vivo** (Figura 56) é igualmente construída a partir de estacas provenientes das podas e de preferência de dois tipos intercalados, umas de espécies com capacidade de crescimento vegetativo e outra de pinheiro verde. A técnica ideal para uma situação que se procure uma margem flexível para fazer proteção da margem contra a erosão provocada pela força da água.

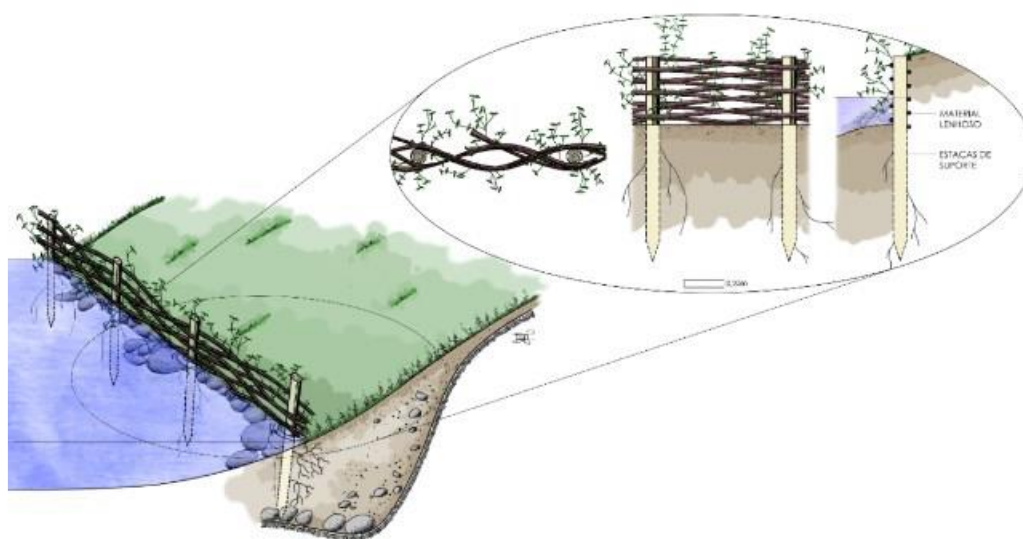


Figura 56: Técnica de entrançado vivo (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas).

As estacas utilizadas devem ter um comprimento mínimo de 40 cm e 5 cm de diâmetro e colocadas de forma entrançada entre prumos de madeira verticais cravados no terreno com espaçamento entre uns e outros de 1 metro, formando desta forma uma parede flexível e altamente resistente.

A técnica de **Paliçada** (Figura 57) é muito semelhante da técnica anterior, mas onde a finalidade é a sustentação de terras e estabilização das margens em vez de ser tanto o combate à erosão, mas onde também o faz de forma eficaz.

Consiste na construção de uma estrutura linear vertical, com troncos de madeira (resultante das ações de poda ou em pinho verde) cravados no solo e com estacas de travamento dessa estrutura. As estacas podem ser de espécies capazes de se reproduzirem de forma vegetativa.



*Figura 57: Técnica de paliçada (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas)*

Outra das técnicas com finalidade de por um lado fazer a sustentação de terras e por outro evitar a erosão causada pela força das águas é o **Muro Vivo** (Figura 58). Esta técnica baseia-se na construção de uma estrutura formada por troncos de madeira dispostos perpendicularmente uns aos outros, até formar uma caixa. Para melhorar a fixação dos troncos, devem ser utilizados pregos ou cavilhas.

A base da caixa deve ser preenchida com pedras até ser atingido o nível freático para garantir o escoamento superficial sem danificar a estrutura, e o restante espaço deve ser preenchido com solo da área de intervenção. Nos espaços criados entre os troncos devem ser colocadas estacas de espécies com capacidade de reprodução vegetativa ou plantação de árvores e arbustos autóctones.

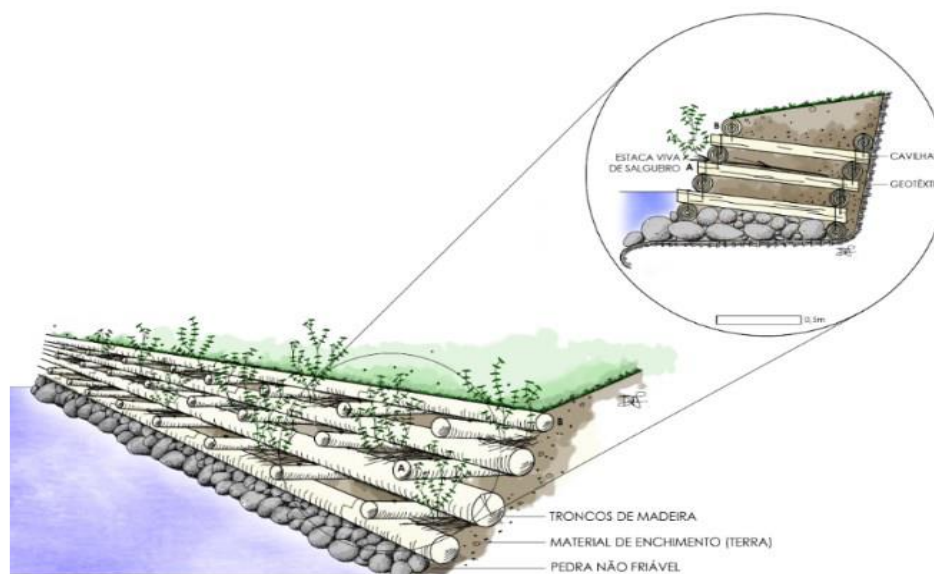


Figura 58: Técnica de muro vivo (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas).

A técnica **Grade Viva** (Figura 59) é contruída com troncos de madeira de pinho tratado e colocados perpendicularmente entre si, na horizontal e na vertical, para a formação de uma malha quadrangular de 1 metro por 1 metro. Esses troncos são fixados uns aos outros com recurso a cavilhas e são suportados por estacas de madeira de espécies com capacidade de reprodução vegetativa.

Para o preenchimento dos espaços dentro da malha é usado solo da área de intervenção e são plantadas árvores ou arbustos autóctones.

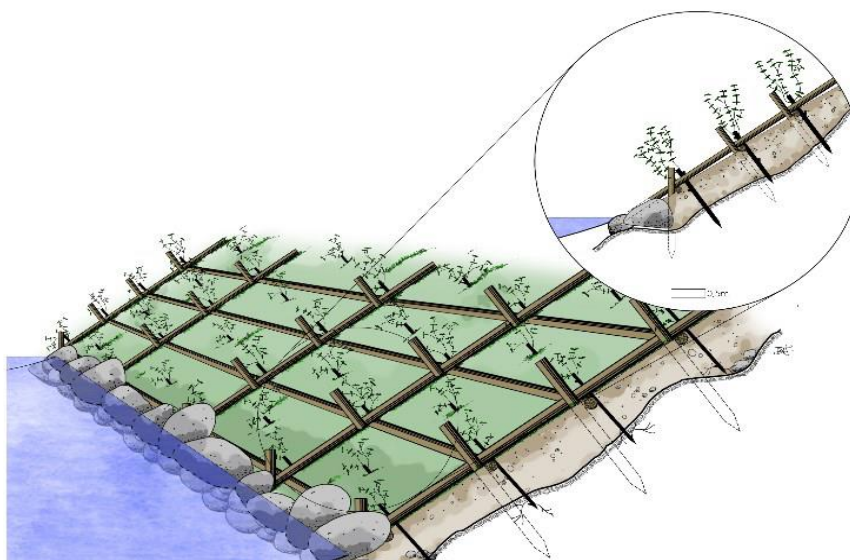
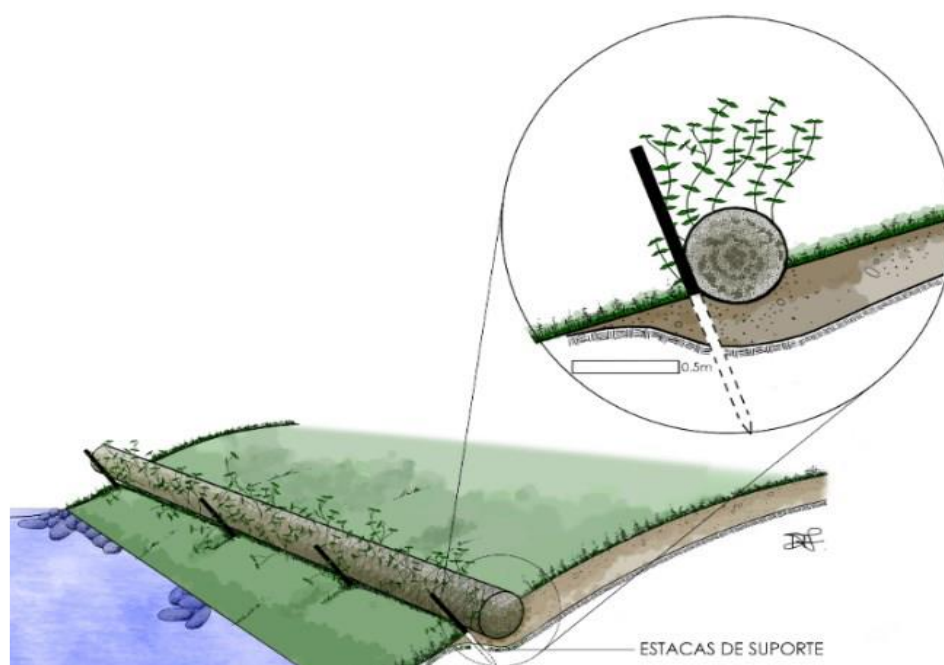


Figura 59: Técnica de grade viva (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas).

Por última, será abordada a técnica do **Biorolo** (Figura 60), que se trata da colocação de um rolo cilíndrico construído no interior em fibra do coco compacta, que lhe confere uma densidade homogénea, e no exterior uma rede em fibra de coco assegura a sua forma estrutural. Como função o suporte e sedimentação do material erodido e ao mesmo tempo serve como substrato para a plantação de espécies aquática, tanto na forma de rizomas como de bolbos.

As estacas de suporte devem mais uma vez ser de espécies com capacidade de reprodução vegetativa para assegurar uma reposição de espécies ripícolas e um sistema radicular que ajudará na sustentação da margem e no combate à erosão provocada pela força das águas.



*Figura 60: Técnica de biorolo (Fonte: Memória descritiva e justificativa do projeto de execução da valorização e adaptação dos rios Ferreira e Sousa às alterações climáticas)*

Foram desta forma apresentadas as possíveis soluções para dotar o local de estruturas naturais para estabilização das margens, todas elas com um excelente impacto visual.

A Tabela 20 representa os principais cuidados a ter em cada TEN (Técnica de Engenharia Natural).

Tabela 20: Cuidados a ter com as Técnicas de Engenharia Natural

| TEN                                               | Cuidados a Ter                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Estacaria Viva</b>                             | Utilizar espécies adaptadas ao local;<br>Utilizar espécies de enraizamento fácil;<br>Época do ano de execução - período de repouso vegetativo.                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Plantação de Árvores e Arbustos Autóctones</b> | Época do ano de execução - período de repouso vegetativo;<br>Comprimento nunca inferior a 80 cm e arbustos de 50 cm;<br>Uso de tutores ajudará ao crescimento do tronco alinhado.                                                                                                                                                                       |
| <b>Faxinas Vivas</b>                              | Diâmetro mínimo por feixe de 0,50 m e altura mínima de 1 m;<br>Aplicar em contato com solo húmido;<br>Época do ano de execução - período de repouso vegetativo.                                                                                                                                                                                         |
| <b>Entrançado Vivo</b>                            | Intercalar espécies com capacidade de crescimento vegetativo e outa de pinheiro verde;<br>Estacas utilizadas devem ter um comprimento mínimo de 40 cm e 5 cm de diâmetro;<br>Época do ano de execução - período de repouso vegetativo.                                                                                                                  |
| <b>Paliçada</b>                                   | Estacas de espécies com capacidade de reprodução vegetativa;<br>Época do ano de execução - período de repouso vegetativo.                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Muro Vivo</b>                                  | A base da caixa deve ser preenchida com pedras até ser atingido o nível freático para garantir o escoamento superficial sem danificar a estrutura;<br>Restante espaço deve ser preenchido com solo da área de intervenção;<br>Estacas de espécies com capacidade de reprodução vegetativa;<br>Época do ano de execução - período de repouso vegetativo. |
| <b>Grade Viva</b>                                 | Deve ser contruída com troncos de madeira de pinho tratado e colocados perpendicularmente entre si;<br>Usar solo da área de intervenção para o preenchimento dos espaços da malha;<br>Estacas de espécies com capacidade de reprodução vegetativa;<br>Época do ano de execução - período de repouso vegetativo.                                         |
| <b>Biorolo</b>                                    | Estacas de suporte devem ser de espécies com capacidade de reprodução vegetativa;<br>Época do ano de execução - período de repouso vegetativo.                                                                                                                                                                                                          |

#### 4.1.4 Planificação dos trabalhos

A planificação dos trabalhos foi realizada para 3 anos, tendo em conta o número de espécies invasoras a eliminar e assumindo a estratégia de eliminar 1/3 em cada ano para não perdermos a ligação radicular que sustenta o solo das margens e assim evitar deslizamentos de terras e erosão das margens.

As outras tarefas são influenciadas pela época de repouso vegetativo, pela época das plantações e pela época de cheias onde a corrente do rio impede a execução de certos trabalhos. É apresentada uma proposta na seguinte tabela onde se assume o primeiro ano de trabalhos iniciar na estação seca, ideal para o início das limpezas de resíduos nas margens e no leito bem como a remoção de troncos e árvores caídas no rio e também o corte seletivo e desmatação de silvados das margens.

Após esta fase entramos na fase de repouso vegetativo, ideal para iniciar as podas de formação, corte de árvores de espécies invasoras, construção das técnicas de engenharia natural de estabilização e renaturalização das margens e plantações de espécies autóctones de árvores e arbustos adaptados às galerias ripícolas.

No segundo e terceiro ano os trabalhos repetem-se e acrescenta-se a tarefa de manutenção todo o ano para que sejam corrigidos os estragos causados pelas cheias e deslizamentos de terras. Manutenção das espécies plantadas para substituir as que não vingaram. Manutenção das espécies invasoras para evitar a sua proliferação.

A proposta de planificação de tarefas pode ser consultada na Tabela 20.

Tabela 21: Planificação de tarefas de recuperação da galeria ripícola

| Tarefas                                                        | Ano 1 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                                                | Jan   | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
| 1 - Limpeza das margens e do leito do rio                      |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 2 - Corte seletivo e desmatação de ( <i>Rubus ulmifolius</i> ) |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 3 - Remoção de troncos e árvores caídas no leito do rio        |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 4 - Contenção das espécies invasoras arbóreas                  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

| 5 - Plantação de espécies autóctones de substituição das invasoras |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 6 - Podas de formação                                              |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 7 - Construção de Técnicas de Engenharia Natural                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Tarefas                                                            | Ano 2 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                    | Jan   | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
| 1 - Limpeza das margens e do leito do rio                          |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 2 - Corte seletivo e desmatção de ( <i>Rubus ulmifolius</i> )      |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 3 - Remoção de troncos e árvores caídas no leito do rio            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 4 - Contenção das espécies invasoras arbóreas                      |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 5 - Plantação de espécies autóctones de substituição das invasoras |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 6 - Podas de formação                                              |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 7 - Construção de Técnicas de Engenharia Natural                   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 8 - Manutenção dos trabalhos realizados                            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Tarefas                                                            | Ano 3 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                    | Jan   | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
| 1 - Limpeza das margens e do leito do rio                          |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 2- Corte seletivo e desmatção de ( <i>Rubus ulmifolius</i> )       |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 3 - Remoção de troncos e árvores caídas no leito do rio            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

|                                                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 4 - Contenção das espécies invasoras arbóreas                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 - Plantação de espécies autóctones de substituição das invasoras |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 - Podas de formação                                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 - Construção de Técnicas de Engenharia Natural                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 - Manutenção dos trabalhos realizados                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Para a realização da proposta apresentada foram tidas em conta os resultados obtidos, as visitas de campo e projetos de especialidade, visto que durante o tempo de execução foram iniciados trabalhos de técnicas de engenharia natural na área de estudo.

Como se trata de uma proposta e como apenas é apresentada uma parte do projeto, carece de técnicos especializados para ser desenvolvido o projeto de execução, onde são determinadas as quantidades, as estimativas financeiras, os detalhes dos trabalhos, caderno de encargos, plano de gestão de resíduos e plano de segurança com lista de espécies a plantar.

## 4.2 Proposta de plano de sensibilização ambiental

Este campo de atuação é fundamental para o envolvimento da comunidade no projeto, desde as crianças até aos seus avós, uns porque têm o futuro pela frente e vão a tempo de o construir com uma visão mais sustentável e de valorização do meio natural, e outros porque dedicaram a sua vida a cuidar dos montes, dos rios, das margens, dos campos... e que vêm nestes trabalhos de valorização uma esperança de voltarem a ter um rio como tinham na sua infância.

Existem várias formas de levar o rio às pessoas, mas também é fundamental levar as pessoas ao rio. Nesse sentido é fundamental a elaboração de recursos audiovisuais, recursos didáticos (livros, jogos, brochuras), mas também recursos locais preparados

para receber visitantes, ponto de informação e explicação das técnicas e trabalhos realizados (pode ser usado o Centro Interpretativo da Sr<sup>a</sup> do Salto), construção e marcação de percursos pedestres ao longo das margens adaptados às várias gerações.

As escolas são elos de ligação com a população e são ferramentas de elevado valor para ter em consideração neste processo de sensibilização, sendo parte ativa nos trabalhos demonstrativos de limpeza das margens, contenção de invasoras, marcação dos trilhos com pintura das sinalizações, transepto ao longo de curtos trajetos ao longo da margem, plantações de espécies autóctones, adoção de intervalos de rio e inscrever no “Projeto Rios”, realização de exposições temáticas tanto nas escolas com materiais alusivos ao parque, mas também no parque com materiais desenvolvidos na escola.

Para a comunidade é importante aproxima-los do rio com a realização de caminhadas, concursos fotográficos sobre as espécies ribeirinhas, exposições temáticas nas margens do rio, realização de teatros ou pequenos momentos culturais na margem do rio, entre outros.

Ao aproximar a população dos recursos naturais, todos terão a perceção das vantagens de poder usufruir deles com qualidade e segurança.

A tabela 22 apresenta uma proposta de um plano de sensibilização para três anos que envolve as escolas e a comunidade geral. O Anexo VIII apresenta uma ficha de avaliação da qualidade das ações de sensibilização ambiental.

*Tabela 22: Proposta de plano de sensibilização ambiental*

| Ano          | Atividades de Sensibilização Ambiental                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ano 1</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Formação aos empreiteiros e trabalhadores;</li><li>- Envolvimento das escolas com visitas ao local e explicação das TEN</li><li>- Ebinar para a população em geral sobre as TEN em curso</li></ul>                                                                                                                                                                                |
| <b>Ano 2</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Envolvimento das Eco-Escolas e agrupamentos de escuteiros nas saídas de campo para contenção de espécies invasoras, plantação de autóctones e limpeza das margens;</li><li>- Envolvimento das escolas para identificação da fauna e flora locais para elaboração de suportes informativos;</li><li>- Ebinar para a população em geral sobre as atividades desenvolvidas</li></ul> |
| <b>Ano 3</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Marcação dos percursos pedestres;</li><li>- Organização de Eco-Caminhadas;</li><li>- Organização de momentos culturais nas margens do rio (exposição, teatro, outros);</li><li>- Projeto Rios</li><li>- Elaboração de materiais de suporte para educação e sensibilização ambiental</li></ul>                                                                                     |

## Parte 5 – Conclusões e Perspetivas Futuras

Findos os trabalhos e após um ano completamente desafiante devido a estarmos em constante mudança e adaptação devido à fase pandémica que atravessamos, mas sem nunca descorar dos objetivos iniciais a que este trabalho se propôs.

Sucessivos atrasos, reuniões canceladas vezes sem conta, ajuntamentos praticamente impossíveis, visitas ao terreno e campanha de amostragem adiada até ao limite, foram os principais pontos negativos a apontar, pois fizeram com que o tempo de reflexão e análise fosse muito reduzido. Por outro lado, foi possível conseguir uma boa base bibliográfica para sustentar todo o trabalho científico.

As questões eram muitas, e esse foi o grande ponto positivo, conseguir trabalhar no sentido de obter respostas, e com este trabalho conseguir unir três grandes pilares, o rio, a sua galeria ripícola e a comunidade.

Qual a qualidade ambiental deste troço do rio e onde podemos intervir para o melhorar?

Recordo essa, e todas as questões que conduzirão a reflexão na conclusão deste trabalho: Qual o estado das suas águas? E dos seus sedimentos de fundo? Haverá fauna e flora autóctone que se consiga desenvolver nestas condições? E estas margens repletas de espécies invasoras, como isto se transformou assim? Porque que não se ouve nem um pássaro nesta margem coberta de acácias? Caso esteja em mau estado como podemos intervir sem pôr em causa a continuidade do ecossistema?

Após observação do local foi decidida a escolha de 4 pontos de amostragem de forma a contemplar o início do Parque das Serras do Porto e outro no final a nível do território no concelho de Paredes, e dois pontos intermédios, fizemos coincidir 3 desses pontos com um estudo realizado em 2019 para averiguar a qualidade da água nos cursos de água no Parque das Serras do Porto. Esses pontos permitiram uma análise da qualidade físico-química da água, do estado microbiológico da água, da qualidade da galeria ripícola e do tipo geomorfológico da margem, caracterização dos sedimentos e da margem com recurso à imagem aérea.

No que se refere à qualidade físico-química importa salientar o bom estado em três dos quatro pontos de amostragem, em que apenas o valor dos nitratos é ligeiramente

superior ao valor limite (valor limite 25 mg/L, valor medido 26 mg/L). Os restantes parâmetros analisados encontram-se todos inferiores aos valores limite para rios do tipo norte.

Comparando com o estudo de 2019, existem melhorias em praticamente todos os parâmetros analisados coincidentes, com exceção do valor do azoto amoniacal que se apresenta superior em dois dos três pontos de amostragem. Este facto da ligeira melhoria da qualidade físico-química pode estar relacionado com as várias paragens industriais devido aos períodos de confinamento e também poderá estar relacionado com as chuvas que se fizeram sentir no mês de dezembro aumentando a diluição dos contaminantes, apesar do caudal se apresentar baixo na data da amostragem e com variação de profundidade entre os 30 e os 80 cm, muito semelhante às profundidades sentidas em épocas secas.

Os parâmetros microbiológicos foram analisados pelo DL n.º 236/98, de 1 de agosto, em que se aplica a águas destinadas à produção de água para consumo humano. O pior resultado foi encontrado nos coliformes totais, que encaminham a qualidade da água para a Classe 3, o que significa que em caso de utilização desta água para a produção de água para consumo humano teria de ser submetida a tratamento físico, químico de afinação e desinfecção.

Os resultados encontrados nos sedimentos de fundo foram animadores, visto que apesar de serem comparados com a Tabela A do guia técnico para os solos apresentada pela APA (Agência Portuguesa do Ambiente), e visto ser a tabela em que os valores são mais exigentes por serem os referenciados para zonas sensíveis, temos apenas o valor do arsénio superior aos valores de referência. A causa deste valor é apontada com a geologia da região e com as antigas explorações mineiras existentes nas proximidades. Ainda assim, segundo a Portaria n.º 1450/2007 de 12 de novembro, onde no anexo III define o destino a dar ao material dragado consoante as suas características, considera o tipo de sedimentos de boa qualidade e em caso de serem dragados os dos locais correspondentes às amostras J\_RS2 e J\_RS3 podem ser depositado no meio aquático ou repostos em locais sujeitos a erosão ou utilizados para alimentação de praias sem normas restritivas”, já nos locais que correspondem as amostras J\_RS1 e J\_RS2 estão na Classe 2, e trata-se de “material dragado com contaminação vestigiária” — podem ser imersos no meio aquático tendo em atenção as características do meio recetor e o uso legítimo do mesmo.

A galeria ripícola foi analisada com base no índice QBR (Qualidade dos Bosques Ribeirinhos), apontando os pontos de amostragem J\_RS1, J\_RS2 e J\_RS3 com nível de

qualidade deficiente por apresentar forte alteração da galeria ripícola. Já o ponto de amostragem J\_RS4 apresenta-se como uma galeria ripícola ligeiramente perturbada.

O tipo geomorfológico das margens difere entre dois tipos nos casos de estudo, nos pontos de amostragem J\_RS1 e J\_RS4 são do Tipo 2 (Zonas ribeirinhas com uma potencialidade intermédia para suportar uma zona de vegetação, setores intermédios dos rios) e nos pontos J\_RS2 e J\_RS3 são do Tipo 1 (Zonas ribeirinhas fechadas, normalmente de cabeceira, com baixo potencial para suportar um extenso bosque ribeirinho).

A observação e análise da fotografia aérea revelou-se uma surpresa, pois, apesar da resolução e do facto de estarem a preto e branco as primeiras dos voos realizados pelo exército entre 1937 e 1958, é possível observar uma galeria ripícola bem definida sem a presença de manchas que hoje em dia estão atribuídas às espécies invasoras e que se sobrepuseram às espécies autóctones. É de tal modo densa a sua presença que nas diversas deslocações ao terreno, a avifauna era praticamente inexistente, bem como outros animais que em todas as visitas realizadas não foram observados uma única vez.

A estrutura das acácias e mimosas pode ter uma relação direta para o afastamento de espécies do seu raio de ação, por um lado a sua folhagem e floração não é apreciada pelos animais para alimentação pelas substâncias químicas que contêm que acabam por afastar presas e predadores, essas mesmas substâncias alelopáticas inibem o crescimento de outras espécies vegetais, fazendo com que não exista uma vegetação rasteira usada como refugio de muitas espécies que vivem nesta fase de transição entre o rio e a floresta. Por observação direta, fruto das várias deslocações ao local, foi possível concluir que a fragilidade dos ramos desta vegetação, afasta a intenção de nidificar, pois não foram avistados ninhos ou qualquer vestígio de nidificação em todas as visitas realizadas. Com todas estas características a vida existente nestes ambientes é praticamente inexistente e é urgente recuperar a vida nas galerias ripícolas preservando a biodiversidade autóctone característica da região.

Para tentar essa recuperação foram apresentadas algumas propostas de combate às plantas invasoras e ao mesmo tempo a implementação de técnicas de engenharia natural capaz de reestabelecer condições apropriadas para o desenvolvimento das espécies arbóreas e arbustivas autóctones, seja por plantação ou por estacaria de plantas com capacidade de reprodução vegetativa.

Por fim, o envolvimento da comunidade, da população local e das escolas do concelho, dos grupos de escuteiros, eco escolas, grupos de jovens, desportistas, famílias e todo o tipo de entidades que encontrem na natureza, representada pelo rio e pela suas

margens, um estilo de vida capaz de preservar a sua biodiversidade e ajudar na recuperação das margens com a participação em atividades de sensibilização ambiental, na recolha de resíduos transportados pelo rio, controlo de invasoras aplicando técnicas de descasque, plantações de autóctones e outras de caráter pedagógico capazes de levar a população aos rios e aprenderem a usufruir de um rio saudável. Só aproximando novamente as pessoas ao rio se pode combater o avanço desmedido das espécies invasoras e dos agentes poluidores.

Foi possível a realização de apenas uma atividade de recolha de resíduos num dos pontos de amostragem e nas suas imediações com um grupo restrito de 5 pessoas (perante as restrições devidas à situação pandémica), mas onde a ação foi de elevada importância pela quantidade de resíduos que foi possível evitar que ficassem na natureza a degradar e a contribuir para a sua contaminação e desta forma responder ao sétimo objetivo deste trabalho, aproximar a comunidade ao rio e à sua galeria ripícola interligando estes três fatores, Rio – Galeria Ripícola – Comunidade.

Este trabalho pode ser futuramente reforçado com outros estudos para o completarem ainda mais, reforçar com um levantamento das espécies existentes, avaliar a qualidade biológica, acompanhar os trabalhos de recuperação das margens e estudar o avanço da natureza em detrimento das espécies invasoras, avaliar o comportamento das espécies invasoras após a sua remoção do local, mas onde as sementes estão disseminadas por todo o lado, apostar nos planos de sensibilização ambiental e colocar várias ações no terreno para valorizar o Parque das Serras do Porto com todas as suas potencialidades, entre outras.

Para terminar, resta-me fazer uma apreciação a todo o trabalho realizado, e aos objetivos que foram propostos e vemos que todos eles foram atingidos e analisados. Trata-se de um trabalho com várias vertentes de investigação que culminaram na sustentação dos três pilares inovadores deste trabalho em envolver o rio, as suas margens e a população, dando voz à natureza e às pessoas que coabitam com ela. Terminarei com o mesmo pensamento que comecei este trabalho do David Attenborough “Nunca tivemos tamanha consciência do que estamos a fazer com o Planeta, e jamais tivemos tanto poder para fazer algo sobre isso”. Resta-nos ser mais interventivos e fazer com que possamos ter um ambiente completo de todas as suas potencialidades naturais.

## Parte 6 – Bibliografia

Aguiar F. C. F., 2004. Vegetação Ripícola em sistemas fluviais mediterrânicos. Influência nos ecossistemas envolventes. Tese de doutoramento em Engenharia Florestal no Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Aguiar F. C., Espírito-Santo M. D. et Ferreira M. T., 2019. Capítulo 6: Plantas aquáticas e florestas ribeirinhas. Livro “Rios de Portugal: comunidades, processos e alterações”. Edição pela Imprensa da Universidade de Coimbra.

Almeida A. P. S., 2016. Dispersão de sementes por aves na galeria ripícola e matriz envolvente. Dissertação de mestrado em Biologia da Conservação na Escola de Ciências e Tecnologias da Universidade de Évora.

Almeida P. D. N., 2011. Caracterização do Impacte das descargas da ETAR de Póvoa de Rio de Moinhos e Cafede no Rio Ocreza. Dissertação de Mestrado em Infraestruturas de Construção Civil no Instituto Politécnico de Castelo Branco.

APA. 2017 – ENEA, Estratégia Nacional de Educação Ambiental 2020. Consultado em 14 de janeiro de 2021 em [https://www.apambiente.pt/\\_zdata/DESTAQUES/2017/ENEA/AF\\_Relatorio\\_ENEA2020.pdf](https://www.apambiente.pt/_zdata/DESTAQUES/2017/ENEA/AF_Relatorio_ENEA2020.pdf)

Aviso n.º 2682/2017. Associação de Municípios Parque das Serras do Porto. Classificação do Parque das Serras do Porto como Paisagem Protegida Regional.

Barreira J. M., 2012. Perspetivas de integração de protocolos de amostragem para monitorização de habitats florestais ripários no âmbito da implementação de duas Diretivas Comunitárias (Diretiva Habitats e Diretiva Quadro da Água). Dissertação de Mestrado em Ecologia, Ambiente e Território na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Câmara Municipal de Paredes – Aguiar de Sousa – Consultado em 11 de novembro de 2020 em <https://www.cm-paredes.pt/pages/353>

Centro de Informação Geoespacial do Exército. Fotografia aérea. Consultado em 17 de outubro de 2020 em <https://www.igeoe.pt/index.php?id=40>.

Critérios para a classificação do estado das massas de águas superficiais – Rios e Albufeiras - INAG – setembro de 2009 – Consultado em 17 de novembro de 2020 em

<https://apambiente.pt/dqa/assets/crit%C3%A9rios-classifica%C3%A7%C3%A3o-rios-e-albufeiras.pdf>.

Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de agosto. Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão territorial (RJIT).

Decreto-Lei 112/2002 de 17 de abril. Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão territorial (RJIT).

Decreto-Lei nº 77/2006, de 30 de março. Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão territorial (RJIT).

Diretiva 2000/60/CE, 2000. Diretiva Quadro da Água. Consultado em 7 de maio de 2020 em [http://apambiente.pt/dqa/assets/01-2000\\_60\\_ce---directiva-quadro-da-%c3%a1gua.pdf](http://apambiente.pt/dqa/assets/01-2000_60_ce---directiva-quadro-da-%c3%a1gua.pdf).

Fernandes S. R. V., 2012. Avaliação do Potencial de Valorização dos Ecossistemas Fluviais – Aplicação ao Caso de Estudo do Rio Ave. Dissertação de mestrado em Gestão Ambiental e Ordenamento do Território na Escola Superior Agrária de Ponte de Lima do Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

Ferreira A. M. P. J., 2000. Dados Geoquímicos de Base de Sedimentos Fluviais de Amostragem de Baixa Densidade de Portugal Continental: Estudo de Factores de Variação Regional. Tese de doutoramento em Geociências na Universidade de Aveiro.

Ferreira M.T. & Aguiar F., 2006. Riparian and Aquatic Vegetation in Mediterranean-Type Streams (Western Iberia). *Limnetica*, 25, 411–424.

Fichas de espécies invasoras em Portugal. Consultado em 29 de janeiro de 2021 em <https://invasoras.pt/pt/especies-invasoras-portugal>.

Formigo N., Antunes S. et Nogueira S., 2019. Avaliação ecológica das linhas de água nas Serras do Porto. Relatório realizado na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) a pedido da Associação de Municípios Parque das Serras do Porto.

Gonçalves A. R., 2015. Moda sustentável e marketing experiencial: Fatores que influenciam a intenção de compra. Dissertação de Mestrado em Marketing no IADE-U Instituto de Arte, Design e Empresa – Universitário.

Graça M. A. S., Cortes R. M. V., Ferreira V. et Feio M. J. 2019. Capítulo 1: Introdução. Livro “Rios de Portugal: comunidades, processos e alterações”. Edição pela Imprensa da Universidade de Coimbra.

Hartmann K. C. D., Fortes A. M. T., Cassol F. D. R., Valmorbida R., Mendonça L. C., 2017. Atividade alelopática de espécies invasoras sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de arbórea nativa. Consultado em <https://www.cabi.org/ISC/FullTextPDF/2018/20183210316.pdf>

INAG, I.P. 2008. Tipologia de Rios em Portugal Continental no âmbito da implementação da Directiva Quadro da Água. I - Caracterização abiótica. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. (p. 11 e 12).

Lei nº 58/2005, de 29 de dezembro (Lei da Água). Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão territorial (RJIT).

Lima J. L. M. P., Lima M. I. P et Rodrigues R., 2019. Capítulo 2: Hidrologia. Livro “Rios de Portugal: comunidades, processos e alterações”. Edição pela Imprensa da Universidade de Coimbra.

Lima A., Mendonça A. et Félix N., 2008. As Minas de Ouro de Castromil (Norte de Portugal). V Congresso Internacional de Património Geológico y Minero.

Limpeza de rios. Rios +. Consultado em 29/01/2021 em <https://riosmais.herokuapp.com/limpeza/info>

Magdaleno F., Díez J., González G., Martínez-Capel F. et García E., 2018. El diseño de la restauración fluvial: Criterios y Alternativas. Capítulo 2 do livro “Retos y Experiencias de Restauración Fluvial en el Ámbito de la Red Natura 2000”.

Marchante H., Morais M., Freitas H., Marchante E., 2014. Guia Prático para Identificação de Plantas Invasoras em Portugal. Edição pela Imprensa da Universidade de Coimbra.

Medeiros A. C., Pereira E. et Moreira A., 1980. Notícia Explicativa da Folha 9-D Penafiel. Direção Geral de Geologia e Minas. Serviços Geológicos de Portugal.

Molina J., Pertíñez C., Díez A., Casermeiro M. 2004. Vegetation composition and zonation of a Mediterranean braided river floodplain. *Belgian Journal of Botany*, 137 (2), 140-154.

Monteiro J. P., 2013. Avaliação da qualidade ecológica de zonas ripícolas e habitats fluviais no rio Paiva. Dissertação de mestrado em Ecologia, Ambiente e Território na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Munné, A. Solá, C. & N. Prat.). QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del agua* 175. 20-37. Barcelona. España, 1998

Nunes A. et González P. M. R. 2019. Seminário o sobre Restauro de Ecossistemas. Rede Portuguesa de Restauro Ecológico. Consultado em 17 de abril de 2020 em [http://www.lifebiodiscoveries.pt/sites/default/files/rede\\_portuguesa\\_de\\_restauco\\_ecologico.pdf](http://www.lifebiodiscoveries.pt/sites/default/files/rede_portuguesa_de_restauco_ecologico.pdf)

Oliveira U. S., 2017. Avaliação da dinâmica da comunidade microfitobentônica do rio Sousa. Dissertação de Mestrado em Biologia e Gestão da Qualidade da Água na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Pereira E. M. P., 2013. Análise Geobotânica dos Bosques e Galerias Ripícolas da Bacia Hidrográfica do Tejo em Portugal. Tese de doutoramento em Geografia Física no Instituto de Geografia e Ordenamento do Território na Universidade de Lisboa.

Plataforma de informação e ciência-cidadã sobre plantas invasoras em Portugal. consultado em 7 de abril 2020 em [invasoras.pt](http://invasoras.pt).

Portaria n.º 1450/2007 de 12 de novembro. Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão territorial (RJIT).

Rede Natura 2000 – ICNF – Consultado em 09 de novembro de 2020 em <http://www2.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/rn2000> Reis A., Parker A. et Alencão A., 2010. Avaliação da Qualidade de Sedimentos em Rios de Montanha: Um Caso de Estudo no Norte de Portugal. Revista da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. Volume 31#01 (p. 87 – 97)

Relatório Final da Rede de Parques Metropolitanos na Grande Área Metropolitana do Porto. Anexo A - Sistemas Estruturantes: Sousa e Ferreira. 2009. Consultado em 19 de abril de 2020 em <http://rios.amp.pt/sitios-amp/static/public/rios/SistemasEstruturantes-SOUSA-e-FERREIRA.pdf>

Rocha A. J. G. V., 2017. Estudo científico base para a tipificação de galerias ripícolas no território da Comunidade Intermunicipal Viseu Dão Lafões (CIM VDL). Tese de mestrado em Tecnologias Ambientais na Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, do Instituto Politécnico de Viseu.

Rodrigues A. C., Martins G., Ribeiro D., Nogueira R., Monteiro P et Brito A. G., 2006. Modelação da qualidade da Água do Rio Ferreira: avaliação preliminar de riscos ambientais. 8º Congresso da Água. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos.

Society for Ecological Restoration (SER) International - Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. (2004). Principios de SER International sobre la restauración ecológica.

João Costa – Avaliação da Qualidade Ambiental do Rio Sousa e Recuperação da Sua Galeria Ripícola no Parque das Serras do Porto

Tâmega e Sousa – Noticiário online. Consultado em 20 de março de 2020 em <https://www.tamegasousa.pt/tag/rio-sousa/>

Teiga, P., 2003. Reabilitação de Ribeiras em Zonas Edificadas. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Teiga P., 2011. Avaliação e Mitigação de Impactes em Reabilitação de Rios e Ribeiras em Zonas Edificadas. Uma Abordagem participativa. Dissertação de Doutoramento em Engenharia do Ambiente na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Teixeira J. M. M., 2013. Proposta de recuperação paisagística das Minas de Ouro de Castromil. Dissertação de Mestrado em Arquitetura Paisagista na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Teodoro V., Teixeira D., Costa D., Fuller B. 2007. O Conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. Revista UNIARA, n.20, 2007, pags. 137 a 156.

Valores de Referência para os Solos. Solos Contaminados – Guia Técnico. Agência Portuguesa do Ambiente. Janeiro de 2019.

Vale do Sousa. Consultado a 13 de março de 2020 em <https://www.valsousa.pt/valsousa/o-vale-do-sousa> - Vale do Sousa.

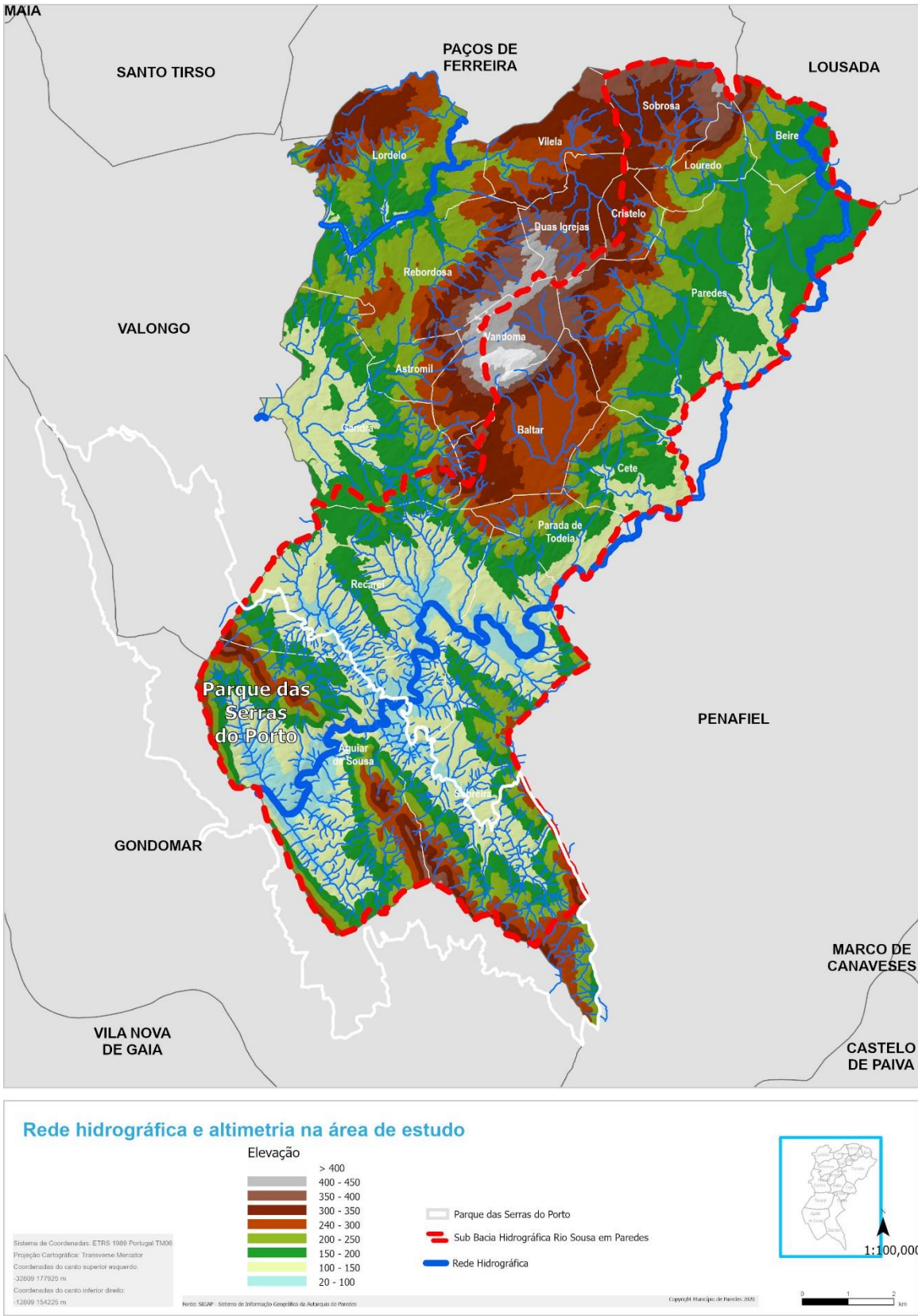
Zucco E. et Costa F. S., 2013. Recursos Hídricos Compartilhados: As Relações Luso-espanholas no Primeiro Ciclo de Planeamento. Universidade do Minho, Centro de estudos de geografia e ordenamento do território (CEGOT), Portugal.

## Parte 7 – Anexos

|                                                                                              | Pág. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Anexo I – Mapa da rede hidrográfica e da altimetria da área de estudo .....                  | 1    |
| Anexo II – Índice QBR (Qualidade dos Bosques Ribeirinhos).....                               | 3    |
| Anexo III – Fichas de Trabalho de Campo.....                                                 | 14   |
| Anexo IV – Inquérito aos participantes na atividade de recolha de resíduos .....             | 20   |
| Anexo V – Fotografias aéreas (Centro de Informação Geoespacial do Exército).....             | 31   |
| Anexo VI – Boletins analíticos dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água..... | 36   |
| Anexo VII – Boletins analíticos das amostras de sedimentos.....                              | 45   |
| Anexo VIII – Ficha de avaliação da qualidade das ações de sensibilização ambiental.....      | 53   |

## **Anexo I**

Mapa da rede hidrográfica e da altimetria da área de estudo



## **Anexo II**

Índice QBR (Qualidade dos Bosques Ribeirinhos)

## Índice QBR (Qualidade do Bosque Ribeirinho)

A pontuação de cada uma das 4 características não pode ser negativa nem exceder os 25 pontos

### 1 – Grau de cobertura da zona ribeirinha

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                                   |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 25        | > 80% de cobertura vegetal da zona ribeirinha (as plantas anuais não se contabilizam)             |
| 10        | 50-80% de cobertura vegetal da zona ribeirinha                                                    |
| 5         | 10-50% de cobertura vegetal da zona ribeirinha                                                    |
| 0         | < 10% de cobertura vegetal da zona ribeirinha                                                     |
| +10       | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é total          |
| +5        | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é superior a 50% |
| -5        | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é entre 25 e 50% |
| -10       | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é inferior a 25% |

### 2 – Estrutura da cobertura (contabiliza-se toda a zona ribeirinha)

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                                                               |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 25        | Cobertura de árvores superior a 75%                                                                                           |
| 10        | Cobertura de árvores entre 50 e 75% ou cobertura de árvores entre 25 e 50% e no resto da cobertura os arbustos superam os 25% |
| 5         | Cobertura de árvores inferior a 50% e o resto da cobertura com arbustos entre 10 e 25%                                        |
| 0         | < 10% de cobertura de árvores ou de arbustos                                                                                  |
| +10       | Se na margem a concentração de helófitos ou arbustos é superior a 50%                                                         |
| +5        | Se na margem a concentração de helófitos ou arbustos é entre 25 e 50%                                                         |
| +5        | Se existe uma boa conexão entre a zona de arbustos e árvores com um sub-bosque                                                |
| -5        | Se existe uma distribuição regular (linearidade) nos pés das árvores e o sub-bosque é > 50%                                   |
| -5        | Se as árvores e arbustos se distribuem em manchas, sem uma continuidade                                                       |
| -10       | Se existe uma distribuição regular (linearidade) nos pés das árvores e o sub-bosque é < 50%                                   |

### 3 – Qualidade da cobertura vegetal (depende do tipo morfológico da zona ribeirinha\*)

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                                                                | Tipo 1 | Tipo 2 | Tipo 3 |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|
| 25        | Número de espécies diferentes de árvores autóctones                                                                            | > 1    | > 2    | > 3    |
| 10        | Número de espécies diferentes de árvores autóctones                                                                            | 1      | 2      | 3      |
| 5         | Número de espécies diferentes de árvores autóctones                                                                            | -      | 1      | 1 - 2  |
| 0         | Sem árvores autóctones                                                                                                         |        |        |        |
| +10       | Se existe uma continuidade da comunidade ao longo do rio, uniforme e ocupando > 75% da zona ribeirinha (em toda a sua largura) |        |        |        |
| +5        | Se existe uma continuidade da comunidade ao longo do rio (entre 50 – 75% da zona ribeirinha)                                   |        |        |        |
| +5        | Se existe uma disposição em galeria de diferentes comunidades                                                                  |        |        |        |
| +5        | Se o número de espécies diferentes de arbustos é:                                                                              | > 2    | > 3    | > 4    |
| -5        | Se existem estruturas construídas pelo homem                                                                                   |        |        |        |
| -5        | Se existe alguma espécie de árvore introduzida ** isolada                                                                      |        |        |        |
| -10       | Se existem espécies de árvores introduzidas formando comunidades                                                               |        |        |        |
| -10       | Se existem lixos                                                                                                               |        |        |        |

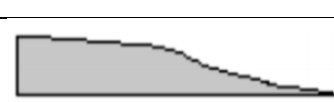
### 4 – Grau de naturalidade do canal fluvial

(Pontuação entre 0 e 25)

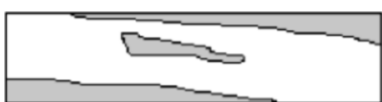
| Pontuação |                                                                                           |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 25        | O canal do rio não está modificado                                                        |
| 10        | Modificações nos terraços adjacentes ao leito do rio com redução do canal                 |
| 5         | Sinais de alteração e estruturas rígidas intermitentes que modificam o canal do rio       |
| 0         | Rio canalizado na totalidade do troço                                                     |
| -10       | Se existe alguma estrutura sólida dentro do leito do rio                                  |
| -10       | Se existe alguma represa ou outra infraestrutura transversal no leito do rio (ex.: açude) |

Pontuação final (soma das pontuações anteriores):

\* Determinação do tipo geomorfológico da zona ribeirinha (característica 3, qualidade da cobertura vegetal)  
Somar o tipo de desnível da margem direita e da esquerda, e somar a pontuação das restantes características.

| Tipo de desnível da zona ripária                                                                                                                    |                                                                                    | Pontuação |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------|
|                                                                                                                                                     |                                                                                    | Esquerda  | Direita |
| Vertical côncavo (declive > 75°), com uma altura não superável pelas máximas cheias.                                                                |  | 6         | 6       |
| Igual, mas com um pequeno talude ou margem inundável periodicamente (cheias normais).                                                               |  | 5         | 5       |
| Declive entre 45 e 75°. O declive conta-se como o ângulo entre a horizontal e a reta entre a zona de inundação e o último ponto da zona de ribeira. |  | 3         | 3       |
| Declive entre 20 e 45°.                                                                                                                             |  | 2         | 2       |
| Declive < 20°, zona ribeirinha uniforme ou plana.                                                                                                   |  | 1         | 1       |

#### Existência de uma ilha ou ilhas no meio do leito do rio

|                                   |                                                                                      |    |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Largura do conjunto superior a 5m |  | -2 |
| Largura do conjunto entre 1 e 5m  |  | -1 |

#### Potencialidade para suportar uma massa vegetal ribeirinha. Percentagem de substrato duro com incapacidade para enraizar uma massa vegetal permanente.

|          |                   |
|----------|-------------------|
| > 80%    | Não se pode medir |
| 60 – 80% | 6                 |
| 30 – 60% | 4                 |
| 20 – 30% | 2                 |

#### Pontuação Total

#### Tipo geomorfológico segundo a pontuação

|       |        |                                                                                                                       |
|-------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| > 8   | Tipo 1 | Zonas ribeirinhas fechadas, normalmente de cabeceira, com baixo potencial para suportar um extenso bosque ribeirinho  |
| 5 – 8 | Tipo 2 | Zonas ribeirinhas com uma potencialidade intermédia para suportar uma zona de vegetação, setores intermédios dos rios |
| < 5   | Tipo 3 | Zonas ribeirinhas extensas, setores baixos dos rios, com elevada potencialidade para possuir um bosque extenso        |

#### \*\* Espécies frequentes e consideradas alóctones:

*Populus deltoides* - *Populus nigra* ssp. *italica* - *Ailanthus altissima* - *Robinia pseudo-acacia* - *Populus x canadensis* - *Salix babylonica* - *Celtis australis* - *Platanus x hispânica*

## Índice QBR (Qualidade do Bosque Ribeirinho)

A pontuação de cada uma das 4 características não pode ser negativa nem exceder os 25 pontos

### 1 – Grau de cobertura da zona ribeirinha

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                                   | 15 |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 25        | > 80% de cobertura vegetal da zona ribeirinha (as plantas anuais não se contabilizam)             |    |
| 10        | 50-80% de cobertura vegetal da zona ribeirinha                                                    |    |
| 5         | 10-50% de cobertura vegetal da zona ribeirinha                                                    |    |
| 0         | < 10% de cobertura vegetal da zona ribeirinha                                                     |    |
| +10       | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é total          |    |
| +5        | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é superior a 50% |    |
| -5        | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é entre 25 e 50% |    |
| -10       | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é inferior a 25% |    |

### 2 – Estrutura da cobertura (contabiliza-se toda a zona ribeirinha)

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                                                               | 10 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 25        | Cobertura de árvores superior a 75%                                                                                           |    |
| 10        | Cobertura de árvores entre 50 e 75% ou cobertura de árvores entre 25 e 50% e no resto da cobertura os arbustos superam os 25% |    |
| 5         | Cobertura de árvores inferior a 50% e o resto da cobertura com arbustos entre 10 e 25%                                        |    |
| 0         | < 10% de cobertura de árvores ou de arbustos                                                                                  |    |
| +10       | Se na margem a concentração de helófitos ou arbustos é superior a 50%                                                         |    |
| +5        | Se na margem a concentração de helófitos ou arbustos é entre 25 e 50%                                                         |    |
| +5        | Se existe uma boa conexão entre a zona de arbustos e árvores com um sub-bosque                                                |    |
| -5        | Se existe uma distribuição regular (linearidade) nos pés das árvores e o sub-bosque é > 50%                                   |    |
| -5        | Se as árvores e arbustos se distribuem em manchas, sem uma continuidade                                                       |    |
| -10       | Se existe uma distribuição regular (linearidade) nos pés das árvores e o sub-bosque é < 50%                                   |    |

### 3 – Qualidade da cobertura vegetal (depende do tipo morfológico da zona ribeirinha\*)

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                                                                | Tipo 1 | Tipo 2 | Tipo 3 | 15 |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|----|
| 25        | Número de espécies diferentes de árvores autóctones                                                                            | > 1    | > 2    | > 3    |    |
| 10        | Número de espécies diferentes de árvores autóctones                                                                            | 1      | 2      | 3      |    |
| 5         | Número de espécies diferentes de árvores autóctones                                                                            | -      | 1      | 1 - 2  |    |
| 0         | Sem árvores autóctones                                                                                                         |        |        |        |    |
| +10       | Se existe uma continuidade da comunidade ao longo do rio, uniforme e ocupando > 75% da zona ribeirinha (em toda a sua largura) |        |        |        |    |
| +5        | Se existe uma continuidade da comunidade ao longo do rio (entre 50 – 75% da zona ribeirinha)                                   |        |        |        |    |
| +5        | Se existe uma disposição em galeria de diferentes comunidades                                                                  |        |        |        |    |
| +5        | Se o número de espécies diferentes de arbustos é:                                                                              | > 2    | > 3    | > 4    |    |
| -5        | Se existem estruturas construídas pelo homem                                                                                   |        |        |        |    |
| -5        | Se existe alguma espécie de árvore introduzida ** isolada                                                                      |        |        |        |    |
| -10       | Se existem espécies de árvores introduzidas formando comunidades                                                               |        |        |        |    |
| -10       | Se existem lixos                                                                                                               |        |        |        |    |

### 4 – Grau de naturalidade do canal fluvial

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                           | 0 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 25        | O canal do rio não está modificado                                                        |   |
| 10        | Modificações nos terraços adjacentes ao leito do rio com redução do canal                 |   |
| 5         | Sinais de alteração e estruturas rígidas intermitentes que modificam o canal do rio       |   |
| 0         | Rio canalizado na totalidade do troço                                                     |   |
| -10       | Se existe alguma estrutura sólida dentro do leito do rio                                  |   |
| -10       | Se existe alguma represa ou outra infraestrutura transversal no leito do rio (ex.: açude) |   |

Pontuação final (soma das pontuações anteriores): 40

\* Determinação do tipo geomorfológico da zona ribeirinha (característica 3, qualidade da cobertura vegetal)  
Somar o tipo de desnível da margem direita e da esquerda, e somar a pontuação das restantes características.

| Tipo de desnível da zona ripária                                                                                                                    |  | Pontuação |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------|---------|
|                                                                                                                                                     |  | Esquerda  | Direita |
| Vertical côncavo (declive > 75°), com uma altura não superável pelas máximas cheias.                                                                |  | 6         | 6       |
| Igual, mas com um pequeno talude ou margem inundável periodicamente (cheias normais).                                                               |  | 5         | 5       |
| Declive entre 45 e 75°. O declive conta-se como o ângulo entre a horizontal e a reta entre a zona de inundação e o último ponto da zona de ribeira. |  | 3         | 3       |
| Declive entre 20 e 45°.                                                                                                                             |  | 2         | 2       |
| Declive < 20°, zona ribeirinha uniforme ou plana.                                                                                                   |  | 1         | 1       |

#### Existência de uma ilha ou ilhas no meio do leito do rio

|                                   |  |    |
|-----------------------------------|--|----|
| Largura do conjunto superior a 5m |  | -2 |
| Largura do conjunto entre 1 e 5m  |  | -1 |

#### Potencialidade para suportar uma massa vegetal ribeirinha. Percentagem de substrato duro com incapacidade para enraizar uma massa vegetal permanente.

|          |                   |
|----------|-------------------|
| > 80%    | Não se pode medir |
| 60 – 80% | 6                 |
| 30 – 60% | 4                 |
| 20 – 30% | 2                 |

Pontuação Total: 7

#### Tipo geomorfológico segundo a pontuação

|       |        |                                                                                                                       |
|-------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| > 8   | Tipo 1 | Zonas ribeirinhas fechadas, normalmente de cabeceira, com baixo potencial para suportar um extenso bosque ribeirinho  |
| 5 – 8 | Tipo 2 | Zonas ribeirinhas com uma potencialidade intermédia para suportar uma zona de vegetação, setores intermédios dos rios |
| < 5   | Tipo 3 | Zonas ribeirinhas extensas, setores baixos dos rios, com elevada potencialidade para possuir um bosque extenso        |

#### \*\* Espécies frequentes e consideradas alóctones:

*Populus deltoides* - *Populus nigra* ssp. *italica* - *Ailanthus altissima* - *Robinia pseudo-acacia* - *Populus x canadensis* - *Salix babylonica* - *Celtis australis* - *Platanus x hispânica*

## Índice QBR (Qualidade do Bosque Ribeirinho)

A pontuação de cada uma das 4 características não pode ser negativa nem exceder os 25 pontos

### 1 – Grau de cobertura da zona ribeirinha

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                                   | 20 |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 25        | > 80% de cobertura vegetal da zona ribeirinha (as plantas anuais não se contabilizam)             |    |
| 10        | 50-80% de cobertura vegetal da zona ribeirinha                                                    |    |
| 5         | 10-50% de cobertura vegetal da zona ribeirinha                                                    |    |
| 0         | < 10% de cobertura vegetal da zona ribeirinha                                                     |    |
| +10       | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é total          |    |
| +5        | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é superior a 50% |    |
| -5        | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é entre 25 e 50% |    |
| -10       | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é inferior a 25% |    |

### 2 – Estrutura da cobertura (contabiliza-se toda a zona ribeirinha)

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                                                               | 15 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 25        | Cobertura de árvores superior a 75%                                                                                           |    |
| 10        | Cobertura de árvores entre 50 e 75% ou cobertura de árvores entre 25 e 50% e no resto da cobertura os arbustos superam os 25% |    |
| 5         | Cobertura de árvores inferior a 50% e o resto da cobertura com arbustos entre 10 e 25%                                        |    |
| 0         | < 10% de cobertura de árvores ou de arbustos                                                                                  |    |
| +10       | Se na margem a concentração de helófitos ou arbustos é superior a 50%                                                         |    |
| +5        | Se na margem a concentração de helófitos ou arbustos é entre 25 e 50%                                                         |    |
| +5        | Se existe uma boa conexão entre a zona de arbustos e árvores com um sub-bosque                                                |    |
| -5        | Se existe uma distribuição regular (linearidade) nos pés das árvores e o sub-bosque é > 50%                                   |    |
| -5        | Se as árvores e arbustos se distribuem em manchas, sem uma continuidade                                                       |    |
| -10       | Se existe uma distribuição regular (linearidade) nos pés das árvores e o sub-bosque é < 50%                                   |    |

### 3 – Qualidade da cobertura vegetal (depende do tipo morfológico da zona ribeirinha\*)

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                                                                | Tipo 1 | Tipo 2 | Tipo 3 | 10 |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|----|
| 25        | Número de espécies diferentes de árvores autóctones                                                                            | > 1    | > 2    | > 3    |    |
| 10        | Número de espécies diferentes de árvores autóctones                                                                            | 1      | 2      | 3      |    |
| 5         | Número de espécies diferentes de árvores autóctones                                                                            | -      | 1      | 1 - 2  |    |
| 0         | Sem árvores autóctones                                                                                                         |        |        |        |    |
| +10       | Se existe uma continuidade da comunidade ao longo do rio, uniforme e ocupando > 75% da zona ribeirinha (em toda a sua largura) |        |        |        |    |
| +5        | Se existe uma continuidade da comunidade ao longo do rio (entre 50 – 75% da zona ribeirinha)                                   |        |        |        |    |
| +5        | Se existe uma disposição em galeria de diferentes comunidades                                                                  |        |        |        |    |
| +5        | Se o número de espécies diferentes de arbustos é:                                                                              | > 2    | > 3    | > 4    |    |
| -5        | Se existem estruturas construídas pelo homem                                                                                   |        |        |        |    |
| -5        | Se existe alguma espécie de árvore alóctone ** isolada                                                                         |        |        |        |    |
| -10       | Se existem espécies de árvores introduzidas formando comunidades                                                               |        |        |        |    |
| -10       | Se existem lixos                                                                                                               |        |        |        |    |

### 4 – Grau de naturalidade do canal fluvial

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                           | 0 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 25        | O canal do rio não está modificado                                                        |   |
| 10        | Modificações nos terraços adjacentes ao leito do rio com redução do canal                 |   |
| 5         | Sinais de alteração e estruturas rígidas intermitentes que modificam o canal do rio       |   |
| 0         | Rio canalizado na totalidade do troço                                                     |   |
| -10       | Se existe alguma estrutura sólida dentro do leito do rio                                  |   |
| -10       | Se existe alguma represa ou outra infraestrutura transversal no leito do rio (ex.: açude) |   |

Pontuação final (soma das pontuações anteriores): 40

\* Determinação do tipo geomorfológico da zona ribeirinha (característica 3, qualidade da cobertura vegetal)  
Somar o tipo de desnível da margem direita e da esquerda, e somar a pontuação das restantes características.

| Tipo de desnível da zona ripária                                                                                                                    |  | Pontuação |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------|---------|
|                                                                                                                                                     |  | Esquerda  | Direita |
| Vertical côncavo (declive > 75°), com uma altura não superável pelas máximas cheias.                                                                |  | 6         | 6       |
| Igual, mas com um pequeno talude ou margem inundável periodicamente (cheias normais).                                                               |  | 5         | 5       |
| Declive entre 45 e 75°. O declive conta-se como o ângulo entre a horizontal e a reta entre a zona de inundação e o último ponto da zona de ribeira. |  | 3         | 3       |
| Declive entre 20 e 45°.                                                                                                                             |  | 2         | 2       |
| Declive < 20°, zona ribeirinha uniforme ou plana.                                                                                                   |  | 1         | 1       |

#### Existência de uma ilha ou ilhas no meio do leito do rio

|                                   |  |    |
|-----------------------------------|--|----|
| Largura do conjunto superior a 5m |  | -2 |
| Largura do conjunto entre 1 e 5m  |  | -1 |

#### Potencialidade para suportar uma massa vegetal ribeirinha. Percentagem de substrato duro com incapacidade para enraizar uma massa vegetal permanente.

|          |                   |
|----------|-------------------|
| > 80%    | Não se pode medir |
| 60 – 80% | 6                 |
| 30 – 60% | 4                 |
| 20 – 30% | 2                 |

Pontuação Total: **11**

#### Tipo geomorfológico segundo a pontuação

|       |        |                                                                                                                       |
|-------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| > 8   | Tipo 1 | Zonas ribeirinhas fechadas, normalmente de cabeceira, com baixo potencial para suportar um extenso bosque ribeirinho  |
| 5 – 8 | Tipo 2 | Zonas ribeirinhas com uma potencialidade intermédia para suportar uma zona de vegetação, setores intermédios dos rios |
| < 5   | Tipo 3 | Zonas ribeirinhas extensas, setores baixos dos rios, com elevada potencialidade para possuir um bosque extenso        |

#### \*\* Espécies frequentes e consideradas alóctones:

*Populus deltoides* - *Populus nigra* ssp. *italica* - *Ailanthus altissima* - *Robinia pseudo-acacia* - *Populus x canadensis* - *Salix babylonica* - *Celtis australis* - *Platanus x hispânica*

## Índice QBR (Qualidade do Bosque Ribeirinho)

A pontuação de cada uma das 4 características não pode ser negativa nem exceder os 25 pontos

### 1 – Grau de cobertura da zona ribeirinha

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                                   | 5 |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 25        | > 80% de cobertura vegetal da zona ribeirinha (as plantas anuais não se contabilizam)             |   |
| 10        | 50-80% de cobertura vegetal da zona ribeirinha                                                    |   |
| 5         | 10-50% de cobertura vegetal da zona ribeirinha                                                    |   |
| 0         | < 10% de cobertura vegetal da zona ribeirinha                                                     |   |
| +10       | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é total          |   |
| +5        | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é superior a 50% |   |
| -5        | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é entre 25 e 50% |   |
| -10       | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é inferior a 25% |   |

### 2 – Estrutura da cobertura (contabiliza-se toda a zona ribeirinha)

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                                                               | 25 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 25        | Cobertura de árvores superior a 75%                                                                                           |    |
| 10        | Cobertura de árvores entre 50 e 75% ou cobertura de árvores entre 25 e 50% e no resto da cobertura os arbustos superam os 25% |    |
| 5         | Cobertura de árvores inferior a 50% e o resto da cobertura com arbustos entre 10 e 25%                                        |    |
| 0         | < 10% de cobertura de árvores ou de arbustos                                                                                  |    |
| +10       | Se na margem a concentração de helófitos ou arbustos é superior a 50%                                                         |    |
| +5        | Se na margem a concentração de helófitos ou arbustos é entre 25 e 50%                                                         |    |
| +5        | Se existe uma boa conexão entre a zona de arbustos e árvores com um sub-bosque                                                |    |
| -5        | Se existe uma distribuição regular (linearidade) nos pés das árvores e o sub-bosque é > 50%                                   |    |
| -5        | Se as árvores e arbustos se distribuem em manchas, sem uma continuidade                                                       |    |
| -10       | Se existe uma distribuição regular (linearidade) nos pés das árvores e o sub-bosque é < 50%                                   |    |

### 3 – Qualidade da cobertura vegetal (depende do tipo morfológico da zona ribeirinha\*)

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                                                                | Tipo 1 | Tipo 2 | Tipo 3 | 0 |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|---|
| 25        | Número de espécies diferentes de árvores autóctones                                                                            | > 1    | > 2    | > 3    |   |
| 10        | Número de espécies diferentes de árvores autóctones                                                                            | 1      | 2      | 3      |   |
| 5         | Número de espécies diferentes de árvores autóctones                                                                            | -      | 1      | 1 - 2  |   |
| 0         | Sem árvores autóctones                                                                                                         |        |        |        |   |
| +10       | Se existe uma continuidade da comunidade ao longo do rio, uniforme e ocupando > 75% da zona ribeirinha (em toda a sua largura) |        |        |        |   |
| +5        | Se existe uma continuidade da comunidade ao longo do rio (entre 50 – 75% da zona ribeirinha)                                   |        |        |        |   |
| +5        | Se existe uma disposição em galeria de diferentes comunidades                                                                  |        |        |        |   |
| +5        | Se o número de espécies diferentes de arbustos é:                                                                              | > 2    | > 3    | > 4    |   |
| -5        | Se existem estruturas construídas pelo homem                                                                                   |        |        |        |   |
| -5        | Se existe alguma espécie de árvore introduzida ** isolada                                                                      |        |        |        |   |
| -10       | Se existem espécies de árvores introduzidas formando comunidades                                                               |        |        |        |   |
| -10       | Se existem lixos                                                                                                               |        |        |        |   |

### 4 – Grau de naturalidade do canal fluvial

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                           | 15 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 25        | O canal do rio não está modificado                                                        |    |
| 10        | Modificações nos terraços adjacentes ao leito do rio com redução do canal                 |    |
| 5         | Sinais de alteração e estruturas rígidas intermitentes que modificam o canal do rio       |    |
| 0         | Rio canalizado na totalidade do troço                                                     |    |
| -10       | Se existe alguma estrutura sólida dentro do leito do rio                                  |    |
| -10       | Se existe alguma represa ou outra infraestrutura transversal no leito do rio (ex.: açude) |    |

Pontuação final (soma das pontuações anteriores): 45

\* Determinação do tipo geomorfológico da zona ribeirinha (característica 3, qualidade da cobertura vegetal)  
Somar o tipo de desnível da margem direita e da esquerda, e somar a pontuação das restantes características.

| Tipo de desnível da zona ripária                                                                                                                    |  | Pontuação |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------|---------|
|                                                                                                                                                     |  | Esquerda  | Direita |
| Vertical côncavo (declive > 75°), com uma altura não superável pelas máximas cheias.                                                                |  | 6         | 6       |
| Igual, mas com um pequeno talude ou margem inundável periodicamente (cheias normais).                                                               |  | 5         | 5       |
| Declive entre 45 e 75°. O declive conta-se como o ângulo entre a horizontal e a reta entre a zona de inundação e o último ponto da zona de ribeira. |  | 3         | 3       |
| Declive entre 20 e 45°.                                                                                                                             |  | 2         | 2       |
| Declive < 20°, zona ribeirinha uniforme ou plana.                                                                                                   |  | 1         | 1       |

#### Existência de uma ilha ou ilhas no meio do leito do rio

|                                   |  |    |
|-----------------------------------|--|----|
| Largura do conjunto superior a 5m |  | -2 |
| Largura do conjunto entre 1 e 5m  |  | -1 |

#### Potencialidade para suportar uma massa vegetal ribeirinha. Percentagem de substrato duro com incapacidade para enraizar uma massa vegetal permanente.

|          |                   |
|----------|-------------------|
| > 80%    | Não se pode medir |
| 60 – 80% | 6                 |
| 30 – 60% | 4                 |
| 20 – 30% | 2                 |

Pontuação Total: 12

#### Tipo geomorfológico segundo a pontuação

|       |        |                                                                                                                       |
|-------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| > 8   | Tipo 1 | Zonas ribeirinhas fechadas, normalmente de cabeceira, com baixo potencial para suportar um extenso bosque ribeirinho  |
| 5 – 8 | Tipo 2 | Zonas ribeirinhas com uma potencialidade intermédia para suportar uma zona de vegetação, setores intermédios dos rios |
| < 5   | Tipo 3 | Zonas ribeirinhas extensas, setores baixos dos rios, com elevada potencialidade para possuir um bosque extenso        |

#### \*\* Espécies frequentes e consideradas alóctones:

*Populus deltoides* - *Populus nigra* ssp. *italica* - *Ailanthus altissima* - *Robinia pseudo-acacia* - *Populus x canadensis* - *Salix babylonica* - *Celtis australis* - *Platanus x hispânica*

## Índice QBR (Qualidade do Bosque Ribeirinho)

A pontuação de cada uma das 4 características não pode ser negativa nem exceder os 25 pontos

### 1 – Grau de cobertura da zona ribeirinha

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                                   | 25 |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 25        | > 80% de cobertura vegetal da zona ribeirinha (as plantas anuais não se contabilizam)             |    |
| 10        | 50-80% de cobertura vegetal da zona ribeirinha                                                    |    |
| 5         | 10-50% de cobertura vegetal da zona ribeirinha                                                    |    |
| 0         | < 10% de cobertura vegetal da zona ribeirinha                                                     |    |
| +10       | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é total          |    |
| +5        | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é superior a 50% |    |
| -5        | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é entre 25 e 50% |    |
| -10       | Se a conectividade entre o bosque ribeirinho e o ecossistema florestal adjacente é inferior a 25% |    |

### 2 – Estrutura da cobertura (contabiliza-se toda a zona ribeirinha)

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                                                               | 20 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 25        | Cobertura de árvores superior a 75%                                                                                           |    |
| 10        | Cobertura de árvores entre 50 e 75% ou cobertura de árvores entre 25 e 50% e no resto da cobertura os arbustos superam os 25% |    |
| 5         | Cobertura de árvores inferior a 50% e o resto da cobertura com arbustos entre 10 e 25%                                        |    |
| 0         | < 10% de cobertura de árvores ou de arbustos                                                                                  |    |
| +10       | Se na margem a concentração de helófitos ou arbustos é superior a 50%                                                         |    |
| +5        | Se na margem a concentração de helófitos ou arbustos é entre 25 e 50%                                                         |    |
| +5        | Se existe uma boa conexão entre a zona de arbustos e árvores com um sub-bosque                                                |    |
| -5        | Se existe uma distribuição regular (linearidade) nos pés das árvores e o sub-bosque é > 50%                                   |    |
| -5        | Se as árvores e arbustos se distribuem em manchas, sem uma continuidade                                                       |    |
| -10       | Se existe uma distribuição regular (linearidade) nos pés das árvores e o sub-bosque é < 50%                                   |    |

### 3 – Qualidade da cobertura vegetal (depende do tipo morfológico da zona ribeirinha\*)

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                                                                | Tipo 1 | Tipo 2 | Tipo 3 | 20 |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|----|
| 25        | Número de espécies diferentes de árvores autóctones                                                                            | > 1    | > 2    | > 3    |    |
| 10        | Número de espécies diferentes de árvores autóctones                                                                            | 1      | 2      | 3      |    |
| 5         | Número de espécies diferentes de árvores autóctones                                                                            | -      | 1      | 1 - 2  |    |
| 0         | Sem árvores autóctones                                                                                                         |        |        |        |    |
| +10       | Se existe uma continuidade da comunidade ao longo do rio, uniforme e ocupando > 75% da zona ribeirinha (em toda a sua largura) |        |        |        |    |
| +5        | Se existe uma continuidade da comunidade ao longo do rio (entre 50 – 75% da zona ribeirinha)                                   |        |        |        |    |
| +5        | Se existe uma disposição em galeria de diferentes comunidades                                                                  |        |        |        |    |
| +5        | Se o número de espécies diferentes de arbustos é:                                                                              | > 2    | > 3    | > 4    |    |
| -5        | Se existem estruturas construídas pelo homem                                                                                   |        |        |        |    |
| -5        | Se existe alguma espécie de árvore introduzida ** isolada                                                                      |        |        |        |    |
| -10       | Se existem espécies de árvores introduzidas formando comunidades                                                               |        |        |        |    |
| -10       | Se existem lixos                                                                                                               |        |        |        |    |

### 4 – Grau de naturalidade do canal fluvial

(Pontuação entre 0 e 25)

| Pontuação |                                                                                           | 15 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 25        | O canal do rio não está modificado                                                        |    |
| 10        | Modificações nos terraços adjacentes ao leito do rio com redução do canal                 |    |
| 5         | Sinais de alteração e estruturas rígidas intermitentes que modificam o canal do rio       |    |
| 0         | Rio canalizado na totalidade do troço                                                     |    |
| -10       | Se existe alguma estrutura sólida dentro do leito do rio                                  |    |
| -10       | Se existe alguma represa ou outra infraestrutura transversal no leito do rio (ex.: açude) |    |

Pontuação final (soma das pontuações anteriores): 80

\* Determinação do tipo geomorfológico da zona ribeirinha (característica 3, qualidade da cobertura vegetal)  
Somar o tipo de desnível da margem direita e da esquerda, e somar a pontuação das restantes características.

| Tipo de desnível da zona ripária                                                                                                                    |  | Pontuação |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------|---------|
|                                                                                                                                                     |  | Esquerda  | Direita |
| Vertical côncavo (declive > 75°), com uma altura não superável pelas máximas cheias.                                                                |  | 6         | 6       |
| Igual, mas com um pequeno talude ou margem inundável periodicamente (cheias normais).                                                               |  | 5         | 5       |
| Declive entre 45 e 75°. O declive conta-se como o ângulo entre a horizontal e a reta entre a zona de inundação e o último ponto da zona de ribeira. |  | 3         | 3       |
| Declive entre 20 e 45°.                                                                                                                             |  | 2         | 2       |
| Declive < 20°, zona ribeirinha uniforme ou plana.                                                                                                   |  | 1         | 1       |

#### Existência de uma ilha ou ilhas no meio do leito do rio

|                                   |  |    |
|-----------------------------------|--|----|
| Largura do conjunto superior a 5m |  | -2 |
| Largura do conjunto entre 1 e 5m  |  | -1 |

#### Potencialidade para suportar uma massa vegetal ribeirinha. Percentagem de substrato duro com incapacidade para enraizar uma massa vegetal permanente.

|          |                   |
|----------|-------------------|
| > 80%    | Não se pode medir |
| 60 – 80% | 6                 |
| 30 – 60% | 4                 |
| 20 – 30% | 2                 |

#### Pontuação Total

#### Tipo geomorfológico segundo a pontuação

|       |        |                                                                                                                       |
|-------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| > 8   | Tipo 1 | Zonas ribeirinhas fechadas, normalmente de cabeceira, com baixo potencial para suportar um extenso bosque ribeirinho  |
| 5 – 8 | Tipo 2 | Zonas ribeirinhas com uma potencialidade intermédia para suportar uma zona de vegetação, setores intermédios dos rios |
| < 5   | Tipo 3 | Zonas ribeirinhas extensas, setores baixos dos rios, com elevada potencialidade para possuir um bosque extenso        |

#### \*\* Espécies frequentes e consideradas alóctones:

*Populus deltoides* - *Populus nigra* ssp. *italica* - *Ailanthus altissima* - *Robinia pseudo-acacia* - *Populus x canadensis* - *Salix babylonica* - *Celtis australis* - *Platanus x hispânica*

### Anexo III

#### Fichas de Trabalho de Campo

## Trabalho de Campo

**Data:** 06 de janeiro de 2021

**Ponto de Amostragem:** \_\_\_\_\_

**Localização:** \_\_\_\_\_

### Caracterização da linha de água

|                                                |  |
|------------------------------------------------|--|
| Largura aproximada da linha de água            |  |
| Geomorfologia do leito                         |  |
| Apreciação empírica da qualidade da água       |  |
| Vestígios de humanização                       |  |
| Particularidades do Local                      |  |
| Identificação das espécies arbóreas autóctones |  |
| Presença de espécies consideradas invasoras    |  |

### Elementos registados na sonda multiparamétrica

|                   |  |
|-------------------|--|
| Temperatura       |  |
| Condutividade     |  |
| Salinidade        |  |
| OD                |  |
| % Saturação de OD |  |
| Disco de Secchi   |  |

### Notas

|  |
|--|
|  |
|--|

## Trabalho de Campo

**Data:** 06 de janeiro de 2021

**Ponto de Amostragem:** J\_RS1 – Ponte de Alvre

**Localização:** 41.133284°N; 8.418648°W

### Caracterização da linha de água

|                                                |                                               |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Largura aproximada da linha de água            | +/- 20 metros                                 |
| Geomorfologia do leito                         | Areias e cascalhos                            |
| Apreciação empírica da qualidade da água       | Límpida e sem odor                            |
| Vestígios de humanização                       | Habitações, ponte sobre o rio, estrada, açude |
| Particularidades do Local                      | Açude a montante com acumulação de sedimentos |
| Identificação das espécies arbóreas autóctones | Amieiros, Castanheiros, Salgueiros            |
| Presença de espécies consideradas invasoras    | Pinheirinha (planta aquática)                 |

### Elementos registados na sonda multiparamétrica

|                   |                                          |
|-------------------|------------------------------------------|
| Temperatura       | 9,1 °C                                   |
| Condutividade     | 178,3 µs/cm                              |
| Salinidade        | 0,10 ‰                                   |
| OD                | 10,80 mg/L                               |
| % Saturação de OD | 94,7 %                                   |
| Disco de Secchi   | 0,40 metros (valor igual à profundidade) |

### Notas

**Hora:** 16:15h.

**Profundidade:** 0,40 metros

Amostragem de águas e sedimentos. Local com corrente e várias plantas na margem.

## Trabalho de Campo

**Data:** 06 de janeiro de 2021

**Ponto de Amostragem:** J\_RS2 – Senhora do Salto

**Localização:** 41.128737°N; 8.433174°W

### Caracterização da linha de água

|                                                |                                                                                            |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Largura aproximada da linha de água            | +/- 20 metros                                                                              |
| Geomorfologia do leito                         | Areias finas, lodos e poucos cascalhos                                                     |
| Apreciação empírica da qualidade da água       | Límpida e sem odor                                                                         |
| Vestígios de humanização                       | Mini-hídrica, capela, centro interpretativo, habitações, ponte sobre o rio, estrada, açude |
| Particularidades do Local                      | Açude com acumulação de sedimentos                                                         |
| Identificação das espécies arbóreas autóctones | Amieiros e Salgueiros                                                                      |
| Presença de espécies consideradas invasoras    | Pinheirinha (planta aquática), Acácias e Mimosas                                           |

### Elementos registados na sonda multiparamétrica

|                   |                                          |
|-------------------|------------------------------------------|
| Temperatura       | 8,4 °C                                   |
| Condutividade     | 169,3 µs/cm                              |
| Salinidade        | 0,10 ‰                                   |
| OD                | 9,10 mg/L                                |
| % Saturação de OD | 79,5 %                                   |
| Disco de Secchi   | 0,30 metros (valor igual à profundidade) |

### Notas

**Hora:** 15:30h.  
**Profundidade:** 0,30 metros  
Amostragem de águas e sedimentos.

## Trabalho de Campo

**Data:** 06 de janeiro de 2021

**Ponto de Amostragem:** J\_RS3 – Moinhos

**Localização:** 41.126643°N; 8.438789°W

### Caracterização da linha de água

|                                                |                                                                                            |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Largura aproximada da linha de água            | +/- 20 metros                                                                              |
| Geomorfologia do leito                         | Areias finas, lodos e poucos cascalhos                                                     |
| Apreciação empírica da qualidade da água       | Límpida e sem odor                                                                         |
| Vestígios de humanização                       | Moinhos, caminho de acesso, açude                                                          |
| Particularidades do Local                      | Açude com acumulação de sedimentos                                                         |
| Identificação das espécies arbóreas autóctones | Amieiro, Sobreiro                                                                          |
| Presença de espécies consideradas invasoras    | Extremamente povoado por acácias. Mimosas, erva da fortuna e pinheirinha (planta aquática) |

### Elementos registados na sonda multiparamétrica

|                   |                                          |
|-------------------|------------------------------------------|
| Temperatura       | 8,7 °C                                   |
| Condutividade     | 169,3 µs/cm                              |
| Salinidade        | 0,10 ‰                                   |
| OD                | 10,73 mg/L                               |
| % Saturação de OD | 94,3 %                                   |
| Disco de Secchi   | 0,30 metros (valor igual à profundidade) |

### Notas

**Hora:** 14:45h.

**Profundidade:** 0,30 metros

Amostragem de águas e sedimentos.

## Trabalho de Campo

**Data:** 06 de janeiro de 2021

**Ponto de Amostragem:** J\_RS4 – Foz Ribeira da Cadela

**Localização:** 41.74015°N; 8.253375°W

#### Caracterização da linha de água

|                                                |                                                   |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Largura aproximada da linha de água            | +/- 25 metros                                     |
| Geomorfologia do leito                         | Areias finas, lodos e poucos cascalhos            |
| Apreciação empírica da qualidade da água       | Límpida e sem odor                                |
| Vestígios de humanização                       | Habitação não permanente, açude                   |
| Particularidades do Local                      | Açude com acumulação de sedimentos                |
| Identificação das espécies arbóreas autóctones | Amieiros, Castanheiros, Salgueiros, Choupos       |
| Presença de espécies consideradas invasoras    | Pinheirinha (planta aquática). Acácias e mimosas. |

#### Elementos registados na sonda multiparamétrica

|                   |                                          |
|-------------------|------------------------------------------|
| Temperatura       | 8,8 °C                                   |
| Condutividade     | 171,5 µs/cm                              |
| Salinidade        | 0,10 ‰                                   |
| OD                | 8,20 mg/L                                |
| % Saturação de OD | 70,6 %                                   |
| Disco de Secchi   | 0,80 metros (valor igual à profundidade) |

#### Notas

**Hora:** 13:35h.  
**Profundidade:** 0,80 metros  
Amostragem de águas e sedimentos.

#### **Anexo IV**

Inquérito aos participantes na atividade de recolha de resíduos

## Questionário de Atividade

**Atividade:** Ação de Limpeza de Resíduos na Margem do Rio Sousa

**Local:** Srª do Salto – Aguiar de Sousa – Paredes

**Dia:** 6 de junho de 2020

Este questionário é anónimo e pretende apenas avaliar o grau de importância dado pela população local na preservação deste espaço natural, avaliar a importância do local capaz de suscitar a atração de visitantes e avaliar a importância da atividade para a preservação ambiental das margens do Rio Sousa pelos participantes nesta ação de trabalho.

**Idade:** \_\_\_\_\_

**Género:** Masculino \_\_\_\_; Feminino \_\_\_\_

**Escolaridade:** 1º Ciclo \_\_\_\_; 2º Ciclo \_\_\_\_; 3º Ciclo \_\_\_\_; Secundário \_\_\_\_; Ensino Superior \_\_\_\_

1. **Considera importantes as ações de limpeza das margens das linhas de água para a preservação do ecossistema?**  
Sim \_\_\_\_; Não \_\_\_\_
2. **Qual o material mais encontrado por si na ação de limpeza realizada na margem do Rio Sousa?**  
Papel e Cartão \_\_\_\_; Plástico \_\_\_\_; Metal \_\_\_\_; Vidro \_\_\_\_; Orgânico \_\_\_\_
3. **A participação popular é importante, na sua opinião, para aumentar a consciencialização ambiental na preservação das linhas de água e das galerias ripícolas?**  
Sim \_\_\_\_; Não \_\_\_\_
4. **Considera que estas ações de limpeza devem ser realizadas apenas por pessoal das autarquias locais ou em ações de voluntariado com a população para aumentar a consciencialização ambiental?**  
Pessoal da autarquia \_\_\_\_; Ações de voluntariado \_\_\_\_; Ambas as situações \_\_\_\_
5. **O papel das autarquias na educação e sensibilização ambiental, na sua opinião, é fundamental para o envolvimento da população local nas ações de preservação do meio ambiente?**  
Sim \_\_\_\_; Não \_\_\_\_
6. **Qual a causa que aponta como prioritária para a presença de elevado número de resíduos espalhados na margem do Rio Sousa?**

Falta de empenho das autarquias locais na educação e sensibilização ambiental \_\_; Falta de civismo da população \_\_; Meios ineficientes de recolha de resíduos \_\_; Falta de conhecimento da população sobre os problemas ambientais causados pelas suas atitudes \_\_

7. **Que ações aponta como prioritárias para a resolução dos problemas ambientais relacionados com a presença de resíduos nas margens e nas linhas de água? (escolha apenas 3)**

Sensibilização da população com ações no terreno \_\_; Sensibilização da população com ações digitais nas redes sociais \_\_; Aumento da fiscalização e punição dos infratores \_\_; Aumento dos locais de deposição de resíduos \_\_; Melhorar a qualidade da água e das margens ribeirinhas para a população lhe atribuir mais proteção e respeito \_\_; Criar percursos junto às margens das linhas de água para a população sentir o dever de preservação do espaço \_\_; Não fazer nada e aceitar a realidade \_\_

8. **Se as margens dos rios e a qualidade da água estivessem de boa qualidade, considera que haveria mais gente a usufruir desses recursos naturais e a preservá-los?**

Sim \_\_; Não \_\_; Talvez \_\_

9. **Considera que os resíduos colocados no chão podem contaminar as margens, os rios e o mar, mesmo estando a vários quilómetros de distância do mar?**

Não, como estão afastados desses locais dificilmente chegarão lá \_\_; Sim, mas só as margens dos rios \_\_; Sim, mas só a água dos rios \_\_; Sim é possível que vão parar aos rios, às suas margens e ao mar \_\_

10. **É a primeira vez que participa numa ação de limpeza e de preservação da natureza?**

Sim \_\_; Não, já fiz entre uma e 5 vezes \_\_; Não, já fiz mais de 5 vezes \_\_

11. **Voltará a participar futuramente em ações como esta para preservar o ambiente e a natureza?**

Sim \_\_; Não \_\_; Talvez \_\_

12. **Da próxima vez que participar vai convidar um amigo ou familiar a participar também, alertando-o para a importância destas ações?**

Sim \_\_; Não \_\_; Talvez \_\_

13. **Na sua opinião, as crianças é que terão a iniciativa de participar nestas ações e levarão os pais a aderir ou serão os pais a convencer as crianças a aderir a este tipo de ações?**

Crianças a convencer os pais \_\_; Pais a convencer as crianças \_\_

14. **Sente-se informado sobre as questões ambientais?**

Sim, o suficiente \_\_; Sim, mas gostava de estar mais \_\_; Não, sinto que precisava de melhorar os meus conhecimentos sobre o ambiente \_\_

## Questionário de Atividade

**Atividade:** Ação de Limpeza de Resíduos na Margem do Rio Sousa

**Local:** Srª do Salto – Aguiar de Sousa – Paredes

**Dia:** 6 de junho de 2020

**Participante 1**

Este questionário é anónimo e pretende apenas avaliar o grau de importância dado pela população local na preservação deste espaço natural, avaliar a importância do local capaz de suscitar a atração de visitantes e avaliar a importância da atividade para a preservação ambiental das margens do Rio Sousa pelos participantes nesta ação de trabalho.

**Idade:** 54

**Género:** Masculino \_\_\_; Feminino X

**Escolaridade:** 1º Ciclo \_\_\_; 2º Ciclo \_\_\_; 3º Ciclo \_\_\_; Secundário \_\_\_; Ensino Superior X

1. **Considera importantes as ações de limpeza das margens das linhas de água para a preservação do ecossistema?**  
Sim X; Não \_\_\_
2. **Qual o material mais encontrado por si na ação de limpeza realizada na margem do Rio Sousa?**  
Papel e Cartão \_\_\_; Plástico X; Metal \_\_\_; Vidro \_\_\_; Orgânico \_\_\_
3. **A participação popular é importante, na sua opinião, para aumentar a consciencialização ambiental na preservação das linhas de água e das galerias ripícolas?**  
Sim X; Não \_\_\_
4. **Considera que estas ações de limpeza devem ser realizadas apenas por pessoal das autarquias locais ou em ações de voluntariado com a população para aumentar a consciencialização ambiental?**  
Pessoal da autarquia \_\_\_; Ações de voluntariado \_\_\_; Ambas as situações X
5. **O papel das autarquias na educação e sensibilização ambiental, na sua opinião, é fundamental para o envolvimento da população local nas ações de preservação do meio ambiente?**  
Sim X; Não \_\_\_

**6. Qual a causa que aponta como prioritária para a presença de elevado número de resíduos espalhados na margem do Rio Sousa?**

Falta de empenho das autarquias locais na educação e sensibilização ambiental \_\_; Falta de civismo da população \_\_; Meios ineficientes de recolha de resíduos \_\_; Falta de conhecimento da população sobre os problemas ambientais causados pelas suas atitudes X

**7. Que ações aponta como prioritárias para a resolução dos problemas ambientais relacionados com a presença de resíduos nas margens e nas linhas de água? (escolha apenas 3)**

Sensibilização da população com ações no terreno X; Sensibilização da população com ações digitais nas redes sociais \_\_; Aumento da fiscalização e punição dos infratores \_\_; Aumento dos locais de deposição de resíduos \_\_; Melhorar a qualidade da água e das margens ribeirinhas para a população lhe atribuir mais proteção e respeito X; Criar percursos junto às margens das linhas de água para a população sentir o dever de preservação do espaço X; Não fazer nada e aceitar a realidade \_\_

**8. Se as margens dos rios e a qualidade da água estivessem de boa qualidade, considera que haveria mais gente a usufruir desses recursos naturais e a preservá-los?**

Sim X; Não \_\_; Talvez \_\_

**9. Considera que os resíduos colocados no chão podem contaminar as margens, os rios e o mar, mesmo estando a vários quilómetros de distância do mar?**

Não, como estão afastados desses locais dificilmente chegarão lá \_\_; Sim, mas só as margens dos rios \_\_; Sim, mas só a água dos rios \_\_; Sim é possível que vão parar aos rios, às suas margens e ao mar X

**10. É a primeira vez que participa numa ação de limpeza e de preservação da natureza?**

Sim \_\_; Não, já fiz entre uma e 5 vezes \_\_; Não, já fiz mais de 5 vezes X

**11. Voltará a participar futuramente em ações como esta para preservar o ambiente e a natureza?**

Sim X; Não \_\_; Talvez \_\_

**12. Da próxima vez que participar vai convidar um amigo ou familiar a participar também, alertando-o para a importância destas ações?**

Sim X; Não \_\_; Talvez \_\_

**13. Na sua opinião, as crianças é que terão a iniciativa de participar nestas ações e levarão os pais a aderir ou serão os pais a convencer as crianças a aderir a este tipo de ações?**

Crianças a convencer os pais X; Pais a convencer as crianças \_\_

**14. Sente-se informado sobre as questões ambientais?**

Sim, o suficiente X; Sim, mas gostava de estar mais \_\_; Não, sinto que precisava de melhorar os meus conhecimentos sobre o ambiente \_\_

## Questionário de Atividade

**Atividade:** Ação de Limpeza de Resíduos na Margem do Rio Sousa

**Local:** Srª do Salto – Aguiar de Sousa – Paredes

**Dia:** 6 de junho de 2020

**Participante 2**

Este questionário é anónimo e pretende apenas avaliar o grau de importância dado pela população local na preservação deste espaço natural, avaliar a importância do local capaz de suscitar a atração de visitantes e avaliar a importância da atividade para a preservação ambiental das margens do Rio Sousa pelos participantes nesta ação de trabalho.

**Idade:** 54

**Género:** Masculino ☒; Feminino ☐

**Escolaridade:** 1º Ciclo ☐; 2º Ciclo ☐; 3º Ciclo ☐; Secundário ☐; Ensino Superior ☒

1. **Considera importantes as ações de limpeza das margens das linhas de água para a preservação do ecossistema?**  
Sim ☒; Não ☐
2. **Qual o material mais encontrado por si na ação de limpeza realizada na margem do Rio Sousa?**  
Papel e Cartão ☐; Plástico ☒; Metal ☐; Vidro ☐; Orgânico ☐
3. **A participação popular é importante, na sua opinião, para aumentar a consciencialização ambiental na preservação das linhas de água e das galerias ripícolas?**  
Sim ☒; Não ☐
4. **Considera que estas ações de limpeza devem ser realizadas apenas por pessoal das autarquias locais ou em ações de voluntariado com a população para aumentar a consciencialização ambiental?**  
Pessoal da autarquia ☐; Ações de voluntariado ☐; Ambas as situações ☒
5. **O papel das autarquias na educação e sensibilização ambiental, na sua opinião, é fundamental para o envolvimento da população local nas ações de preservação do meio ambiente?**  
Sim ☒; Não ☐
6. **Qual a causa que aponta como prioritária para a presença de elevado número de resíduos espalhados na margem do Rio Sousa?**

Falta de empenho das autarquias locais na educação e sensibilização ambiental \_\_; Falta de civismo da população \_\_; Meios ineficientes de recolha de resíduos \_\_; Falta de conhecimento da população sobre os problemas ambientais causados pelas suas atitudes \_x\_

**7. Que ações aponta como prioritárias para a resolução dos problemas ambientais relacionados com a presença de resíduos nas margens e nas linhas de água? (escolha apenas 3)**

Sensibilização da população com ações no terreno \_\_; Sensibilização da população com ações digitais nas redes sociais \_x\_; Aumento da fiscalização e punição dos infratores \_x\_; Aumento dos locais de deposição de resíduos \_\_; Melhorar a qualidade da água e das margens ribeirinhas para a população lhe atribuir mais proteção e respeito \_\_; Criar percursos junto às margens das linhas de água para a população sentir o dever de preservação do espaço \_x\_; Não fazer nada e aceitar a realidade \_\_

**8. Se as margens dos rios e a qualidade da água estivessem de boa qualidade, considera que haveria mais gente a usufruir desses recursos naturais e a preservá-los?**

Sim \_\_; Não \_\_; Talvez \_x\_

**9. Considera que os resíduos colocados no chão podem contaminar as margens, os rios e o mar, mesmo estando a vários quilómetros de distância do mar?**

Não, como estão afastados desses locais dificilmente chegarão lá \_\_; Sim, mas só as margens dos rios \_\_; Sim, mas só a água dos rios \_\_; Sim é possível que vão parar aos rios, às suas margens e ao mar \_x\_

**10. É a primeira vez que participa numa ação de limpeza e de preservação da natureza?**

Sim \_\_; Não, já fiz entre uma e 5 vezes \_x\_; Não, já fiz mais de 5 vezes \_\_

**11. Voltará a participar futuramente em ações como esta para preservar o ambiente e a natureza?**

Sim \_x\_; Não \_\_; Talvez \_\_

**12. Da próxima vez que participar vai convidar um amigo ou familiar a participar também, alertando-o para a importância destas ações?**

Sim \_x\_; Não \_\_; Talvez \_\_

**13. Na sua opinião, as crianças é que terão a iniciativa de participar nestas ações e levarão os pais a aderir ou serão os pais a convencer as crianças a aderir a este tipo de ações?**

Crianças a convencer os pais \_x\_; Pais a convencer as crianças \_\_

**14. Sente-se informado sobre as questões ambientais?**

Sim, o suficiente \_\_; Sim, mas gostava de estar mais \_\_; Não, sinto que precisava de melhorar os meus conhecimentos sobre o ambiente \_x\_

## Questionário de Atividade

**Atividade:** Ação de Limpeza de Resíduos na Margem do Rio Sousa

**Local:** Srª do Salto – Aguiar de Sousa – Paredes

**Dia:** 6 de junho de 2020

**Participante 3**

Este questionário é anónimo e pretende apenas avaliar o grau de importância dado pela população local na preservação deste espaço natural, avaliar a importância do local capaz de suscitar a atração de visitantes e avaliar a importância da atividade para a preservação ambiental das margens do Rio Sousa pelos participantes nesta ação de trabalho.

**Idade:** 51

**Género:** Masculino ☒; Feminino ☐

**Escolaridade:** 1º Ciclo ☐; 2º Ciclo ☐; 3º Ciclo ☐; Secundário ☐; Ensino Superior ☒

1. **Considera importantes as ações de limpeza das margens das linhas de água para a preservação do ecossistema?**  
Sim ☒; Não ☐
2. **Qual o material mais encontrado por si na ação de limpeza realizada na margem do Rio Sousa?**  
Papel e Cartão ☐; Plástico ☒; Metal ☐; Vidro ☐; Orgânico ☐
3. **A participação popular é importante, na sua opinião, para aumentar a consciencialização ambiental na preservação das linhas de água e das galerias ripícolas?**  
Sim ☒; Não ☐
4. **Considera que estas ações de limpeza devem ser realizadas apenas por pessoal das autarquias locais ou em ações de voluntariado com a população para aumentar a consciencialização ambiental?**  
Pessoal da autarquia ☐; Ações de voluntariado ☐; Ambas as situações ☒
5. **O papel das autarquias na educação e sensibilização ambiental, na sua opinião, é fundamental para o envolvimento da população local nas ações de preservação do meio ambiente?**  
Sim ☒; Não ☐
6. **Qual a causa que aponta como prioritária para a presença de elevado número de resíduos espalhados na margem do Rio Sousa?**

Falta de empenho das autarquias locais na educação e sensibilização ambiental \_\_; Falta de civismo da população \_\_; Meios ineficientes de recolha de resíduos \_\_; Falta de conhecimento da população sobre os problemas ambientais causados pelas suas atitudes \_x\_

**7. Que ações aponta como prioritárias para a resolução dos problemas ambientais relacionados com a presença de resíduos nas margens e nas linhas de água? (escolha apenas 3)**

Sensibilização da população com ações no terreno \_\_; Sensibilização da população com ações digitais nas redes sociais \_x\_; Aumento da fiscalização e punição dos infratores \_x\_; Aumento dos locais de deposição de resíduos \_\_; Melhorar a qualidade da água e das margens ribeirinhas para a população e atribuir mais proteção e respeito \_\_; Criar percursos junto às margens das linhas de água para a população sentir o dever de preservação do espaço \_x\_; Não fazer nada e aceitar a realidade \_\_

**8. Se as margens dos rios e a qualidade da água estivessem de boa qualidade, considera que haveria mais gente a usufruir desses recursos naturais e a preservá-los?**

Sim \_\_; Não \_\_; Talvez \_x\_

**9. Considera que os resíduos colocados no chão podem contaminar as margens, os rios e o mar, mesmo estando a vários quilómetros de distância do mar?**

Não, como estão afastados desses locais dificilmente chegarão lá \_\_; Sim, mas só as margens dos rios \_\_; Sim, mas só a água dos rios \_\_; Sim é possível que vão parar aos rios, às suas margens e ao mar \_x\_

**10. É a primeira vez que participa numa ação de limpeza e de preservação da natureza?**

Sim \_\_; Não, já fiz entre uma e 5 vezes \_x\_; Não, já fiz mais de 5 vezes \_\_

**11. Voltará a participar futuramente em ações como esta para preservar o ambiente e a natureza?**

Sim \_x\_; Não \_\_; Talvez \_\_

**12. Da próxima vez que participar vai convidar um amigo ou familiar a participar também, alertando-o para a importância destas ações?**

Sim \_x\_; Não \_\_; Talvez \_\_

**13. Na sua opinião, as crianças é que terão a iniciativa de participar nestas ações e levarão os pais a aderir ou serão os pais a convencer as crianças a aderir a este tipo de ações?**

Crianças a convencer os pais \_x\_; Pais a convencer as crianças \_\_

**14. Sente-se informado sobre as questões ambientais?**

Sim, o suficiente \_\_; Sim, mas gostava de estar mais \_\_; Não, sinto que precisava de melhorar os meus conhecimentos sobre o ambiente \_x\_

## Questionário de Atividade

**Atividade:** Ação de Limpeza de Resíduos na Margem do Rio Sousa

**Local:** Srª do Salto – Aguiar de Sousa – Paredes

**Dia:** 6 de junho de 2020

**Participante 4**

Este questionário é anónimo e pretende apenas avaliar o grau de importância dado pela população local na preservação deste espaço natural, avaliar a importância do local capaz de suscitar a atração de visitantes e avaliar a importância da atividade para a preservação ambiental das margens do Rio Sousa pelos participantes nesta ação de trabalho.

**Idade:** 11

**Género:** Masculino ☒; Feminino ☐

**Escolaridade:** 1º Ciclo ☐; 2º Ciclo ☒; 3º Ciclo ☐; Secundário ☐; Ensino Superior ☐

1. **Considera importantes as ações de limpeza das margens das linhas de água para a preservação do ecossistema?**  
Sim ☒; Não ☐
2. **Qual o material mais encontrado por si na ação de limpeza realizada na margem do Rio Sousa?**  
Papel e Cartão ☐; Plástico ☒; Metal ☐; Vidro ☐; Orgânico ☐
3. **A participação popular é importante, na sua opinião, para aumentar a consciencialização ambiental na preservação das linhas de água e das galerias ripícolas?**  
Sim ☒; Não ☐
4. **Considera que estas ações de limpeza devem ser realizadas apenas por pessoal das autarquias locais ou em ações de voluntariado com a população para aumentar a consciencialização ambiental?**  
Pessoal da autarquia ☐; Ações de voluntariado ☐; Ambas as situações ☒
5. **O papel das autarquias na educação e sensibilização ambiental, na sua opinião, é fundamental para o envolvimento da população local nas ações de preservação do meio ambiente?**  
Sim ☒; Não ☐

**6. Qual a causa que aponta como prioritária para a presença de elevado número de resíduos espalhados na margem do Rio Sousa?**

Falta de empenho das autarquias locais na educação e sensibilização ambiental \_\_; Falta de civismo da população \_\_; Meios ineficientes de recolha de resíduos \_\_; Falta de conhecimento da população sobre os problemas ambientais causados pelas suas atitudes \_x\_

**7. Que ações aponta como prioritárias para a resolução dos problemas ambientais relacionados com a presença de resíduos nas margens e nas linhas de água? (escolha apenas 3)**

Sensibilização da população com ações no terreno \_\_; Sensibilização da população com ações digitais nas redes sociais \_x\_; Aumento da fiscalização e punição dos infratores \_x\_; Aumento dos locais de deposição de resíduos \_\_; Melhorar a qualidade da água e das margens ribeirinhas para a população lhe atribuir mais proteção e respeito \_\_; Criar percursos junto às margens das linhas de água para a população sentir o dever de preservação do espaço \_x\_; Não fazer nada e aceitar a realidade \_\_

**8. Se as margens dos rios e a qualidade da água estivessem de boa qualidade, considera que haveria mais gente a usufruir desses recursos naturais e a preservá-los?**

Sim \_\_; Não \_\_; Talvez \_x\_

**9. Considera que os resíduos colocados no chão podem contaminar as margens, os rios e o mar, mesmo estando a vários quilómetros de distância do mar?**

Não, como estão afastados desses locais dificilmente chegarão lá \_\_; Sim, mas só as margens dos rios \_\_; Sim, mas só a água dos rios \_\_; Sim é possível que vão parar aos rios, às suas margens e ao mar \_x\_

**10. É a primeira vez que participa numa ação de limpeza e de preservação da natureza?**

Sim \_\_; Não, já fiz entre uma e 5 vezes \_x\_; Não, já fiz mais de 5 vezes \_\_

**11. Voltará a participar futuramente em ações como esta para preservar o ambiente e a natureza?**

Sim \_x\_; Não \_\_; Talvez \_\_

**12. Da próxima vez que participar vai convidar um amigo ou familiar a participar também, alertando-o para a importância destas ações?**

Sim \_x\_; Não \_\_; Talvez \_\_

**13. Na sua opinião, as crianças é que terão a iniciativa de participar nestas ações e levarão os pais a aderir ou serão os pais a convencer as crianças a aderir a este tipo de ações?**

Crianças a convencer os pais \_x\_; Pais a convencer as crianças \_\_

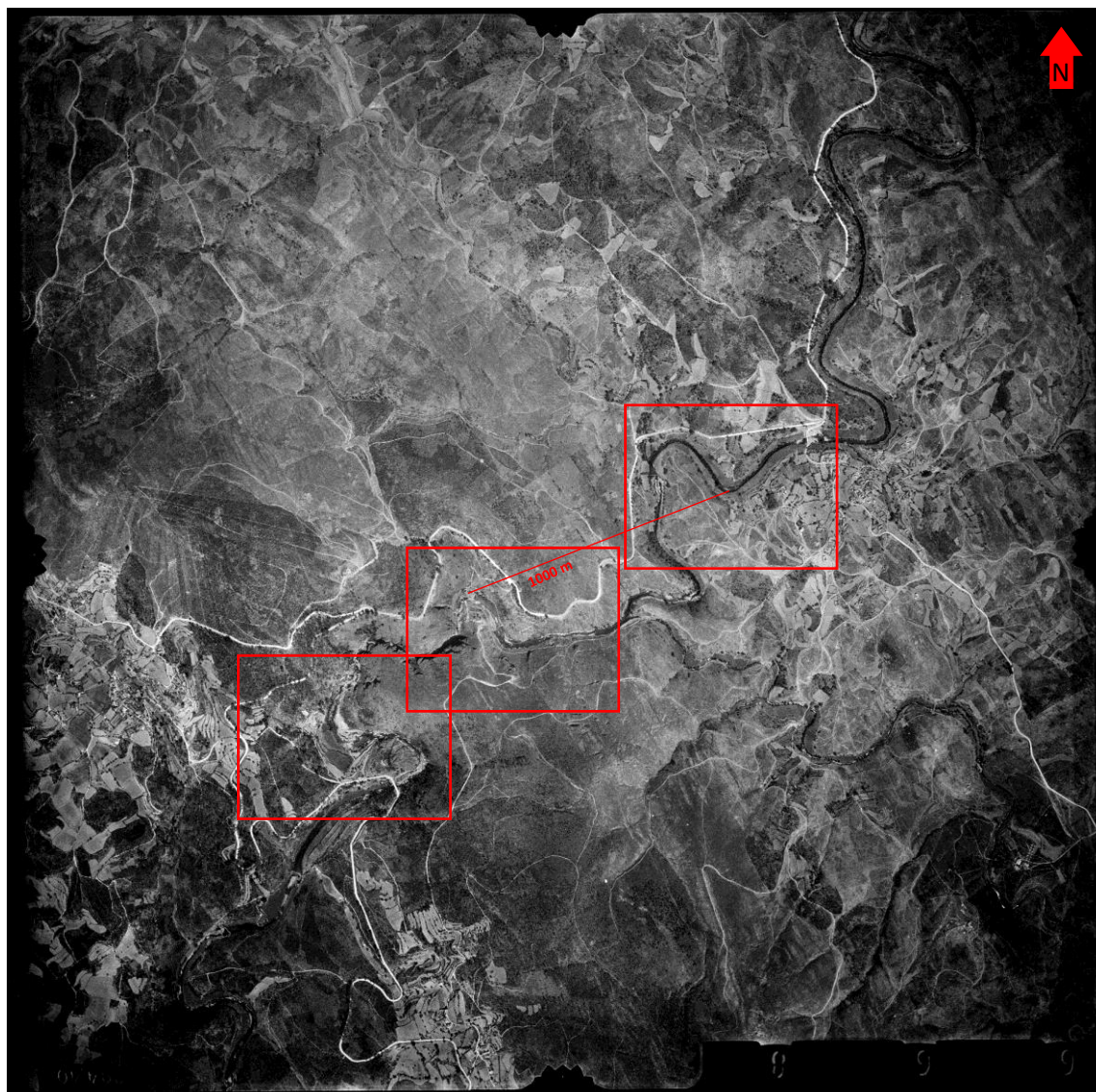
**14. Sente-se informado sobre as questões ambientais?**

Sim, o suficiente \_\_; Sim, mas gostava de estar mais \_\_; Não, sinto que precisava de melhorar os meus conhecimentos sobre o ambiente \_x\_

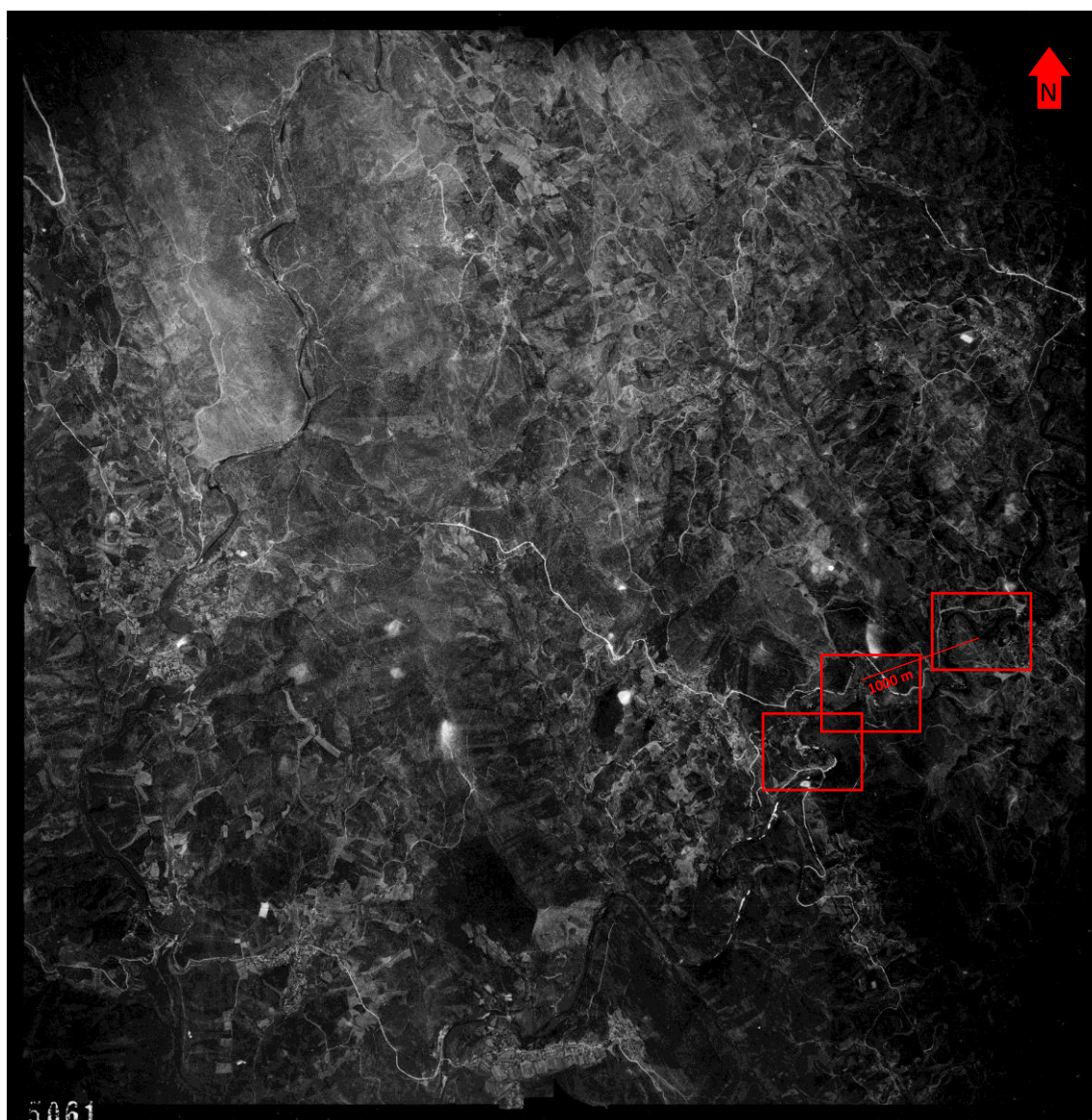
## **Anexo V**

Fotografias aéreas (Centro de Informação Geoespacial do Exército)

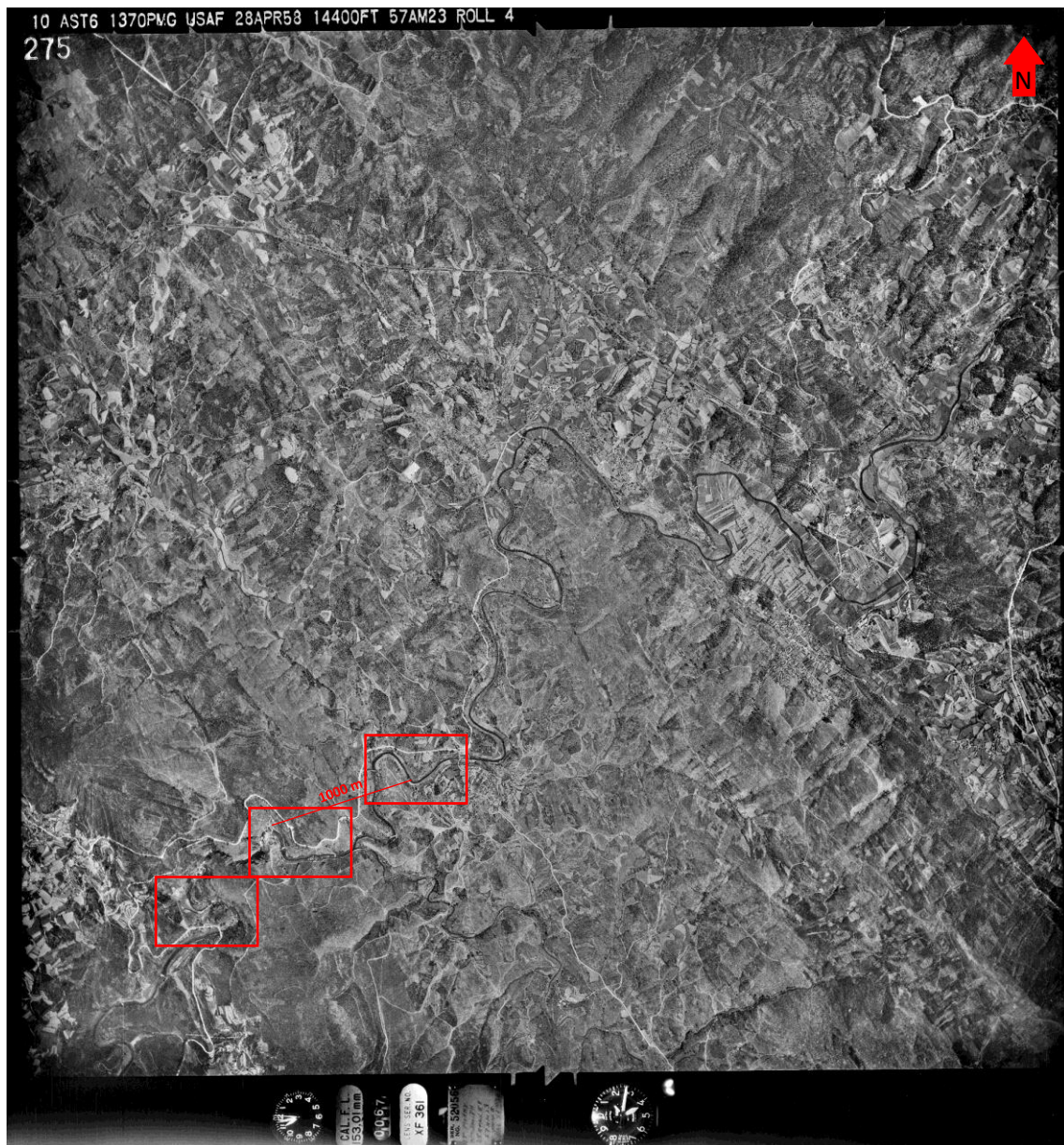
SPLAL (1937 – 1957)



1947



1958



1995



## **Anexo VI**

Boletins analíticos dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água



## RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 2100452 - LPQ Norte

Data de Início da Análise: 06/01/2021  
Data de Fim da Análise: 20/01/2021  
Data Emissão: 22/01/2021  
Versão: 1  
Boletim Definitivo

### DADOS DO CLIENTE

Nome: João Costa  
Morada:  
Cód. Postal: -

### DADOS DA AMOSTRA

Número da Amostra: 2100452  
Tipo Amostra: Água natural doce superficial  
Área: Água natural doce superficial  
Ponto de Amostragem: PA  
J-R51

§ Colheita: Cliente  
Data / Hora da Colheita: 06/01/2021 16:15  
Data de Recepção de Amostra: 06/01/2021

### RESULTADOS DE ENSAIO

| Parâmetro / Procedimento                                                                                    | Resultado  | Unidades                           | VA      | VR    | Incerteza |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------|---------|-------|-----------|
| <b>Parâmetros Microbiológicos</b>                                                                           |            |                                    |         |       |           |
| § Enterococos<br>ISO 7899-2:2000 (Membrana Filtrante)                                                       | 52         | UFC/100 ml                         |         | 20    | -         |
| § Escherichia coli<br>MI 04-019 ed. 7 (Membrana Filtrante)                                                  | 1,1e+3     | UFC/100mL                          |         |       | -         |
| § Coliformes Totais<br>MI 04-019 ed. 7 (Membrana Filtrante)                                                 | 9,4e+3     | UFC/100mL                          |         | 50000 | ±33%      |
| § Coliformes Fecais<br>MI 04-019 ed. 7 (Membrana Filtrante)                                                 | 1,1e+3     | UFC/100 ml                         |         |       | -         |
| <b>Parâmetros Físico-Químicos</b>                                                                           |            |                                    |         |       |           |
| § pH<br>MI 04-006 ed. 10 (Potenciometria)                                                                   | 7,0 (17°C) | Escala<br>Sorensen                 | 6,5-8,5 |       | -         |
| § Azoto amoniacal<br>MI 04-112 ed. 10 (Espectrofotometria<br>de Absorção Molecular)                         | 0,79       | mg/L NH <sub>4</sub>               |         | 0,05  | -         |
| § Nitratos<br>MI 04-076 ed. 6 (Espectrofotometria<br>de Absorção Molecular)                                 | 26         | mg/L NO <sub>3</sub>               | 50      | 25    | ±11%      |
| * § Fosfatos P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>MI 04-057 ed. 9 (Espectrofotometria<br>de Absorção Molecular) | 0,2        | mg/L P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |         | 0,4   | -         |
| § CBO <sub>5</sub><br>MI 04-143 ed.1 (Eléctrodo específico<br>de Oxigénio)                                  | <3 (LQ)    | mg/L O <sub>2</sub>                | 3       |       | ±30%      |
| § Fósforo Total<br>MI 24-089, ed. 1                                                                         | <0,15 (LQ) | mg P/L                             |         |       | -         |
| § CQO<br>MI 04-082 ed.6 (Volumetria)                                                                        | <3 (LQ)    | mg/L O <sub>2</sub>                |         |       | -         |

Rua Leira da Relva, 145  
4410-155 Vila Nova de Gaia S. Félix da  
Marinha  
Tel.: 220120813  
Email: ambidata@ambidata.pt



Alameda Jardins da Arrábida, 1188  
4400-478 Vila Nova de Gaia  
Tel.: (22) 772 85 48  
Email: ipgnorte@grupopg.pt

Página 1 de 2



**RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 2100452 - LPQ Norte**

**DADOS DA AMOSTRA**

Número da Amostra: 2100452  
Tipo Amostra: Água natural doce superficial  
Área: Água natural doce superficial  
Ponto de Amostragem: PA  
J-R51

§Colheita: Cliente  
Data / Hora da Colheita: 06/01/2021 16:15  
Data de Recepção de Amostra: 06/01/2021

**RESULTADOS DE ENSAIO**

**Apreiações**

Todos os parâmetros analisados estão de acordo com o referencial aplicável.

**Notas:**

"Bactérias Coliformes" equivalente a "Coliformes Totais"; Valores Legislados: D.L. 236/98 de 01 de agosto - anexo I.

Patrícia Reimão  
(LPQ Norte - Responsável Técnica)

Os ensaios marcados com (\*) não estão incluídos no âmbito da acreditação do LPQ.

A amostragem assinalada com (§) não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

Os ensaios marcados com (¥) foram realizados no LPQ Sul.

Nos casos em que é feita a comparação dos resultados obtidos com valores legislados ou valores de referência fornecidos pelo Cliente, a regra de decisão utilizada não considera a incerteza associada aos respetivos resultados. A representatividade das amostras só é garantida pelo LPQ quando a amostragem é da sua responsabilidade. No caso de amostra fornecida pelo cliente, os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. A informação incluída na área e ponto de amostragem refere-se a dados fornecidos pelo Cliente. O valor da incerteza expandida apresentado, para um intervalo de confiança de 95%, com um fator de expansão  $k=2$ , inclui a incerteza do ensaio e da amostragem, sempre que esta é acreditada. No caso dos ensaios subcontratados, o valor da incerteza refere-se apenas à incerteza da amostragem caso esta esteja incluída no âmbito da acreditação.

Os resultados constantes neste Relatório de Ensaio, referem-se exclusivamente às amostras ensaiadas. Este Boletim só pode ser reproduzido na totalidade.

Quando o resultado corresponde a uma soma de parcelas e estas são todas inferiores ao LQ, o resultado reportado corresponde ao LQ mais elevado. Quando uma ou mais das parcelas é quantificável, o resultado corresponde à soma dessas parcelas.

Legenda: LQ - Limite de Quantificação; UFC - Unidades Formadoras de colónias; ND - Não Detectado; VP - Valor Paramétrico; VA - Valor admissível; VR - Valor Recomendado; VMA - Valor Máximo Admissível; VMR - Valor Máximo Recomendado; VL - Valor Limite; MI - Método Interno; EPA - Environmental Protection Agency; ISO - International Organization for Standardization; EN - European Norm; SM, SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; CSN - Czech State Norm; STN - Slovak Technical Norm; US EPA - United States Environmental Protection Agency; ISO/IR - International Organization for Standardization/Technical Report; BS ISO - British Standard International Organization for Standardization; DIN - Deutsches Institut für Normung; MAEP - Massachusetts Department of Environmental Protection; Recommendation of SJSB - State Office for Nuclear Safety (SJSB) - Czech Republic; CEN/TS - European Committee for Standardization/Technical Specification; PT - Procedimento Técnico; P.L.Q. - Procedimento Interno Laboratório de Química; Ph.E.7.0 - "Purified water" da farmacopeia europeia 7.0; INAG, I.P. - Instituto da Água, Instituto Português; ELISA - Enzyme - Linked Immunosorbent Assay.

Rua Leira da Relva, 145  
4410-155 Vila Nova de Gaia - S. Félix da  
Marinha  
Tel.: 220120813  
Email: ambidata@ambidata.pt



Alameda Jardim da Arrábida, 1188  
4400-478 Vila Nova de Gaia  
Tel.: (22) 772 85 48  
Email: lpqnorte@grupopp.pt

Página 2 de 2



## RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 2100451 - LPQ Norte

Data de Início da Análise: 06/01/2021  
Data de Fim de Análise: 20/01/2021  
Data Emissão: 22/01/2021  
Versão: 1  
Boletim Definitivo

### DADOS DO CLIENTE

Nome: João Costa  
Morada:  
Cód. Postal: -

### DADOS DA AMOSTRA

Número da Amostra: 2100451  
Tipo Amostra: Água natural doce superficial  
Área: Água natural doce superficial  
Ponto de Amostragem: PA  
J-R52

§ Colheita: Cliente  
Data / Hora da Colheita: 06/01/2021 15:30  
Data de Recepção da Amostra: 06/01/2021

### RESULTADOS DE ENSAIO

| Parâmetro / Procedimento                                                         | Resultado  | Unidades                           | VA      | VR    | Incerteza |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------|---------|-------|-----------|
| <b>Parâmetros Microbiológicos</b>                                                |            |                                    |         |       |           |
| § Enterococos<br>ISO 7899-2:2000 (Membrana Filtrante)                            | 42         | UFC/100 ml                         |         | 20    | -         |
| § Escherichia coli<br>MI 04-019 ed. 7 (Membrana Filtrante)                       | 8,4e+2     | UFC/100mL                          |         |       | -         |
| § Coliformes Totais<br>MI 04-019 ed. 7 (Membrana Filtrante)                      | 7,2e+3     | UFC/100mL                          |         | 50000 | ±33%      |
| § Coliformes Fecais<br>MI 04-019 ed. 7 (Membrana Filtrante)                      | 8,4e+2     | UFC/100 ml                         |         |       | -         |
| <b>Parâmetros Físico-Químicos</b>                                                |            |                                    |         |       |           |
| § pH<br>MI 04-006 ed. 10 (Potenciometria)                                        | 7,1 (17°C) | Escala<br>Sorensen                 | 6,5-8,5 |       | -         |
| § Azoto amoniacal<br>MI 04-112 ed. 10 (Espectrofotometria de Absorção Molecular) | 0,66       | mg/L NH <sub>4</sub>               |         | 0,05  | -         |
| § Nitratos<br>MI 04-076 ed. 6 (Espectrofotometria de Absorção Molecular)         | 23         | mg/L NO <sub>3</sub>               | 50      | 25    | ±11%      |
| * § Fosfatos P2O5<br>MI 04-037 ed. 9 (Espectrofotometria de Absorção Molecular)  | 0,2        | mg/L P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |         | 0,4   | -         |
| § § CBO <sub>5</sub><br>MI 04-143 ed.1 (Eletrodo específico de Oxigénio)         | <3 (LQ)    | mg/L O <sub>2</sub>                | 3       |       | ±30%      |
| § § Fósforo Total<br>MI 24-089, ed. 1                                            | <0,15 (LQ) | mg P/L                             |         |       | -         |
| § § CQO<br>MI 04-082 ed.6 (Volumetria)                                           | <3 (LQ)    | mg/L O <sub>2</sub>                |         |       | -         |

Rua Leira da Relva, 145  
4410-155 Vila Nova de Gaia S. Félix da  
Marinha  
Tel.: 220120813  
Email: ambidata@ambidata.pt



Alameda Jardins da Amália, 1188  
4400-478 Vila Nova de Gaia  
Tel.: (22) 772 85 48  
Email: lpqnorte@grupopp.pt  
Página 1 de 2



## RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 2100451 - LPQ Norte

### DADOS DA AMOSTRA

Número da Amostra: 2100451  
Tipo Amostra: Água natural doce superficial  
Área: Água natural doce superficial  
Ponto de Amostragem: PA  
J-R52

§ Colheita: Cliente  
Data / Hora da Colheita: 06/01/2021 15:30  
Data de Receção de Amostra: 06/01/2021

### RESULTADOS DE ENSAIO

#### Apreciações

Todos os parâmetros analisados estão de acordo com o referencial aplicável.

#### Notas:

"Bactérias Coliformes" equivalente a "Coliformes Totais"; Valores Legais: D.L. 236/98 de 01 de agosto - anexo I.

Patrícia Reimão  
(LPQ Norte - Responsável Técnica)

Os ensaios marcados com (\*) não estão incluídos no âmbito da acreditação do LPQ.  
A amostragem assinalada com (§) não se encontra incluída no âmbito da acreditação.  
Os ensaios marcados com (x) foram realizados no LPQ Sul.

Nos casos em que é feita a comparação dos resultados obtidos com valores legislados ou valores de referência fornecidos pelo Cliente, a regra de decisão utilizada não considera a incerteza associada aos respetivos resultados. A representatividade das amostras só é garantida pelo LPQ quando a amostragem é da sua responsabilidade. No caso de amostra fornecida pelo cliente, os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. A informação incluída na área e ponto de amostragem refere-se a dados fornecidos pelo Cliente. O valor da incerteza expandida apresentado, para um intervalo de confiança de 95%, com um fator de expansão k=2, inclui a incerteza do ensaio e da amostragem, sempre que esta é acreditada. No caso dos ensaios subcontratados, o valor da incerteza refere-se apenas à incerteza da amostragem caso esta esteja incluída no âmbito da acreditação. Os resultados constantes neste Relatório de Ensaio, referem-se exclusivamente às amostras ensaiadas. Este Boletim só pode ser reproduzido na totalidade. Quando o resultado corresponde a uma soma de parcelas e estas são todas inferiores ao LQ, o resultado reportado corresponde ao LQ mais elevado. Quando uma ou mais das parcelas é quantificável, o resultado corresponde à soma dessas parcelas.

Legenda: LQ - Limite de Quantificação; UFC - Unidades Formadoras de colónias; ND - Não Detectado; VP - Valor Paramétrico; VA - Valor admissível; VR - Valor Recomendado; VMA - Valor Máximo Admissível; VMR - Valor Máximo Recomendado; VL - Valor Limite; MI - Método Interno; EPA - Environmental Protection Agency; ISO - International Organization for Standardization; EN - European Norm; SM, SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; CSN - Czech State Norm; STN - Slovak Technical Norm; US EPA - United States Environmental Protection Agency; ISO/IR - International Organization for Standardization/Technical Report; BS ISO - British Standard International Organization for Standardization; DIN - Deutsches Institut für Normung; MAEP - Massachusetts Department of Environmental Protection; Recommendation of SJSB - State Office for Nuclear Safety (SJSB) - Czech Republic; CEN/TS - European Committee for Standardization/Technical Specification; PT - Procedimento Técnico; P.I.L.Q. - Procedimento Interno Laboratório de Química; Ph.Er.7.0 - "Purified water" da farmacopeia europeia 7.0; INAG, I.P. - Instituto da Água, Instituto Português; ELISA - Enzyme - Linked Immunosorbent Assay.

Rua Leira da Relva, 145  
4410-155 Vila Nova de Gaia S. Félix da  
Marinha  
Tel.: 220120813  
Email: ambidata@ambidata.pt



Alameda Jardins da Arrábida, 1188  
4400-478 Vila Nova de Gaia  
Tel.: (22) 772 85 48  
Email: lpqnorte@grupolp.pt

Página 2 de 2



## RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 2100450 - LPQ Norte

Data de Início da Análise: 06/01/2021  
Data de Fim de Análise: 20/01/2021  
Data Emissão: 22/01/2021  
Versão: 1  
Boletim Definitivo

### DADOS DO CLIENTE

Nome: João Costa  
Morada:  
Cód. Postal: -

### DADOS DA AMOSTRA

Número da Amostra: 2100450  
Tipo Amostra: Água natural doce superficial  
Área: Água natural doce superficial  
Ponto de Amostragem: PA  
J-R53

§ Colheita: Cliente  
Data / Hora da Colheita: 06/01/2021 14:45  
Data de Recepção de Amostra: 06/01/2021

### RESULTADOS DE ENSAIO

| Parâmetro / Procedimento                                                                                 | Resultado  | Unidades                           | VA      | VR    | Incerteza |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------|---------|-------|-----------|
| <b>Parâmetros Microbiológicos</b>                                                                        |            |                                    |         |       |           |
| § Enterococos<br>ISO 7899-2:2000 (Membrana Filtrante)                                                    | 44         | UFC/100 ml                         |         | 20    | -         |
| § Escherichia coli<br>MI 04-019 ed. 7 (Membrana Filtrante)                                               | 1,0e+3     | UFC/100mL                          |         |       | -         |
| § Coliformes Totais<br>MI 04-019 ed. 7 (Membrana Filtrante)                                              | 9,7e+3     | UFC/100mL                          |         | 50000 | ±33%      |
| § Coliformes Fecais<br>MI 04-019 ed. 7 (Membrana Filtrante)                                              | 1,0e+3     | UFC/100 ml                         |         |       | -         |
| <b>Parâmetros Físico-Químicos</b>                                                                        |            |                                    |         |       |           |
| § pH<br>MI 04-006 ed. 10 (Potenciometria)                                                                | 7,1 (17°C) | Escala<br>Sorensen                 | 6,5-8,5 |       | -         |
| § Azoto amoniacal<br>MI 04-112 ed. 10 (Espectrofotometria de Absorção Molecular)                         | 0,45       | mg/L NH <sub>4</sub>               |         | 0,05  | -         |
| § Nitratos<br>MI 04-076 ed. 6 (Espectrofotometria de Absorção Molecular)                                 | 23         | mg/L NO <sub>3</sub>               | 50      | 25    | ±11%      |
| * § Fosfatos P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>MI 04-057 ed. 9 (Espectrofotometria de Absorção Molecular) | 0,2        | mg/L P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |         | 0,4   | -         |
| § § CBO <sub>5</sub><br>MI 04-143 ed.1 (Eletrodo específico de Oxigénio)                                 | <3 (LQ)    | mg/L O <sub>2</sub>                | 3       |       | ±30%      |
| § § Fósforo Total<br>MI 24-089, ed. 1                                                                    | <0,15 (LQ) | mg P/L                             |         |       | -         |
| § § CQO<br>MI 04-082 ed.6 (Volumetria)                                                                   | 6          | mg/L O <sub>2</sub>                |         |       | -         |

Rua Leira da Relva, 145  
4410-155 Vila Nova de Gaia S. Félix da  
Marinha  
Tel.: 220120813  
Email: ambidata@ambidata.pt



Alameda Jardins da Arrábida, 1188  
4400-478 Vila Nova de Gaia  
Tel.: (22) 772 85 48  
Email: ipq Norte@grupopq.pt  
Página 1 de 2



**RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 2100450 - LPQ Norte**

**DADOS DA AMOSTRA**

Número da Amostra: 2100450  
Tipo Amostra: Água natural doce superficial  
Área: Água natural doce superficial  
Ponto de Amostragem: PA  
J-R53

§Colheita: Cliente  
Data / Hora da Colheita: 06/01/2021 14:45  
Data de Recepção de Amostra: 06/01/2021

**RESULTADOS DE ENSAIO**

**Apreciações**

Todos os parâmetros analisados estão de acordo com o referencial aplicável.

**Notas:**

"Bactérias Coliformes" equivalente a "Coliformes Totais"; Valores Legislados: D.L. 235/98 de 01 de agosto - anexo I.

Patrícia Reimão  
(LPQ Norte - Responsável Técnica)

Os ensaios marcados com (\*) não estão incluídos no âmbito da acreditação do LPQ.  
A amostragem assinalada com (§) não se encontra incluída no âmbito da acreditação.  
Os ensaios marcados com (≠) foram realizados no LPQ Sul.

Nos casos em que é feita a comparação dos resultados obtidos com valores legislados ou valores de referência fornecidos pelo Cliente, a regra de decisão utilizada não considera a incerteza associada aos respetivos resultados. A representatividade das amostras só é garantida pelo LPQ quando a amostragem é da sua responsabilidade. No caso de amostra fornecida pelo cliente, os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. A informação incluída na área e ponto de amostragem refere-se a dados fornecidos pelo Cliente. O valor da incerteza expandida apresentado, para um intervalo de confiança de 95%, com um fator de expansão  $k=2$ , inclui a incerteza do ensaio e da amostragem, sempre que esta é acreditada. No caso dos ensaios subcontratados, o valor da incerteza refere-se apenas à incerteza da amostragem caso esta esteja incluída no âmbito da acreditação. Os resultados constantes neste Relatório de Ensaio, referem-se exclusivamente às amostras ensaiadas. Este Boletim só pode ser reproduzido na totalidade. Quando o resultado corresponde a uma soma de parcelas e estas são todas inferiores ao LQ, o resultado reportado corresponde ao LQ mais elevado. Quando uma ou mais das parcelas é quantificável, o resultado corresponde à soma dessas parcelas.

Legenda: LQ - Limite de Quantificação; UFC - Unidades Formadoras de colónias; ND - Não Detectado; VP - Valor Paramétrico; VA - Valor admissível; VR - Valor Recomendado; VMA - Valor Máximo Admissível; VMR - Valor Máximo Recomendado; VL - Valor Limite; MI - Método Interno; EPA - Environmental Protection Agency; ISO - International Organization for Standardization; EN - European Norm; SM, SMFWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; CSN - Czech State Norm; STN - Slovak Technical Norm; US EPA - United States Environmental Protection Agency; ISO/TR - International Organization for Standardization/Technical Report; BS ISO - British Standard International Organization for Standardization; DIN - Deutsches Institut für Normung; MADEP - Massachusetts Department of Environmental Protection; Recommendation of ILSIS-State Office for Nuclear Safety (ILSIS) - Czech Republic; CEN/TS - European Committee for Standardization/Technical Specification; PT - Procedimento Técnico; P.I.Q. - Procedimento Interno Laboratório de Química; Ph.Er.7.0 - "Purified water" da farmacopeia europeia 7.0; INAG, I.P. - Instituto da Água, Instituto Português; ELISA - Enzyme - Linked Immunosorbent Assay.

Rua Leira da Relva, 145  
4410-155 Vila Nova de Gaia S. Félix da  
Marinha  
Tel.: 220120813  
Email: ambidata@ambidata.pt



Alameda Jardins da Arrábida, 1188  
4400-478 Vila Nova de Gaia  
Tel.: (22) 772 85 48  
Email: ipqorte@grupopq.pt

Página 2 de 2



## RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 2100449 - LPQ Norte

Data de Início da Análise: 06/01/2021  
Data de Fim da Análise: 20/01/2021  
Data Emissão: 22/01/2021  
Versão: 1  
Boletim Definitivo

### DADOS DO CLIENTE

Nome: João Costa  
Morada:  
Cód. Postal: -

### DADOS DA AMOSTRA

Número da Amostra: 2100449  
Tipo Amostra: Água natural doce superficial  
Área: Água natural doce superficial  
Ponto de Amostragem: PA  
J-R54

§ Colheita: Cliente  
Data / Hora da Colheita: 06/01/2021 13:35  
Data de Recepção de Amostra: 06/01/2021

### RESULTADOS DE ENSAIO

| Parâmetro / Procedimento                                                         | Resultado  | Unidades                           | VA      | VR    | Incerteza |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------|---------|-------|-----------|
| <b>Parâmetros Microbiológicos</b>                                                |            |                                    |         |       |           |
| § Enterococos<br>ISO 7899-2:2000 (Membrana Filtrante)                            | 35         | UFC/100 ml                         |         | 20    | -         |
| § Escherichia coli<br>MI 04-019 ed. 7 (Membrana Filtrante)                       | 9,8e+2     | UFC/100mL                          |         |       | -         |
| § Coliformes Totais<br>MI 04-019 ed. 7 (Membrana Filtrante)                      | 9,1e+3     | UFC/100mL                          |         | 50000 | ±33%      |
| § Coliformes Fecais<br>MI 04-019 ed. 7 (Membrana Filtrante)                      | 9,8e+2     | UFC/100 ml                         |         |       | -         |
| <b>Parâmetros Físico-Químicos</b>                                                |            |                                    |         |       |           |
| § pH<br>MI 04-006 ed. 10 (Potenciometria)                                        | 7,1 (17°C) | Escala<br>Sorensen                 | 6,5-8,5 |       | -         |
| § Azoto amoniacal<br>MI 04-112 ed. 10 (Espectrofotometria de Absorção Molecular) | 0,58       | mg/L NH <sub>4</sub>               |         | 0,05  | -         |
| § Nitratos<br>MI 04-076 ed. 6 (Espectrofotometria de Absorção Molecular)         | 23         | mg/L NO <sub>3</sub>               | 50      | 25    | ±11%      |
| * § Fosfatos P2O5<br>MI 04-057 ed. 9 (Espectrofotometria de Absorção Molecular)  | 0,2        | mg/L P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |         | 0,4   | -         |
| § CBO <sub>5</sub><br>MI 04-143 ed.1 (Elétrodo específico de Oxigénio)           | <3 (LQ)    | mg/L O <sub>2</sub>                | 3       |       | ±30%      |
| § Fósforo Total<br>MI 24-089, ed. 1                                              | <0,15 (LQ) | mg P/L                             |         |       | -         |
| § CQO<br>MI 04-082 ed.6 (Volumetria)                                             | 5          | mg/L O <sub>2</sub>                |         |       | -         |

Rua Leira da Relva, 145  
4410-155 Vila Nova de Gaia S. Félix da  
Marinha  
Tel.: 220120813  
Email: ambidata@ambidata.pt



Alameda Jardins da Arrábida, 1188  
4400-478 Vila Nova de Gaia  
Tel.: (22) 772 85 48  
Email: lpqnorte@grupolp.pt  
Página 1 de 2



## RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 2100449 - LPQ Norte

### DADOS DA AMOSTRA

Número da Amostra: 2100449

Tipo Amostra: Água natural doce superficial

Área: Água natural doce superficial

Ponto de Amostragem: PA

J-R54

§Colheita: Cliente

Data / Hora da Colheita: 06/01/2021 13:35

Data de Receção de Amostra: 06/01/2021

### RESULTADOS DE ENSAIO

#### Apreciações

Todos os parâmetros analisados estão de acordo com o referencial aplicável.

#### Notas:

"Bactérias Coliformes" equivalente a "Coliformes Totais"; Valores Legistados: D.L. 236/98 de 01 de agosto - anexo I.

Patrícia Reimão

(LPQ Norte - Responsável Técnica)

Os ensaios marcados com (\*) não estão incluídos no âmbito da acreditação do LPQ.

A amostragem assinalada com (§) não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

Os ensaios marcados com (≠) foram realizados no LPQ Sul.

Nos casos em que é feita a comparação dos resultados obtidos com valores legislados ou valores de referência fornecidos pelo Cliente, a regra de decisão utilizada não considera a incerteza associada aos respetivos resultados. A representatividade das amostras só é garantida pelo LPQ quando a amostragem é da sua responsabilidade. No caso de amostra fornecida pelo cliente, os resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada. A informação incluída na área e ponto de amostragem refere-se a dados fornecidos pelo Cliente. O valor da incerteza expandida apresentada, para um intervalo de confiança de 95%, com um fator de expansão  $k=2$ , inclui a incerteza do ensaio e da amostragem, sempre que esta é acreditada. No caso dos ensaios subcontratados, o valor da incerteza refere-se apenas à incerteza da amostragem caso esta esteja incluída no âmbito da acreditação.

Os resultados constantes neste Relatório de Ensaio, referem-se exclusivamente às amostras ensaiadas. Este Boletim só pode ser reproduzido na totalidade. Quando o resultado corresponde a uma soma de parcelas e estas são todas inferiores ao LQ, o resultado reportado corresponde ao LQ mais elevado. Quando uma ou mais das parcelas é quantificável, o resultado corresponde à soma dessas parcelas.

Legenda: LQ - Limite de Quantificação; UFC - Unidades Formadoras de colónias; ND - Não Detectado; VP - Valor Paramétrico; VA - Valor admissível; VR - Valor Recomendado; VMA - Valor Máximo Admissível; VMR - Valor Máximo Recomendado; VL - Valor Limite; MI - Método Interno; EPA - Environmental Protection Agency; ISO - International Organization for Standardization; EN - European Norm; SM, SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; CSN - Czech State Norm; STN - Slovak Technical Norm; US EPA - United States Environmental Protection Agency; ISO/IR - International Organization for Standardization/Technical Report; BS ISO - British Standard International Organization for Standardization; DIN - Deutsches Institut für Normung; MAEP - Massachusetts Department of Environmental Protection; Recommendation of SJSB - State Office for Nuclear Safety (SJSB) - Czech Republic; CEN/TS - European Committee for Standardization/Technical Specification; PT - Procedimento Técnico; P.I.L.Q. - Procedimento Interno Laboratório de Química; Ph.E.7.0 - "Purified water" da farmacopeia europeia 7.0; INAG, I.P. - Instituto da Água, Instituto Português; ELISA - Enzyme - Linked Immunosorbent Assay.

Rua Leira da Relva, 145  
4410-155 Vila Nova de Gaia - S. Félix da  
Marinha  
Tel.: 220120813  
Email: ambidata@ambidata.pt



Alameda Jardins da Arrábida, 1188  
4400-478 Vila Nova de Gaia  
Tel.: (22) 772 85 48  
Email: ipqnorte@grupolp.pt

Página 2 de 2

## **Anexo VII**

Boletins analíticos das amostras de sedimentos



## Relatório Analítico

SYNLAB Analytics & Services B.V.  
Correspondentieadres  
Steenhouwerstraat 15 - 3194 AG Rotterdam  
Tel.: +34 93 363 6000  
www.synlab.nl

COFAC - Cooperativa de Formação e Animação Cultural, cri / ULHT - Universidade Lusófona de Humanidad  
A. Cruces  
Av. Campo Grande 378  
PT-1749-024 LISBOA

Página 1 de 7

Nome do Projecto : N-JC  
Nº do Projecto : N-JC  
Nº do Relatório SYNLAB : 13383419, versão: 1.

Rotterdam, 08-02-2021

Exmo. Sr(a),

Seguem em anexo os resultados referentes às análises laboratoriais efectuadas para o vosso projecto N-JC. As análises foram realizadas de acordo com o seu pedido. Os resultados comunicados só se aplicam às amostras recebidas pela SYNLAB. A descrição do projeto e amostras, assim como a data de amostragem (se fornecida) foram adotadas do seu pedido. SYNLAB não é responsável pelos dados fornecidos pelo cliente.

Todas as análises foram elaboradas pela SYNLAB Analytics & Services B.V., Steenhouwerstraat 15, Rotterdam, Países Baixos. As análises subcontratadas ou realizadas pelo laboratório de SYNLAB em França (99-101 Avenue Louis Roche, Gennevilliers) são marcadas no relatório.

Este relatório inclui 7 páginas anexadas. No caso de ser uma versão número '2' ou superior, todas as versões anteriores a este relatório são consideradas inválidas. Todos os anexos são parte indissociável deste relatório, apenas a reprodução na sua totalidade é permitida.

Para questões e/ou comentários relacionados com este relatório, por exemplo, quantificação da incerteza dos métodos analíticos, contacte o nosso departamento de Apoio Técnico.

Com os melhores cumprimentos,

Jaap-Willem Hutter  
Technical Director



SYNLAB Analytics & Services B.V. está acreditado sob o nº L229 pela entidade Real voor Accreditatie, de acordo com os critérios para laboratórios de ensaio EN ISO/IEC 17025:2017.

Todos os procedimentos seguem-se de acordo com as Condições Gerais emitidas na Kamer van Koophandel (Câmara de Comércio) em Rotterdam, Holanda/Registo Comercial: KVK Rotterdam 2408285.



COFAC - Cooperativa de Formação e Animação Cultural, crl / ULHT - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias  
Cruces Anabela

## Relatório Analítico

Página 2 de 7

Nome do projecto N-JC Data Pedido 11-01-2021  
Nº Projecto N-JC Data Início 11-01-2021  
Nº Relatório 13363419 - 1 Data relatório 08-02-2021

| Código                                         | Tipo Amostra   | Descrição Amostra    |     |       |     |       |     |
|------------------------------------------------|----------------|----------------------|-----|-------|-----|-------|-----|
| 001                                            | Lama/Sedimento | J-RS1                |     |       |     |       |     |
| 002                                            | Lama/Sedimento | J-RS1 (Fracção <2mm) |     |       |     |       |     |
| 003                                            | Lama/Sedimento | J-RS2                |     |       |     |       |     |
| 004                                            | Lama/Sedimento | J-RS2 (Fracção <2mm) |     |       |     |       |     |
| 005                                            | Lama/Sedimento | J-RS3                |     |       |     |       |     |
| Análise                                        | Unidade        | Q                    | 001 | 002   | 003 | 004   | 005 |
| matéria seca                                   | % peso         | Q                    |     | 76.4  |     | 63.7  |     |
| COT                                            | mg/kgms        | Q                    |     | 2800  |     | 14000 |     |
| <b>TAMANHO PARTÍCULA</b>                       |                |                      |     |       |     |       |     |
| partículas minerais <2um                       | % em MS        | Q                    |     | <1    |     | <1    |     |
| partículas minerais <20um                      | % em MS        | Q                    |     | <1    |     | <1    |     |
| partículas minerais <63um                      | % em MS        | Q                    |     | 1.6   |     | 5.2   |     |
| partículas <2 mm (penetração)                  | %              |                      | 96  |       | 72  |       | 97  |
| partículas minerais <2mm                       | % em MS        | Q                    |     | 98    |     | 86    |     |
| partículas minerais >2 mm                      | % em MS        | Q                    |     | <1    |     | <1    |     |
| <b>MÉTAIS</b>                                  |                |                      |     |       |     |       |     |
| alumínio                                       | mg/kgms        | Q                    |     | 12000 |     | 13000 |     |
| arsénio                                        | mg/kgms        | Q                    |     | 13    |     | 19    |     |
| cádmio                                         | mg/kgms        | Q                    |     | <0.2  |     | <0.2  |     |
| cromo                                          | mg/kgms        | Q                    |     | <10   |     | 11    |     |
| cobre                                          | mg/kgms        | Q                    |     | 8.7   |     | 14    |     |
| mercúrio                                       | mg/kgms        | Q                    |     | <0.05 |     | <0.05 |     |
| chumbo                                         | mg/kgms        | Q                    |     | 12    |     | 14    |     |
| manganésio                                     | mg/kgms        | Q                    |     | 170   |     | 170   |     |
| níquel                                         | mg/kgms        | Q                    |     | 5.5   |     | 7.7   |     |
| ferro                                          | mg/kgms        | Q                    |     | 15000 |     | 16000 |     |
| zinco                                          | mg/kgms        | Q                    |     | 83    |     | 86    |     |
| <b>HIDROCARBONÉTOS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b> |                |                      |     |       |     |       |     |
| fenantreno                                     | mg/kgms        | Q                    |     | <0.02 |     | <0.02 |     |
| antraceno                                      | mg/kgms        | Q                    |     | <0.02 |     | <0.02 |     |
| fluoranteno                                    | mg/kgms        | Q                    |     | <0.02 |     | <0.02 |     |
| pireno                                         | mg/kgms        | Q                    |     | <0.02 |     | <0.02 |     |
| benzo(a)antraceno                              | mg/kgms        | Q                    |     | <0.02 |     | <0.02 |     |
| criseno                                        | mg/kgms        | Q                    |     | <0.02 |     | <0.02 |     |
| benzo(a)pireno                                 | mg/kgms        | Q                    |     | <0.02 |     | <0.02 |     |
| benzo(ghi)perileno                             | mg/kgms        | Q                    |     | <0.02 |     | <0.02 |     |
| indeno(1,2,3-cd)pireno                         | mg/kgms        | Q                    |     | <0.02 |     | <0.02 |     |
| soma PAHs (9 OSPAR)                            | mg/kgms        |                      |     | <0.18 |     | <0.18 |     |
| <b>CLOROBENZENOS</b>                           |                |                      |     |       |     |       |     |
| hexaclorobenzeno                               | ug/kgms        |                      |     | <0.5  |     | <0.5  |     |
| <b>POLICLOROBIFÉNILOS (PCB)</b>                |                |                      |     |       |     |       |     |

Análises referidas com Q são acreditadas pelo RvA

Rubrica



SYNLAB Analytica & Services B.V. está acreditado sob o nº 1228 pela entidade RvA voor Accreditatie, de acordo com os critérios para laboratórios de ensaio EN ISO/IEC 17025:2017.

Todos os procedimentos analíticos são realizados de acordo com as Condições Gerais mantidas no Kamer van Koophandel (Câmara do Comércio) em Roterdão, Holanda/Reino dos Países Baixos. RvA Roterdão 2400200.



COFAC - Cooperativa de Formação e Animação Cultural, cri / ULHT - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias  
Cruces Anabela

# Relatório Analítico

Página 3 de 7

Nome do projecto N-JC Data Pedido 11-01-2021  
Nº Projecto N-JC Data Inicio 11-01-2021  
Nº Relatório 13383419 - 1 Data relatório 08-02-2021

| Código | Tipo Amostra   | Descrição Amostra    |  |  |  |  |  |
|--------|----------------|----------------------|--|--|--|--|--|
| 001    | Lama/Sedimento | J-RS1                |  |  |  |  |  |
| 002    | Lama/Sedimento | J-RS1 (Fracção <2mm) |  |  |  |  |  |
| 003    | Lama/Sedimento | J-RS2                |  |  |  |  |  |
| 004    | Lama/Sedimento | J-RS2 (Fracção <2mm) |  |  |  |  |  |
| 005    | Lama/Sedimento | J-RS3                |  |  |  |  |  |

| Análise                    | Unidade | Q | 001 | 002  | 003 | 004  | 005 |
|----------------------------|---------|---|-----|------|-----|------|-----|
| PCB 28                     | µg/kgms | Q |     | <1   |     | <1   |     |
| PCB 52                     | µg/kgms | Q |     | <1   |     | <1   |     |
| PCB 101                    | µg/kgms | Q |     | <1   |     | <1   |     |
| PCB 118                    | µg/kgms | Q |     | <1   |     | <1   |     |
| PCB 138                    | µg/kgms | Q |     | <1   |     | <1   |     |
| PCB 153                    | µg/kgms | Q |     | <1   |     | <1   |     |
| PCB 180                    | µg/kgms | Q |     | <1   |     | <1   |     |
| PCB Totais (7)             | µg/kgms |   |     | 4.9  |     | 4.9  |     |
| ANÁLISES QUÍMICAS DIVERSAS |         |   |     |      |     |      |     |
| peso específico            | g/l     |   |     | 2314 |     | 2217 |     |

Análises referidas com Q são acreditadas pelo RvA

Rubrica



SYNLAB Analytica & Services B.V. está acreditado sob o nº. 1029 pelo entidade RvA (Real) Accredited, de acordo com os critérios para laboratórios de ensaio EN ISO/IEC 17025:2017.

Todos os procedimentos seguem as metodologias de acordo com as Certificações de análise realizadas na Kamer van Registratie (Câmara de Comércio) em Roterdão, Holanda (Países Baixos) sob o nº. 1029.



COFAC - Cooperativa de Formação e Animação Cultural, cri / ULHT - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias  
Cruces Anabela

## Relatório Analítico

Nome do projecto N-JC Data Pedido 11-01-2021  
Nº Projecto N-JC Data Início 11-01-2021  
Nº Relatório 13383419 - 1 Data relatório 08-02-2021

| Código | Tipo Amostra   | Descrição Amostra    |
|--------|----------------|----------------------|
| 006    | Lama/Sedimento | J-RS3 (Fracção <2mm) |
| 007    | Lama/Sedimento | J-RS4                |
| 008    | Lama/Sedimento | J-RS4 (Fracção <2mm) |

| Análise                                        | Unidade | Q | 006   | 007 | 008   |
|------------------------------------------------|---------|---|-------|-----|-------|
| matéria seca                                   | % peso  | Q | 74.5  |     | 64.5  |
| COT                                            | mg/kgms | Q | 4900  |     | 12000 |
| <b>TAMANHO PARTÍCULA</b>                       |         |   |       |     |       |
| partículas minerais <2um                       | % em MS | Q | <1    |     | 2.4   |
| partículas minerais <20um                      | % em MS |   | <1    |     | 13    |
| partículas minerais <63um                      | % em MS | Q | 3.0   |     | 21    |
| partículas <2 mm (penetração)                  | %       |   |       | 84  |       |
| partículas minerais <2mm                       | % em MS | Q | 97    |     | 92    |
| partículas minerais >2 mm                      | % em MS | Q | <1    |     | <1    |
| <b>MÉTAIS</b>                                  |         |   |       |     |       |
| alumínio                                       | mg/kgms | Q | 11000 |     | 21000 |
| arsénio                                        | mg/kgms | Q | 19    |     | 35    |
| cádmio                                         | mg/kgms | Q | <0.2  |     | 0.22  |
| crómio                                         | mg/kgms | Q | 10    |     | 20    |
| cobre                                          | mg/kgms | Q | 10    |     | 21    |
| mercúrio                                       | mg/kgms | Q | <0.05 |     | 0.09  |
| chumbo                                         | mg/kgms | Q | 14    |     | 25    |
| manganésio                                     | mg/kgms | Q | 170   |     | 320   |
| níquel                                         | mg/kgms | Q | 6.8   |     | 17    |
| ferro                                          | mg/kgms | Q | 16000 |     | 29000 |
| zinco                                          | mg/kgms | Q | 81    |     | 110   |
| <b>HIDROCARBONÉTOS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS</b> |         |   |       |     |       |
| fenantreno                                     | mg/kgms | Q | <0.02 |     | <0.02 |
| antraceno                                      | mg/kgms | Q | <0.02 |     | <0.02 |
| fluoranteno                                    | mg/kgms | Q | <0.02 |     | <0.02 |
| pireno                                         | mg/kgms | Q | <0.02 |     | <0.02 |
| benzo(a)antraceno                              | mg/kgms | Q | <0.02 |     | <0.02 |
| criseno                                        | mg/kgms | Q | <0.02 |     | <0.02 |
| benzo(a)pireno                                 | mg/kgms | Q | <0.02 |     | <0.02 |
| benzo(ghi)perileno                             | mg/kgms | Q | <0.02 |     | <0.02 |
| indeno(1,2,3-cd)pireno                         | mg/kgms | Q | <0.02 |     | <0.02 |
| soma PAHs (9 OSPAR)                            | mg/kgms |   | <0.18 |     | <0.18 |
| <b>CLOROBENZENOS</b>                           |         |   |       |     |       |
| hexaclorobenzeno                               | µg/kgms |   | <0.5  |     | <0.5  |
| <b>POLICLOROBIFENILOS (PCB)</b>                |         |   |       |     |       |
| PCB 28                                         | µg/kgms | Q | <1    |     | <1    |
| PCB 52                                         | µg/kgms | Q | <1    |     | <1    |

Análises referidas com Q são acreditadas pelo RvA

Rubrica



SYNLAB Analytica & Services B.V. está acreditado sob o nº L028 pelo entidade RvA voor Accreditatie, de acordo com os critérios para laboratórios de ensaio EN ISO/IEC 17025:2017.

Todos os procedimentos seguidos são realizados de acordo com as Condições Gerais incluídas no Komen van Koningheid (Carteira de Credenciais) em Roterdão, Holanda (Registo Comercial: KVK Roterdão 2405205).



COFAC - Cooperativa de Formação e Animação Cultural, cri / ULHT - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias  
Cruces Anabela

# Relatório Analítico

Página 5 de 7

Nome do projecto N-JC Data Pedido 11-01-2021  
Nº Projecto N-JC Data Inicio 11-01-2021  
Nº Relatório 13383419 - 1 Data relatório 08-02-2021

| Código | Tipo Amostra   | Descrição Amostra    |
|--------|----------------|----------------------|
| 006    | Lama/Sedimento | J-RS3 (Fracção <2mm) |
| 007    | Lama/Sedimento | J-RS4                |
| 008    | Lama/Sedimento | J-RS4 (Fracção <2mm) |

| Análise                    | Unidade | Q | 006  | 007 | 008  |
|----------------------------|---------|---|------|-----|------|
| PCB 101                    | µg/kgms | Q | <1   |     | <1   |
| PCB 118                    | µg/kgms | Q | <1   |     | <1   |
| PCB 138                    | µg/kgms | Q | <1   |     | <1   |
| PCB 153                    | µg/kgms | Q | <1   |     | <1   |
| PCB 180                    | µg/kgms | Q | <1   |     | <1   |
| PCB Totais (7)             | µg/kgms |   | 4.9  |     | 4.9  |
| ANÁLISES QUÍMICAS DIVERSAS |         |   |      |     |      |
| peso específico            | g/l     |   | 2312 |     | 2272 |

Análises referidas com Q são acreditadas pelo RvA

Rubrica



SYNLAB Analytica S. Serviços S.V. está acreditado sob o nº 1.028 pelo entidade RvA - RvA Accredited, de acordo com os critérios para laboratórios de ensaio EN ISO/IEC 17025:2017.

Todos os procedimentos seguem as normas de acordo com as Normas Gerais emitidas no Reino dos Países Baixos (Câmara de Comércio) em Roterdão, Holanda (Registo Comercial: KVK Roterdão 2408295).



COFAC - Cooperativa de Formação e Animação Cultural, cri / ULHT - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias  
Cruces Anabela

## Relatório Analítico

Página 6 de 7

|                  |              |                |            |
|------------------|--------------|----------------|------------|
| Nome do projecto | N-JC         | Data Pedido    | 11-01-2021 |
| Nº Projecto      | N-JC         | Data Início    | 11-01-2021 |
| Nº Relatório     | 13383419 - 1 | Data relatório | 08-02-2021 |

| Análises                      | Tipo Amostra   | Método                                                                                                                                                      |
|-------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| partículas <2 mm (penetração) | Lama/Sedimento | Método próprio (mediante penetração)                                                                                                                        |
| matéria seca                  | Lama/Sedimento | Sedimento: Método próprio (análise equivalente a ISO 11465 e equivalente a NEN-EN 15934). Sedimento (AS3000): conforme a AS3210-1 e conforme a NEN-EN 15394 |
| COT                           | Lama/Sedimento | Conforme a NEN-EN 13137:2001                                                                                                                                |
| partículas minerais <2um      | Lama/Sedimento | Método próprio, análise gravimétrica (método de pipetagem)                                                                                                  |
| partículas minerais <20um     | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| partículas minerais <63um     | Lama/Sedimento | Método próprio (mediante penetração)                                                                                                                        |
| partículas minerais <2mm      | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| partículas minerais >2 mm     | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| aluminio                      | Lama/Sedimento | conforme a NEN 6950 (digestão conforme a NEN 6961, medida conforme a NEN-EN-ISO 17294-2)                                                                    |
| arsénio                       | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| cádmio                        | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| cromo                         | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| cobre                         | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| mercúrio                      | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| chumbo                        | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| manganésio                    | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| níquel                        | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| ferro                         | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| zinco                         | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| fenantreno                    | Lama/Sedimento | Método próprio, extração com acetona/hexano, análise com GC-MS                                                                                              |
| antraceno                     | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| fluoranteno                   | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| pireno                        | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| benzo(a)antraceno             | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| criseno                       | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| benzo(a)pireno                | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| benzo(ghi)perileno            | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| indeno(1,2,3-cd)pireno        | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| hexaclorobenzeno              | Lama/Sedimento | Método próprio, GC-MS                                                                                                                                       |
| PCB 28                        | Lama/Sedimento | Método próprio, extração com acetona/hexano, análise com GC-MS                                                                                              |
| PCB 52                        | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| PCB 101                       | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| PCB 118                       | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| PCB 138                       | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| PCB 153                       | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| PCB 180                       | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| PCB Totais (7)                | Lama/Sedimento | Idem                                                                                                                                                        |
| peso específico               | Lama/Sedimento | Método próprio                                                                                                                                              |

| Amostra | Código Barras | Data de recepção | Data Amostragem | Recipiente                            |
|---------|---------------|------------------|-----------------|---------------------------------------|
| 001     | V2168238      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 001     | V2168242      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 001     | V2168247      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |

Rubrica



SYNLAB Analytica & Services B.V. está acreditada sob o nº 1239 pelo entidade Road voor Accreditatie, de acordo com os critérios para laboratórios de ensaio EN ISO/IEC 17025:2017.

Todos os procedimentos seguem as metodologias de acordo com as Condições Gerais emitidas na Kamer van Koophandel (Câmara de Comércio) em Rotterdam, Holanda (Registo Comercial: KVK Rotterdam 2408288).



COFAC - Cooperativa de Formação e Animação Cultural, cri / ULHT - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias  
Cruces Anabela

# Relatório Analítico

Página 7 de 7

|                  |              |                |            |
|------------------|--------------|----------------|------------|
| Nome do projecto | N-JC         | Data Pedido    | 11-01-2021 |
| Nº Projecto      | N-JC         | Data Inicio    | 11-01-2021 |
| Nº Relatório     | 13383419 - 1 | Data relatório | 08-02-2021 |

| Amostra | Código Barras | Data de recepção | Data Amostragem | Recipiente                            |
|---------|---------------|------------------|-----------------|---------------------------------------|
| 002     | V2168238      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 002     | V2168242      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 002     | V2168247      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 003     | V2168232      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 003     | V2168239      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 003     | V2168231      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 004     | V2168231      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 004     | V2168239      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 004     | V2168232      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 005     | V2168248      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 005     | V2168240      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 005     | V2168245      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 006     | V2168248      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 006     | V2168245      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 006     | V2168240      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 007     | V2168254      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 007     | V2168249      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 007     | V2168255      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 008     | V2168254      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 008     | V2168249      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |
| 008     | V2168255      | 06-01-2021       | 06-01-2021      | ALC201 Data de amostragem (calculada) |



SYNLAB Analytica & Services B.V. está acreditada sob o nº 1329 pela entidade RASD (not Accredited), de acordo com os critérios para laboratórios de ensaio EN ISO/IEC 17025:2017.

Todos os procedimentos seguem os requisitos de acordo com as Condições Gerais incluídas no Regulamento (Regulamento) em Roterdã, Holanda (Região Comercial: ROK Roterdã 2002020).

Rubrica

## **Anexo VIII**

Ficha de avaliação da qualidade das ações de sensibilização ambiental

## Avaliação da qualidade da ação de sensibilização ambiental

Atividade: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Local: \_\_\_\_\_

| Questão                                                                                 | Nível de Satisfação |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---|---|---|---|
| 1 - Considera que a atividade foi importante?                                           | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 - Aprendeu algo de novo ao participar?                                                | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3 - Os conteúdos apresentados eram ajustados?                                           | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4 - A motivação do formador era a ajustada?                                             | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5 - O conhecimento do formador pelos conteúdos apresentados era ajustado?               | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 - O tempo da atividade foi suficiente?                                                | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7 - O formador conseguiu agarrar o grupo para a participação ativa dos elementos?       | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8 - O local foi o mais adequado para o tipo de sessão?                                  | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9 - Voltaria a participar em ações do mesmo género?                                     | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10 - Voltaria a participar em ações realizadas pelo mesmo formador?                     | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11 - Recomendaria a algum amigo ou familiar a participar numa próxima sessão?           | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 12 - Qual o seu nível de satisfação em geral pela atividade e pelo empenho do formador? | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5 |