

COMUNIDADE INTERMUNICIPAL DO ALTO ALENTEJO

**AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO
INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS E ENERGÉTICOS
DO APROVEITAMENTO HIDRÁULICO
DE FINS MÚLTIPLOS DO CRATO**

**COMPONENTE D - ESTUDOS AMBIENTAIS
INFRAESTRUTURAS PRIMÁRIAS**



**RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL
DO PROJETO DE EXECUÇÃO**

VOLUME 4 – ANEXOS

DT 04 – E. 16 PROPOSTA DE REGIME DE CAUDAIS ECOLÓGICOS

**AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DOS
RECURSOS HÍDRICOS E ENERGÉTICOS DO APROVEITAMENTO HIDRÁULICO DE
FINS MÚLTIPLOS DO CRATO**

**COMPONENTE D – ESTUDOS AMBIENTAIS
INFRAESTRUTURAS PRIMÁRIAS**

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO

ÍNDICE DE VOLUMES

VOLUME 1 - RESUMO NÃO TÉCNICO

VOLUME 2 - RELATÓRIO BASE

VOLUME 3 - PEÇAS DESENHADAS

VOLUME 4 - ANEXOS

APÊNDICES (Ap)

Ap 01 – TUA-DIA

Ap 02 – ENTIDADES CONTACTADAS

Ap 03 - DECRETO-LEI N.º 62/2022, DE 26 DE SETEMBRO

Ap 04 – DECLARAÇÃO DA AdVT

DOCUMENTOS TÉCNICOS (DT)

DT 01 – E.5. REVISÃO DAS NECESSIDADES HÍDRICAS ÚTEIS NO PÉ DA PLANTA

DT 02 – E.10. REVISÃO DAS PRESSÕES POR MASSA DE ÁGUA

DT 03 – E.15. DISPOSITIVO DE TRANSPOSIÇÃO PARA A FAUNA PISCÍCOLA

DT 04 – E. 16. PROPOSTA DE REGIME DE CAUDAIS ECOLÓGICOS

DT 05 – E. 18. MEDIDAS DE REPOSIÇÃO DA CONTINUIDADE FLUVIAL

DT 06 – E.19. PLANO DE CONSERVAÇÃO E REABILITAÇÃO DAS GALERIAS
RIBEIRINHAS

DT 07 – E.20. INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA DO PROJETO DE EXECUÇÃO, EM
FORMATO SHAPEFILE

- DT 08 – E.25. LEVANTAMENTO E O DIAGNÓSTICO DAS PROPRIEDADES
- DT 09 – E.26. PROJETO DE LOCALIZAÇÃO DA NOVA ALDEIA
- DT 10 – E.27. SISTEMA DE INDEMNIZAÇÕES DAS ÁREAS A EXPROPRIAR
- DT 11 – E.29. PLANO DE COMPENSAÇÃO DAS QUERCÍNEAS
- DT 12 – E.30. PROGRAMA DE DESARBORIZAÇÃO E DESMATAÇÃO DA ALBUFEIRA DO PISÃO
- DT 13 – E.31. PLANO DE GESTÃO AMBIENTAL
- DT 14 – E.34. PROJETO DE INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA DA BARRAGEM E ALBUFEIRA DO PISÃO
- DT 15 – E.36. PLANO DE CONTROLO E GESTÃO DAS ESPÉCIES VEGETAIS EXÓTICAS INVASORAS
- DT 16 – E.38., E.41., E.42. MITIGAÇÃO, CONSERVAÇÃO E VALORIZAÇÃO PATRIMONIAL
- DT 17 – E.39. LEVANTAMENTO E BREVE ESTUDO HISTÓRICO-ANTROPOLÓGICO DA ALDEIA DO PISÃO
- DT 18 – E.49. PLANO DE CONTROLO DE VETORES
- DT 19 - E.53. PROGRAMAS DE MONITORIZAÇÃO

NOTA INTRODUTÓRIA

O presente documento – **DT 04 – E.16 – Proposta de Regime de Caudais Ecológicos** - corresponde ao solicitado no **Elemento 16** dos Elementos a apresentar em sede de Projeto de Execução e de RECAPE da DIA (Declaração de impacte ambiental) do AHFM do Crato.

“ELEMENTO 16 - ” *Revisão da proposta de Regime de Caudais Ecológicos (RCE) para a barragem do Pisão de acordo com o Guia do Regime dos Caudais Ecológicos de Infraestruturas Hidráulicas e respetivos anexos (Anexo I e Anexo II), disponíveis, no site da APA.”*

DT 04 – E.16. Proposta de Regime de Caudais Ecológicos

ÍNDICES

TEXTO	Pág.
1 INTRODUÇÃO	1
2 ENQUADRAMENTO LEGAL.....	3
3 ANTECEDENTES	5
4 METODOLOGIA A APLICAR PARA REVISÃO DO RCE.....	6
4.1 MÉTODO DO IFIM	6
4.2 REGIME DE CAUDAL ECOLÓGICO PROPOSTO.....	7
5 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PARA REVISÃO DO RCE.....	8
5.1 CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS	8
5.2 TRABALHOS REALIZADOS	8
5.2.1 Caracterização geral da massa de água	8
5.2.2 Reconhecimento hidromorfológico da ribeira de Seda	10
5.2.3 Seleção do trecho representativo da ribeira de Seda	21
5.2.4 Medição de caudal	25
5.2.5 Amostragem para determinação dos critérios de preferência de habitat.....	29
5.2.6 Programa de monitorização	35
5.3 TRABALHOS FUTUROS	35
5.3.1 Planeamento das atividades	35
5.3.2 Trabalhos de Topografia	36
5.3.3 Medição de caudal	36
5.3.4 Amostragem para determinação dos critérios de preferência de habitat.....	37
5.3.5 Modelação hidrodinâmica do escoamento.....	37
5.3.6 Definição de curvas de preferência de habitat.....	37
5.3.7 Modelação de habitat preferencial	38
5.3.8 Proposta para o regime de caudal ecológico	39
6 BIBLIOGRAFIA.....	40
QUADROS	Pág.
Quadro 5.1 – Classificação de mesohabitats.	18
Quadro 5.2 – Planeamento das atividades futuras.....	36

FIGURAS	Pág.
Figura 5.1 – Enquadramento da barragem do Pisão no massa da água da ribeira de Seda em estudo (adaptado do SNIAmb da APA).	9
Figura 5.2 – Locais visitados ao longo da ribeira de Seda.	11
Figura 5.3 – Usos do solo na margem da Ribeira de Seda.	17
Figura 5.4 – Trecho representativo da variabilidade de mesohabitats da ribeira de Seda.	22
Figura 5.5 – Localização dos mesohabits de rápidos no trecho selecionado.	23
Figura 5.6 – Exemplo de secção transversal da linha de água.	25
Figura 5.7 – Ficha de campo para medição de caudal.	26
Figura 5.8 – Localização das secções de medição de caudal da primeira campanha.	27
Figura 5.9 – Localização do trecho utilizado para a definição das curvas de preferência de habitat.	30

FOTOS	Pág.
Foto 5.1– Local (1) próximo da localidade de Seda.	12
Foto 5.2 – Local (2) Ponte Romana de Vila Formosa.	12
Foto 5.3 – Local (3) Poldras a montante da confluência com a ribeira de Alfeijós.	12
Foto 5.4 – Local (4) trecho da ribeira de Seda a jusante da confluência com ribeira do Cornado.	12
Foto 5.5 – Local (5) trecho da ribeira de Seda a jusante da confluência com ribeira do Cornado.	12
Foto 5.6 – Local (6) trecho da ribeira de Seda a jusante da confluência com ribeira do Cornado.	12
Foto 5.7 – Local (7) trecho da ribeira de Seda a jusante da confluência com ribeira do Cornado.	13
Foto 5.8 – Local (8) jusante da ponte da EM 524.	13
Foto 5.9 – Local (9) vista da ponte da EM524.	13
Foto 5.10 – Local (10) montante da ponte da EM 524.	13
Foto 5.11 – Local (11) trecho da ribeira de Seda a montante da ribeira do Cornado.	13
Foto 5.12 – Local (12) trecho da ribeira de Seda a montante da ribeira do Cornado.	13
Foto 5.13 – Local (13) trecho da ribeira de Seda a montante da ribeira do Cornado.	14
Foto 5.14 – Local (14) trecho da ribeira de Seda a montante da ribeira do Cornado.	14
Foto 5.15 – Local (15) trecho da ribeira de Seda a montante da ribeira do Cornado.	14
Foto 5.16 – Local (16) próxima da Herdade do Gamito.	14
Foto 5.17 – Local (17) próxima da Herdade do Gamito.	14
Foto 5.18 – Local (18) vista da ponte do IC13.	14
Foto 5.19 – Local (19) estação hidrométrica na zona de implantação da futura barragem do Pisão.	15
Foto 5.20 – Local (20) vista da ponte junto à aldeia do Pisão (albufeira da futura barragem).	15
Foto 5.21 – Local (21) passagem a vau da aldeia do Pisão (albufeira da futura barragem).	15

Foto 5.22 – Mesohabitats de fundão (Local 5).	20
Foto 5.23 – Mesohabitats de fundão (Local 8).	20
Foto 5.24 – Mesohabitats de fundão (Local 9).	20
Foto 5.25 – Mesohabitats de fundão (Local 15).	20
Foto 5.26 – Mesohabitats de fundão (Local 17).	20
Foto 5.27 – Mesohabitats de fundo plano (Local 19).	20
Foto 5.28 – Mesohabitats de rápido (Local 11).	21
Foto 5.29 – Mesohabitats de rápido (Local 20).	21
Foto 5.30 – Mesohabitats de fundo plano (Local 16).	21
Foto 5.31 – Mesohabitats de fundo plano (Local 21).	21
Foto 5.32 – Vista do rápido 1.....	24
Foto 5.33 – Vista para jusante do rápido 1.....	24
Foto 5.34 – Sequência de mesohabitats na zona do rápido 1.	24
Foto 5.35 – Vista do rápido 2.....	24
Foto 5.36 – Vista para jusante do rápido 2.....	24
Foto 5.37 – Sequência de mesohabitats na zona do rápido 2.	24
Foto 5.38 – Vista do rápido 1 (6 de dezembro de 2022).	28
Foto 5.39 – Vista do rápido 2 (6 de dezembro de 2022).	28
Foto 5.40 – Tentativa de medição efetuada na seção de montante do rápido 1.....	28
Foto 5.41 – Medição efetuada na seção a cerca de 550 m a montante do rápido 1.....	28
Foto 5.42 – Vista do rápido 1 (18 de janeiro de 2023).	28
Foto 5.43 – Diversidade habitacional do setor de amostragem (novembro 2022).	31
Foto 5.44 – Fotografias relevantes das espécies.	32
Foto 5.45 – Operação de captura dos exemplares para análise habitacional.....	33
Foto 5.46 – Medição de variáveis habitacionais para determinar habitat utilizado.	34
Foto 5.47 – Medição de variáveis habitacionais para determinar habitat disponível.	34
Foto 5.48 – Condições hidrológicas do sector de amostragem (janeiro de 2023).	35

1 INTRODUÇÃO

No âmbito do Procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) do Aproveitamento Hidráulico de Fins Múltiplos do Crato (AHFM do Crato), foi emitida Declaração de Impacte Ambiental (DIA) favorável à execução da Alternativa 2 do projeto do AHFM do Crato, condicionada ao cumprimento dos termos e condições da referida DIA.

A elaboração e apresentação da revisão da proposta de Regime de Caudais Ecológicos em fase de Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (RECAPE) está identificada no **ponto 16 dos Elementos a apresentar em sede de Projeto de Execução e de RECAPE** da supracitada DIA, cuja redação se transcreve a seguir:

“16 - Revisão da proposta de Regime de Caudais Ecológicos (RCE) para a barragem do Pisão de acordo com o Guia do Regime dos Caudais Ecológicos de Infraestruturas Hidráulicas e respetivos anexos (Anexo I e Anexo II), disponíveis, no site da APA.”

O Estudo de Impacte Ambiental (EIA) do AHFM do Crato incidiu sobre a totalidade das infraestruturas do AHFM do Crato, contudo, no desenvolvimento a Projeto de Execução as infraestruturas do AHFM do Crato foram divididas em três componentes, sendo cada uma destas alvo de um RECAPE, são elas:

- – Infraestruturas Primárias;
- – Central Solar Fotovoltaica; e
- – Infraestruturas Secundárias.

A definição e implementação de Regime de Caudais Ecológicos (RCE) corresponde a uma das principais ações de mitigação do impacte da presença e exploração de um aproveitamento hidráulico, tendo sido em fase de Estudo de Impacte Ambiental (EIA) do AHFM do Crato, estabelecido como uma das medidas de minimização prioritárias para alcançar os objetivos de qualidade ambiental no troço da ribeira da Seda a jusante da futura barragem do Pisão.

O presente documento será, assim, a resposta ao solicitado no Elemento 16 da DIA que remete para o RECAPE, à Revisão da proposta de RCE, tendo por base de acordo com o exposto no *Guia Metodológico para a Definição de Regimes de Caudais Ecológicos em Aproveitamentos Hidráulicos de Portugal Continental*.

No presente capítulo é efetuada a identificação do projeto e o enquadramento geral do estudo, sendo identificados os objetivos e âmbito do volume, enquanto os restantes capítulos integram os conteúdos abaixo descritos:

No **Capítulo 2 – Enquadramento legal**, explicita-se a legislação aplicável à definição do RCE.

No **Capítulo 3 – Antecedentes**, identificam-se os trabalhos realizados nas fases precedentes do projeto da barragem do Pisão no que respeita à determinação do RCE a implementar.

No **Capítulo 4 – Metodologia a aplicar para a revisão do RCE**, descreve-se a metodologia a aplicar segundo o *Guia Metodológico para a Definição de Regimes de Caudais Ecológicos em Aproveitamentos Hidráulicos de Portugal Continental*.

E, no **Capítulo 5 – Aplicação da metodologia para revisão do RCE**, são apresentados os trabalhos realizados no âmbito da metodologia *Instream Flow Incremental Methodology* (IFIM) e os respetivos resultados, descreve-se as restantes fases do trabalho com o objetivo de concluir a metodologia IFIM e a conseqüentemente a definição de uma proposta de RCE para a barragem do Pisão. É também apresentada a programação temporal das atividades futuras para conclusão dos trabalhos.

O Capítulo final, não numerado, elenca a **Bibliografia** consultada no decurso da elaboração do presente documento.

2 ENQUADRAMENTO LEGAL

Os regimes de caudais ecológicos (RCE) pretendem mitigar os impactos das infraestruturas hidráulicas nos cursos de água, podendo ser definidos como regimes de caudais a manter no curso de água, variáveis ao longo do ano, por forma a assegurar a conservação e a manutenção dos ecossistemas aquáticos, a produção de espécies com interesse desportivo ou comercial, assim como a conservação e manutenção dos ecossistemas ripícolas e outros valores que lhes estão associados (APA e AQUALOGUS 2018). O enquadramento dos RCE tem sofrido alterações na legislação portuguesa, de uma situação em que a sua implementação era referida de forma implícita, para a sua consagração explícita nos documentos legislativos mais recentes.

No regime sobre as utilizações dos recursos hídricos e respetivos títulos em vigor, nos termos do Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de maio – na sua redação atual –, e da Portaria 1450/2007, de 12 de novembro, está consagrada a obrigatoriedade de assegurar RCE no âmbito dos processos de licenciamento dos aproveitamentos hidroelétricos, estando ainda definido que os títulos de utilização que incluam a implantação de infraestruturas hidráulicas devem contemplar a definição de um RCE e a necessidade de instalação de um dispositivo próprio para a sua libertação.

A Lei da Pesca em Águas Interiores (Lei n.º 7/2008, de 15 de fevereiro, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 221/2015, de 8 de outubro e revisto pelo Decreto-Lei n.º 112/2017, de 6 de setembro) reforçou a obrigatoriedade de estabelecer um RCE em todos os Aproveitamentos Hidráulicos independentemente do fim a que se destinam, com o intuito de adequar o regime de caudais à manutenção do ciclo de vida das espécies aquícolas e da integridade do ecossistema aquático. A referida legislação refere ainda que a avaliação do caudal ecológico deve ser assegurada pelos proprietários ou utilizadores, permitindo a adaptação do caudal ecológico de modo a assegurar a sua eficácia.

Os Planos de Gestão de Região Hidrográfica em vigor (Resolução do Conselho de Ministros n.º 52/2016, de 20 de setembro, retificada e republicada pela Declaração de Retificação n.º 22-B/2016, de 18 de novembro) identificam a necessidade de definição de caudais ecológicos em diferentes cursos de água das bacias de cada Região Hidrográfica. Uma análise pormenorizada da legislação nacional e comunitária sobre os RCE pode ser consultada em Pinheiro (2019), sendo uma síntese apresentada seguidamente.

Associado à terceira geração dos foi publicado pela APA o “*Guia Metodológico para a Definição de Regimes de Caudais Ecológicos em Aproveitamentos Hidráulicos de Portugal Continental*” (APA e AQUALOGUS, 2018)¹, que genericamente integrou em documentação técnica nacional as recomendações contidas no Documento-Guia n.º 31 da Comissão

¹ Disponível em <https://apambiente.pt/agua/planos-de-gestao-de-regiao-hidrografica-1> e consultado em janeiro de 2023.

Europeia “*Ecological Flows in the Implementation of the Water Framework Directive*” (EC, 2015). O presente documento estabelece a estratégia a adotar para a determinação e implementação de RCE em diferentes cenários e deve ser utilizado pelos envolvidos na definição, aprovação e implementação dos referidos RCE.

O *Guia do Regime dos Caudais Ecológicos* define uma abordagem hierárquica para determinação de RCE que pode apresentar até três etapas sequenciais: aplicação do método hidrológico desenvolvido no âmbito do Plano Nacional da Água, PNA 2002 (primeiro nível), aplicação do método do Perímetro Molhado e/ou da metodologia IFIM (segundo nível) e a aplicação de um método holístico (terceiro nível).

3 ANTECEDENTES

Em fase de Estudo Prévio da barragem do Pisão, o RCE foi determinado com recurso ao método do PNA (2002) e ao método do Perímetro Molhado. A determinação do RCE através destes métodos corresponde ao cumprimento da aplicação de primeiro e segundo nível hierárquico do *Guia do Regime dos Caudais Ecológicos* (https://apambiente.pt/sites/default/files/SNIAMB_Agua/DRH/Licenciamento/RegimeCaudaisEcológicos/01_GuiaRCE.pdf).

A DIA remete para a Revisão da proposta de Regime de Caudais Ecológicos (RCE) para a barragem do Pisão de acordo com o estabelecido no Guia do Regime dos Caudais Ecológicos (Elemento 16 a apresentar no RECAPE). Para tal, este propõe uma terceira metodologia de definição do RCE que se enquadra também no segundo nível hierárquico, correspondendo à metodologia incremental IFIM (Instream Flow Incremental Methodology).

Desta forma, o presente documento enquadra-se na definição do RCE, particularmente na aplicação da metodologia IFIM e conseqüentemente na definição de uma proposta de RCE que ponderará os resultados dos métodos avaliados (PNA 2022, Perímetro Molhado e IFIM).

4 METODOLOGIA A APLICAR PARA REVISÃO DO RCE

4.1 MÉTODO DO IFIM

O trabalho desenvolvido aplica a metodologia IFIM, uma das metodologias de segundo nível do *Guia do Regime dos Caudais Ecológicos*, à barragem do Pisão. A *Instream Flow Incremental Methodology* (IFIM) (Bovee *et al.*, 1982), desenvolvida pelo Cooperative Instream Flow Service Group do United States Fish and Wildlife Service, constitui uma das metodologias ecohidráulicas mais utilizadas a nível mundial para a determinação de RCE. Pode ser considerada como um sistema de apoio à decisão, incorporando conhecimentos interdisciplinares (*e.g.*, biologia, ecologia, hidráulica) com o intuito de avaliar os benefícios e as consequências de diferentes regimes de caudais.

A metodologia IFIM tem como pressuposto o princípio de que a distribuição dos elementos biológicos de um determinado sistema fluvial – geralmente os peixes – é determinada, entre outros fatores, pelas características hidráulicas, estruturais e morfológicas dos cursos de água. Cada organismo tende a selecionar no curso de água as condições que lhe são mais adequadas, correspondendo a cada variável habitacional um grau de preferência que é proporcional à aptidão do valor da variável para a espécie.

No essencial, a determinação do RCE através da metodologia IFIM recorre a critérios de aptidão/preferência² de habitat, de uma ou mais espécies, para simular a variação do habitat disponível em função dos vários regimes de caudal (Gan e McMahon, 1990). Estes critérios são determinados para uma fase do ciclo de vida (*e.g.*, juvenil ou adulto) e/ou para um processo biológico em particular (*e.g.*, reprodução, alimentação, refúgio), por forma a simular a variação do habitat disponível em função de vários regimes de caudal.

Para o efeito é necessário a realização de trabalho de campo específico, quer do ponto de vista ecológico quer ao nível do levantamento habitacional no trecho de rio em estudo (ver **subcapítulo 5.2.5**).

Para além da modelação de habitat, a metodologia IFIM implica a modelação hidráulica que permite a caracterização das condições hidromorfológicas nos trechos selecionados em termos das variáveis de profundidade e velocidade em função de diferentes caudais libertados.

Pela combinação do modelo hidráulico e das informações relativas às espécies-alvo são geradas as curvas das Superfície Ponderada Útil (SPU) que avaliam a disponibilidade de habitat para cada caudal simulado, correspondendo à área molhada gerada por esse caudal, ponderada pela sua adequação para a utilização por um determinado organismo.

² Relação entre o habitat utilizado e o disponível.

Esta metodologia permite a definição de caudais mínimos necessários para preservar condições adequadas para uma determinada espécie-alvo em cada fase do ciclo de vida, atividade e/ou época do ano.

4.2 REGIME DE CAUDAL ECOLÓGICO PROPOSTO

A SPU será utilizada como variável decisória no âmbito da definição de RCE através da aplicação da metodologia IFIM. O RCE será determinado através da ponderação das SPU para as espécies em análise e para os diferentes estágios de vida e terá em conta as recomendações do *Guia do Regime dos Caudais Ecológicos*.

A proposta final de RCE será de base mensal e ponderará os diversos resultados dos métodos aplicados em fase de Estudo Prévio (PNA, 2002 e Perímetro Molhado). A proposta de RCE incluirá também a definição de fatores de redução para anos secos e a definição de caudais de limpeza, caso justificável.

5 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PARA REVISÃO DO RCE

5.1 CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS

O trabalho apresentado no presente documento decorreu entre outubro de 2022 e janeiro de 2023. A aplicação da metodologia IFIM na ribeira de Seda, a jusante a futura barragem do Pisão implica a obtenção de resultados de campo de um ciclo anual (outono, inverno, primavera e verão). De modo a cumprir os prazos de apresentação do RECAPE das infraestruturas primárias, foi acordado com a autoridade de AIA, apresentar o trabalho e resultados obtidos até à data bem como a respetiva calendarização das atividades futuras que permitirão responder de modo adequado ao solicitado no **Elemento 16** do RECAPE das Infraestruturas Primárias. Assim, em seguida apresentam-se os trabalhos realizados e respetivos resultados bem como, a descrição e respetiva calendarização dos trabalhos ainda a realizar para a obtenção de uma proposta de RCE para a nova barragem do Pisão.

5.2 TRABALHOS REALIZADOS

5.2.1 Caracterização geral da massa de água

A ribeira de Seda nasce na cota 715 na zona da Serra de São Mamede e desenvolve-se ao longo de cerca de 90 km até à confluência com a ribeira de Tera, originando a ribeira da Raia. Desde a nascente até à secção da barragem do Pisão, a ribeira de Seda tem uma extensão de cerca de 27 km (**Figura 5.1**).

O trecho da ribeira de Seda onde a barragem do Pisão se irá inserir fica localizado na massa de água com o código PT05TEJ0997A, ficando inserida na tipologia dos Rios do Sul de Média-Grande Dimensão, e apresentam uma distribuição bastante ampla, desde a região calcária do Algarve até à Região de Castelo Branco, sendo limitados, a Oeste, pela zona sedimentar do Rio Sado. Estes rios encontram-se em zonas com temperatura média anual elevada (cerca de 16° C em média) e precipitação média anual baixa (cerca de 600 mm em média), no contexto climático do território de Portugal Continental. Apresentam valores de altitude baixos (cerca de 180 m em média) e o escoamento médio anual varia de 100 a 200 mm (distância interquartil).

No que se refere à litologia, esta zona é de natureza essencialmente siliciosa, apresentando, no entanto, algumas manchas de natureza calcária. Apresenta grau de mineralização intermédio, mas no seu limite Norte apresenta baixo grau de mineralização, existindo ainda algumas manchas de elevada mineralização. Este tipo de rios reflete o clima do Sul do País, com temperaturas médias anuais elevadas e precipitação média anual reduzida, o que, em conjunto com a sua pequena dimensão, confere à grande generalidade destes rios um regime hidrológico temporário.

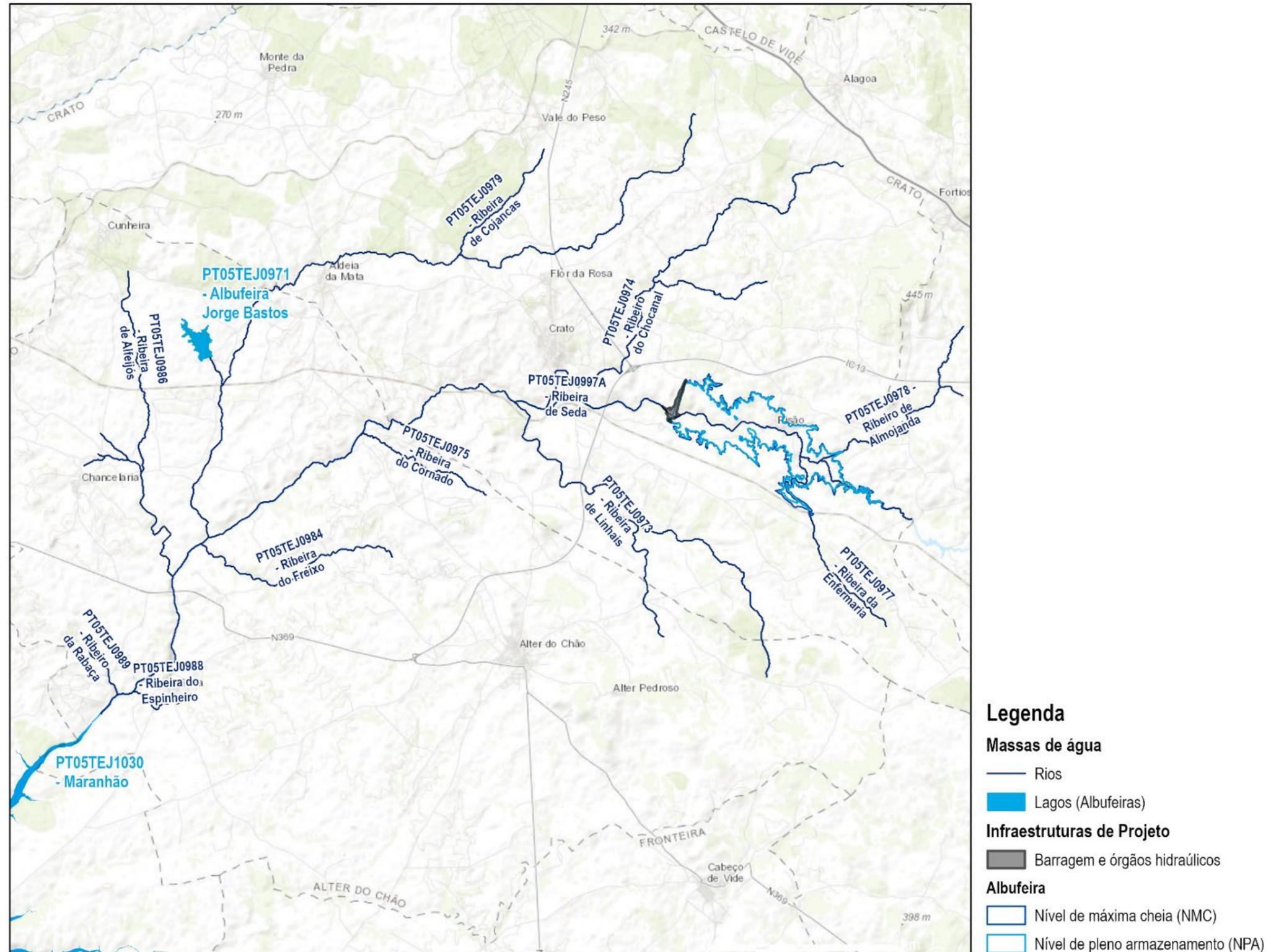


Figura 5.1 – Enquadramento da barragem do Pisão na massa da água da ribeira de Seda em estudo (adaptado do SNIAmb da APA).

5.2.2 Reconhecimento hidromorfológico da ribeira de Seda

O reconhecimento hidromorfológico da ribeira de Seda foi efetuado por forma a identificar o trecho representativo dos diferentes mesohabitats, possibilitando avaliar, de forma quantitativa (escalas contínuas e/ou semi-quantitativas), as condições hidromorfológicas relevantes em termos ecológicos e que apresentam respostas mais notórias à alteração de caudais. A caracterização hidromorfológica efetuada foi assim utilizada para estabelecer o troço fluvial onde serão efetuadas as simulações das condições com o RCE a definir.

A caracterização hidromorfológica efetuada foi baseada na interpretação visual de padrões hidromorfológicos consistentes e teve como objetivo a identificação das grandes zonas de transição de habitat que definem o trecho da ribeira de Seda, a jusante da futura barragem do Pisão. Para tal, foram analisadas as imagens de satélite disponíveis em conjunto com observação direta de trechos do rio através das visitas realizadas entre os dias 2 e 25 de novembro de 2022.

No âmbito desta análise foram visitados vinte e um (21) locais do trecho da ribeira de Seda, localizado entre o NPA da albufeira do Maranhão e a futura barragem do Pisão. A **Figura 5.2** ilustra a distribuição espacial dos locais visitados.

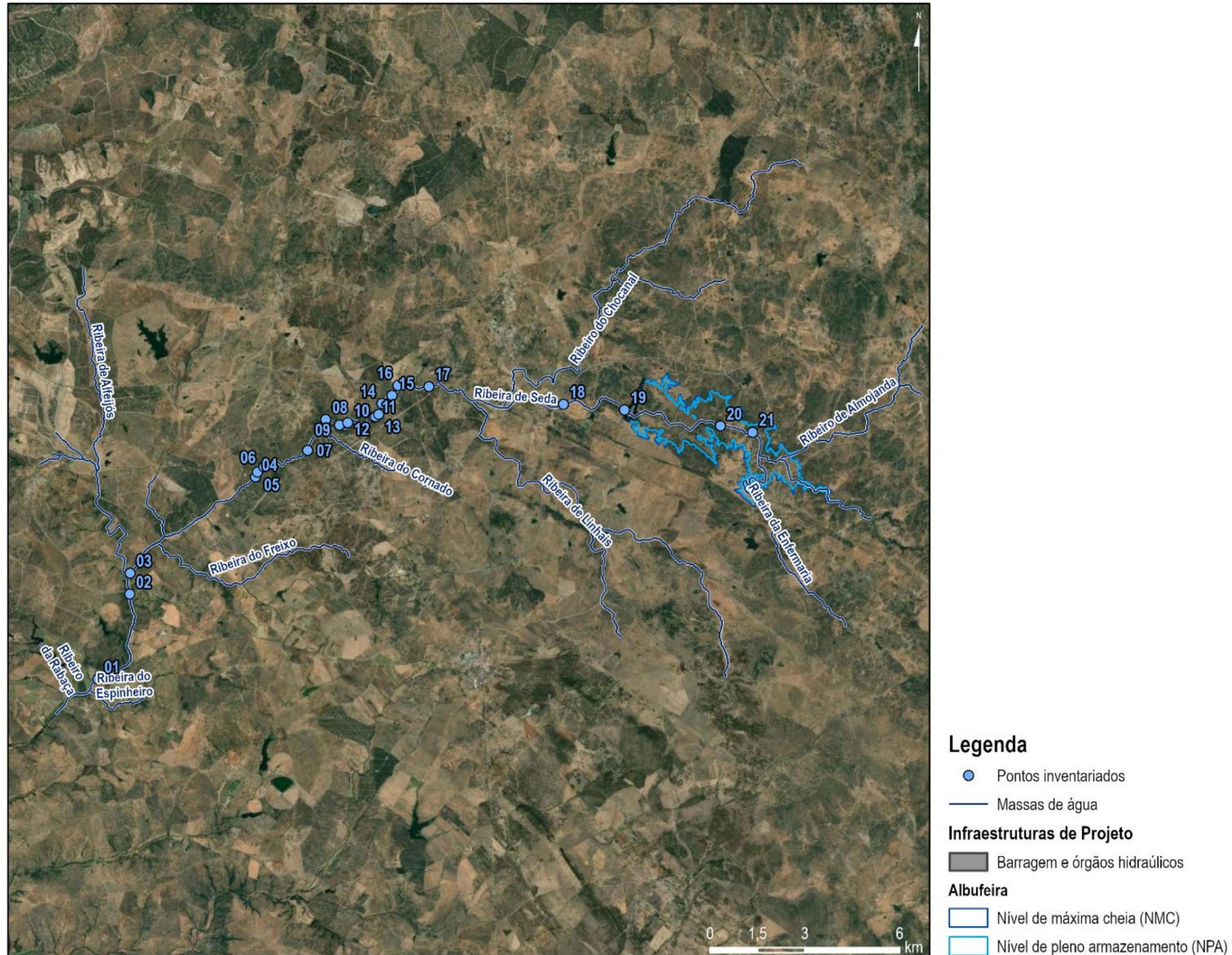


Figura 5.2 – Locais visitados ao longo da ribeira de Seda.

De seguida apresenta-se um inventário fotográfico das zonas visitadas, identificadas sequencialmente de 1 a 21 (**Foto 5.1 a Foto 5.46**).



Foto 5.1– Local (1) próximo da localidade de Seda.



Foto 5.2 – Local (2) Ponte Romana de Vila Formosa.



Foto 5.3 – Local (3) Poldras a montante da confluência com a ribeira de Alfeijós.



Foto 5.4 – Local (4) trecho da ribeira de Seda a jusante da confluência com ribeira do Cornado.



Foto 5.5 – Local (5) trecho da ribeira de Seda a jusante da confluência com ribeira do Cornado.



Foto 5.6 – Local (6) trecho da ribeira de Seda a jusante da confluência com ribeira do Cornado.



Foto 5.7 – Local (7) trecho da ribeira de Seda a jusante da confluência com ribeira do Cornado.



Foto 5.8 – Local (8) jusante da ponte da EM 524.



Foto 5.9 – Local (9) vista da ponte da EM524.



Foto 5.10 – Local (10) montante da ponte da EM 524.



Foto 5.11 – Local (11) trecho da ribeira de Seda a montante da ribeira do Cornado.



Foto 5.12 – Local (12) trecho da ribeira de Seda a montante da ribeira do Cornado.



Foto 5.13 – Local (13) trecho da ribeira de Seda a montante da ribeira do Cornado.



Foto 5.14 – Local (14) trecho da ribeira de Seda a montante da ribeira do Cornado.



Foto 5.15 – Local (15) trecho da ribeira de Seda a montante da ribeira do Cornado.



Foto 5.16 – Local (16) próxima da Herdade do Gamito.



Foto 5.17 – Local (17) próxima da Herdade do Gamito.



Foto 5.18 – Local (18) vista da ponte do IC13.



Foto 5.19 – Local (19) estação hidrométrica na zona de implantação da futura barragem do Pisão.



Foto 5.20 – Local (20) vista da ponte junto à aldeia do Pisão (albufeira da futura barragem).



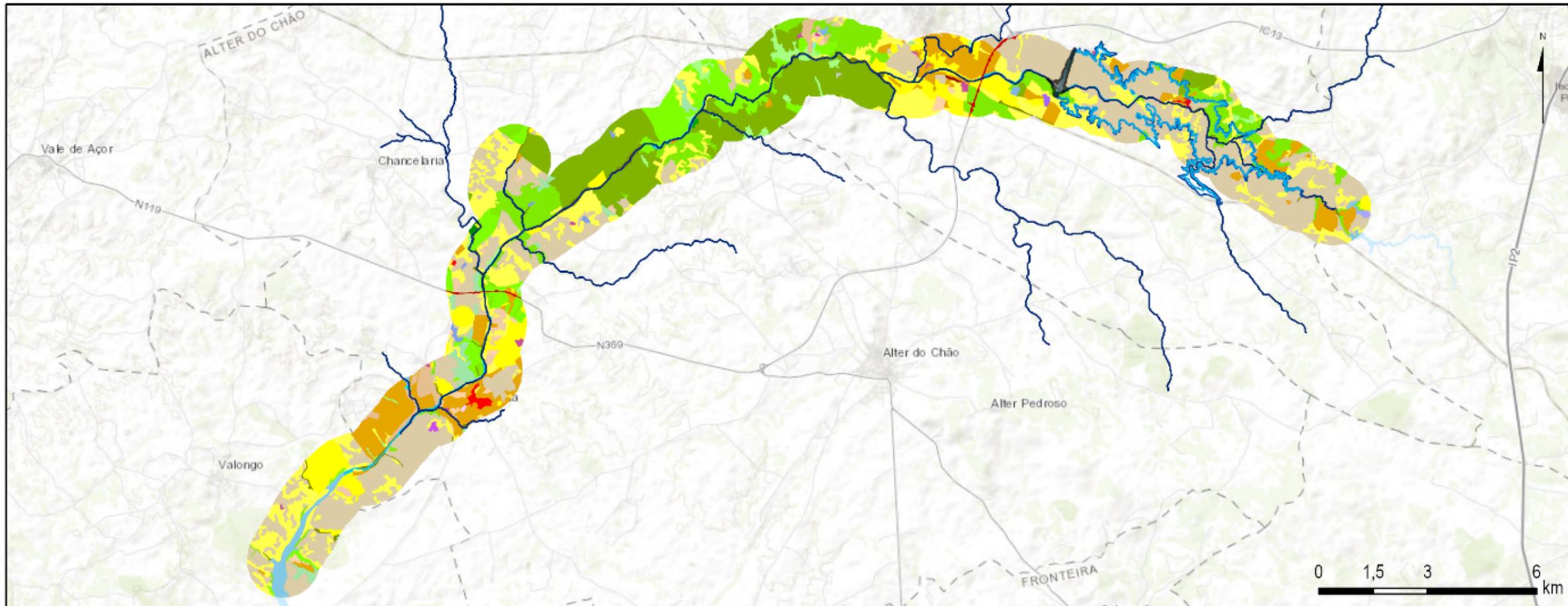
Foto 5.21 – Local (21) passagem a vau da aldeia do Pisão (albufeira da futura barragem).

Na sua grande maioria, a massa de água é caracterizada por uma alternância entre vale com planície aluvial estreita e descontínua e vale com extensa planície aluvial, geralmente tem uma zona ripária funcional associada, estreita e contínua e permite alguns movimentos laterais do rio em resultado da dinâmica fluvial. Para montante da ribeira de Seda, na zona de implantação da futura barragem, o vale apresenta uma extensa planície aluvial onde durante episódios de cheias, o rio transborda e inunda as suas margens.

Relativamente ao uso das margens³, a ribeira de Seda poderá ser dividida em três sectores, nomeadamente (de jusante para montante): o primeiro, desde o limite do NPA da albufeira do Maranhão até à confluência das ribeiras de Alfeijós (margem direita) e Freixo (margem esquerda), em que o uso é alternado por zonas agrícolas (culturas temporárias de sequeiro e de regadio, assim como oliveiras) e por usos agroflorestais e/ou florestais à base de quercíneas [azinheiras (*Quercus rotundifolia*) e sobreiros (*Q. suber*)]; o segundo sector, a montante da confluência das ribeiras mencionadas anteriormente até à zona de confluência da ribeira de

³ de acordo com a Cartografia de Ocupação do Solo para Portugal Continental (Corine Land Cover), num *buffer* de 1000 m em cada um das margens da massa de água.

Linhais (afluente da margem esquerda), o uso é maioritariamente florestal, com povoamentos de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) e sobreiros, alternadas por azinhais, sobreirias, pastagens e pequenas áreas agrícolas; por fim o terceiro sector, a montante da confluência com a ribeira de linhais até à confluência com a ribeira da Lixosa, o uso é maioritariamente superfícies agroflorestais de azinheira (montado), alternado por zonas de agricultura (culturas temporárias de sequeiro, regadio e olivais) e pastagens.



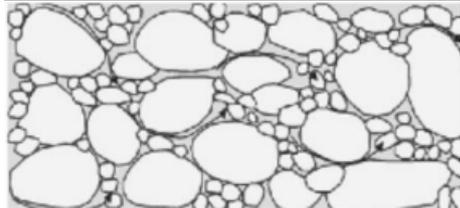
Legenda

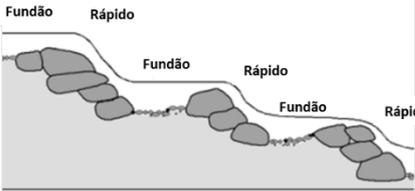
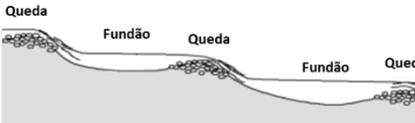
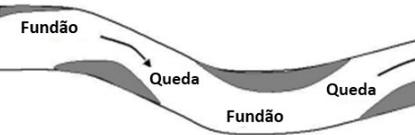
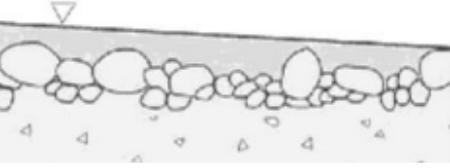
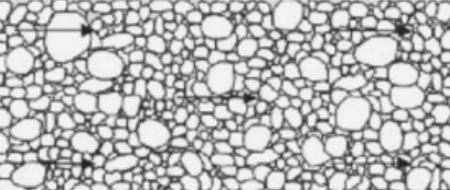
— Massas de água	COS 2018			
Infraestruturas de Projeto	1.1.1.2 Tecido edificado contínuo predominantemente horizontal	2.1.1.1 Culturas temporárias de sequeiro e regadio	4.1.1.6 SAF de sobreiro com azinheira	7.1.2.1 Rocha nua
■ Barragem e órgãos hidráulicos	1.1.2.1 Tecido edificado descontínuo	2.2.1.1 Vinhas	4.1.1.7 SAF de outras misturas	8.1.1.1 Paais
Albufeira	1.2.1.1 Indústria	2.2.3.1 Olivais	5.1.1.1 Florestas de sobreiro	9.1.1.1 Cursos de água naturais
□ Nível de máxima cheia (NMC)	1.2.3.1 Instalações agrícolas	2.3.1.3 Culturas temporárias e/ou pastagens melhoradas associadas a olival	5.1.1.2 Florestas de azinheira	9.1.1.2 Cursos de água modificados ou artificializados
□ Nível de pleno armazenamento (NPA)	1.4.1.1 Rede viária e espaços associados	2.3.2.1 Mosaicos culturais e parcelares complexos	5.1.1.5 Florestas de eucalipto	9.1.2.1 Lagos e lagoas interiores artificiais
	1.4.1.2 Rede ferroviária e espaços associados	2.3.3.1 Agricultura com espaços naturais e seminaturais	5.1.1.6 Florestas de espécies invasoras	9.1.2.3 Albufeiras de barragens
	1.6.1.2 Instalações desportivas	3.1.1.1 Pastagens melhoradas	5.1.1.7 Florestas de outras folhosas	9.1.2.4 Albufeiras de represas ou de açudes
	1.6.5.1 Outros equipamentos e instalações turísticas	4.1.1.1 SAF de sobreiro	5.1.2.1 Florestas de pinheiro bravo	9.1.2.5 Charcas
		4.1.1.2 SAF de azinheira	5.1.2.2 Florestas de pinheiro manso	
			6.1.1.1 Matos	

Figura 5.3 – Usos do solo na margem da Ribeira de Seda.

As grandes unidades geomorfológicas do rio (mesohabitats) foram diferenciadas em função da forma, granulometria dos sedimentos, profundidade/velocidade e, por vezes, pela presença de vegetação ribeirinha (**Quadro 5.1**).

Quadro 5.1 – Classificação de mesohabitats.

Mesohabitats	Macro turbulência	Velocidade	Substrato	Declive	Outros
Cascata	Elevada (grande emulsão de ar na água)	Elevada	Rocha resistente exposta à superfície	>7%	Perfil longitudinal com sequência de degraus; regime rápido
	Perfil				
	Planta				
Rápido ou Queda	Considerável a moderada (emulsão de ar na água)	Alta > 0,5 m/s	Material grosseiro exposto, Cascalho e seixo (parcialmente ou totalmente submersos)	2-7%	Perfil longitudinal plano; regime rápido

Mesohabitats	Macro turbulência	Velocidade	Substrato	Declive	Outros
Fundões	Inexistente	Pouco significativa (≈ 0 m/s)	Material fino	Inexistente	Perfil transversal côncavo; maiores profundidades e larguras extensas do leito do rio
	Perfil (rápido)				
	Perfil (queda)				
	Planta				
Fundo Plano	Inexistente	Pouco significativa (≈ 0 m/s)	Material fino	Inexistente	Perfil transversal praticamente plano
	Perfil				
	Planta				

Foram identificados mesohabitats de fundão, caracterizados por profundidades elevadas e velocidades baixas (**Foto 5.22 a Foto 5.26**) alternados com mesohabitats de rápidos com profundidades baixas e velocidades altas (**Foto 5.28 e Foto 5.29**) e mesohabitats de fundo

plano de baixos declives, profundidades baixas e velocidades baixas a moderadas (**Foto 5.27, Foto 5.30 e Foto 5.31**).



Foto 5.22 – Mesohabitats de fundo (Local 5).



Foto 5.23 – Mesohabitats de fundo (Local 8).



Foto 5.24 – Mesohabitats de fundo (Local 9).



Foto 5.25 – Mesohabitats de fundo (Local 15).



Foto 5.26 – Mesohabitats de fundo (Local 17).



Foto 5.27 – Mesohabitats de fundo plano (Local 19).



Foto 5.28 – Mesohabitats de rápido
(Local 11).

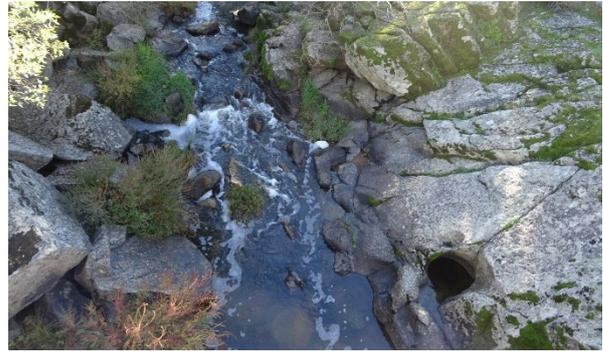


Foto 5.29 – Mesohabitats de rápido
(Local 20).



Foto 5.30 – Mesohabitats de fundo plano
(Local 16).



Foto 5.31 – Mesohabitats de fundo plano
(Local 21).

5.2.3 Seleção do trecho representativo da ribeira de Seda

Após a análise dos diversos mesohabitats da ribeira de Seda, foi selecionado um trecho representativo desta variabilidade com base nos seguintes critérios de base:

- incluir mesohabitats de fundão e rápidos, visto serem estes os representativos da variabilidade habitats da ribeira de Seda;
- trechos a jusante da futura barragem do Pisão, por forma a permitir a monitorização e verificação do RCE proposto, na fase de exploração do AHFM do Crato; e
- garantia de acesso (técnicos e equipamentos) e condições de segurança, por forma a facilitar, quer o desenvolvimento dos trabalhos futuros de definição do RCE, quer a monitorização da eficácia do RCE, que nomeadamente considera a visita trimestral para recolha dos elementos físico-químicos de suporte;

O trecho selecionado localiza-se a 9 800 m do local de implantação da barragem do Pisão e apresenta uma extensão de cerca de 200 m (**Figura 5.4**).

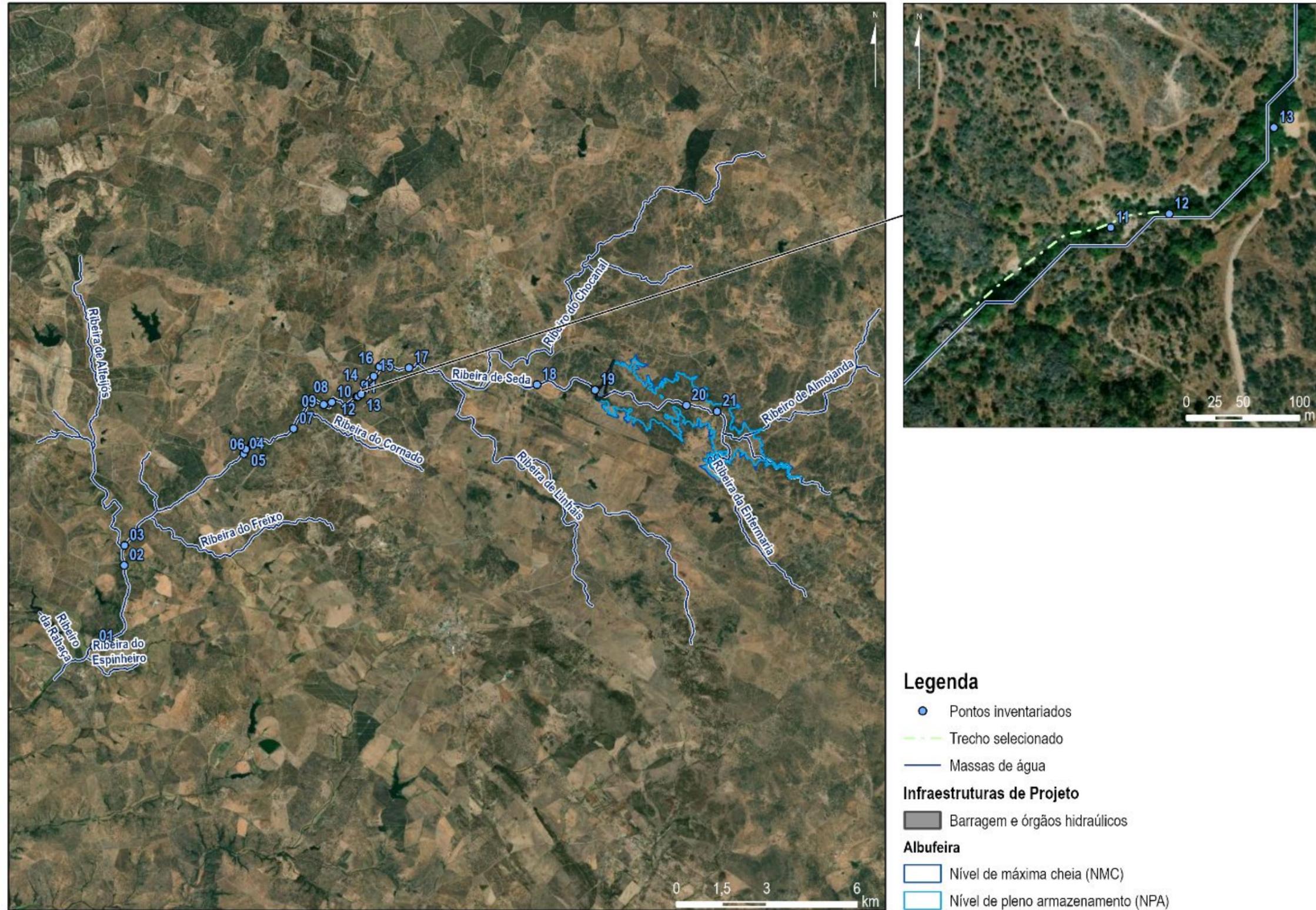


Figura 5.4 – Trecho representativo da variabilidade de mesohabitats da ribeira de Seda.

O trecho abrange dois mesohabitats principais de rápidos – zonas habitualmente consideradas como as mais sensíveis às variações de caudal –, alternados por mesohabitats de fundões a montante e jusante.

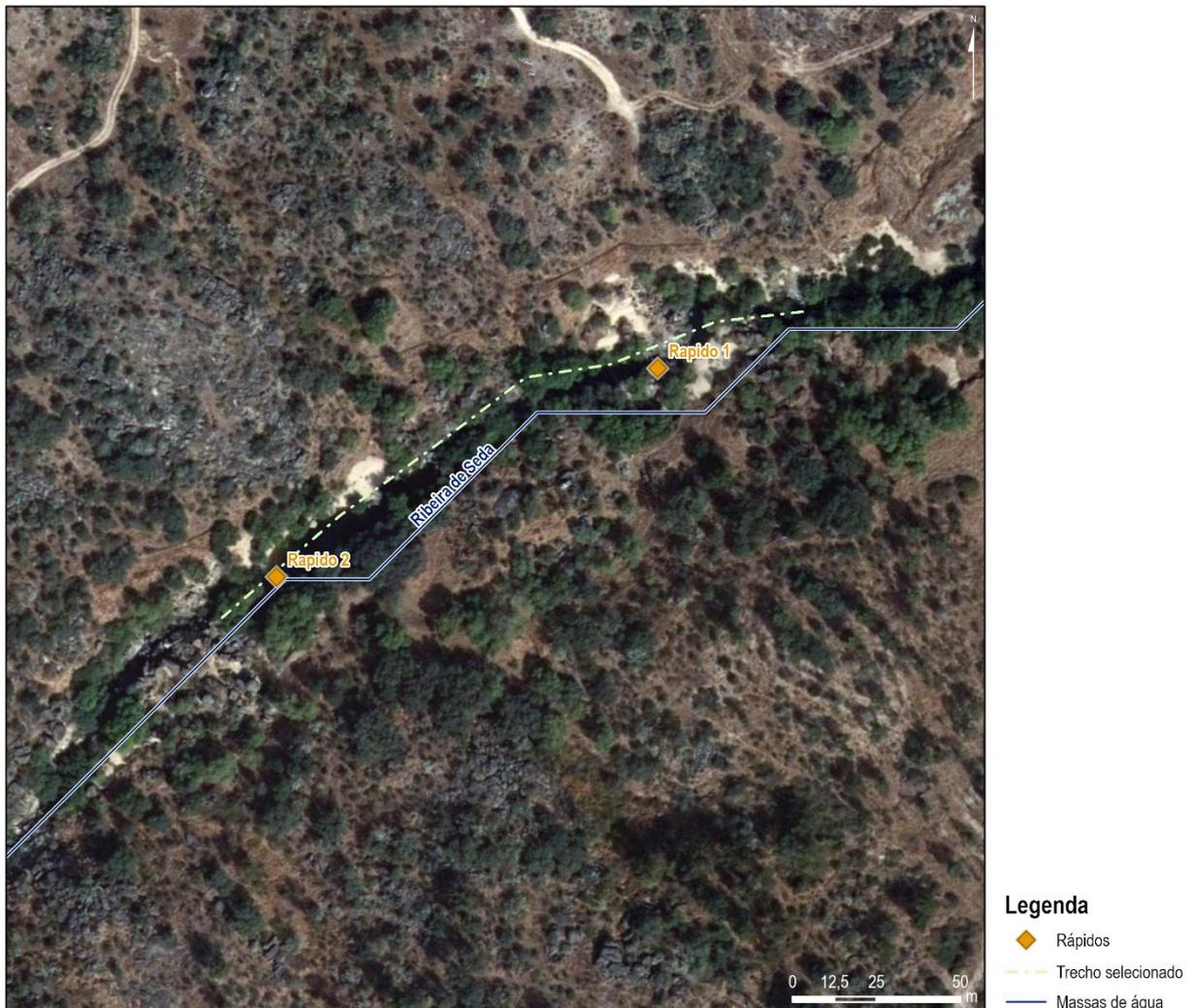


Figura 5.5 – Localização dos mesohabitats de rápidos no trecho selecionado.

Nas **Foto 5.32 à Foto 5.36** são ilustradas fotografias do trecho selecionado datadas de 21 de novembro de 2022.



Foto 5.32 – Vista do rápido 1.



Foto 5.33 – Vista para jusante do rápido 1.



Foto 5.34 – Sequência de mesohabitats na zona do rápido 1.



Foto 5.35 – Vista do rápido 2.

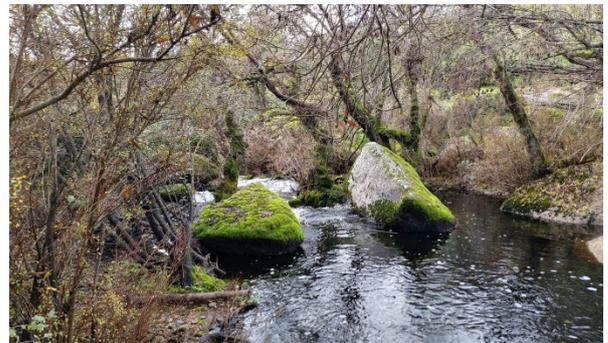


Foto 5.36 – Vista para jusante do rápido 2.



Foto 5.37 – Sequência de mesohabitats na zona do rápido 2.

O trecho selecionado será alvo de modelação hidráulica permitindo a caracterização das condições hidromorfológicas em termos das variáveis de profundidade e velocidade em função de diferentes caudais libertados. Posteriormente será efetuada uma modelação de habitat por forma a simular a variação do habitat disponível.

5.2.4 Medição de caudal

A modelação hidráulica do trecho seleccionado implica a calibração de parâmetros hidráulicos tais como a rugosidade do leito do rio. Para tal, será necessário proceder a campanhas de medição de caudais no trecho em análise.

A medição de caudal de um curso de água pode ser efetuada pela integração das velocidades numa secção normal ao escoamento. O procedimento adotado é uma simplificação deste método, adequada ao âmbito do trabalho em curso, tendo por base a norma ISO 748:2021.

Para o efeito, foi seleccionada uma secção aproximadamente perpendicular ao escoamento, com o menor número possível de obstáculos e irregularidades que induzam variações bruscas na velocidade ao longo da secção. Nesta secção é estabelecido um conjunto de perfis verticais que, no seu conjunto, permitam caracterizar a distribuição transversal da velocidade e efetuar a medição da profundidade, conforme se apresenta na **Figura 5.6**.

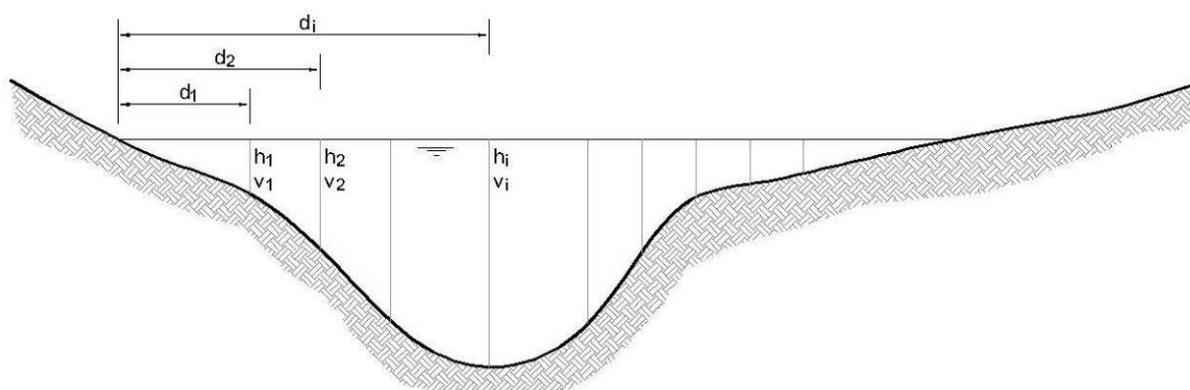


Figura 5.6 – Exemplo de secção transversal da linha de água.

Os valores da velocidade e respetiva profundidade de cada perfil (h_i) são medidos e registados. Se a profundidade h for inferior a 0,75 m, deve executar-se a medição de velocidade a $0,6 h$, caso contrário, devem executar-se duas medições a $0,2 h$ e a $0,8 h$, adotando o respetivo valor médio.

O registo das velocidades e das respetivas profundidades de cada secção ocorre numa ficha de campo elaborada para este efeito (**Figura 5.7**).



FICHA DE MEDIÇÃO DE CAUDAL

Trabalho: _____

Linha de água: _____ Local: _____

Data e hora: _____ Técnicos Presentes: _____

Largura total da secção: _____ cm
Profundidade máxima: _____ cm
Número de perfis verticais: _____

Perfil vertical #	Distância à margem (cm)	Profundidade do perfil (cm)	Velocidade medida (cm/s)		Velocidade média (cm/s)	Caudal entre os perfis i e i-1 (m ³ /s)	Observações
			med. a 0,6h (h<75cm) med. a 0,2h (h>75cm)	med. a 0,8h (h>75cm)			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

$$Q = \sum_{i=1}^n \frac{(d_i - d_{i-1})(h_i + h_{i-1})(v_i + v_{i-1})}{4} = \frac{\quad}{\quad} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Figura 5.7 – Ficha de campo para medição de caudal.

Após preenchimento da ficha de medição de caudal procede-se ao cálculo do caudal com recurso à seguinte expressão:

$$Q = \sum_{i=1}^n \frac{(d_i - d_{i-1})(h_i + h_{i-1})(v_i + v_{i-1})}{4}$$

em que:

- Q – caudal na secção (m³/s);
- D_i – distância à margem do perfil i (m);
- h_i – profundidade no perfil i (m);
- v_i – velocidade no perfil i (m/s).

A primeira campanha de medição de caudal no trecho selecionado ocorreu dia 6 de dezembro de 2022. A profundidade foi medida com uma régua graduada e a velocidade com um molinete, mantendo o eixo na direção do escoamento e respeitando um tempo de espera não inferior a 40 s (Kondolf *et al.*, 2000).

Dado ao elevado caudal que se verificou na ribeira de Seda, natural da época do ano coincidente com o desenvolvimento dos trabalhos, não foi possível a realização da medição nos 200 m de extensão do trecho selecionado.

Contudo, efetuou-se uma medição de caudal numa secção mais a montante, localizada a 550 m a montante do rápido 1, embora estes resultados não possam ser utilizados para a calibração do modelo hidráulico em causa (**Figura 5.8**). O caudal estimado nesta primeira campanha foi de cerca de 3,5 m³/s.



Figura 5.8 – Localização das secções de medição de caudal da primeira campanha.

As **Foto 5.38** e **Foto 5.39** ilustram os rápidos 1 e 2 e as **Foto 5.40** e **Foto 5.41** ilustram as medições efetuadas, no decorrer da primeira campanha de medição.



Foto 5.38 – Vista do rápido 1 (6 de dezembro de 2022).



Foto 5.39 – Vista do rápido 2 (6 de dezembro de 2022).



Foto 5.40 – Tentativa de medição efetuada na seção de montante do rápido 1.



Foto 5.41 – Medição efetuada na seção a cerca de 550 m a montante do rápido 1.

O trecho selecionado será alvo de levantamento topográfico pormenorizado, por forma a permitir a modelação hidráulica do mesmo. Até à data, e devido ao elevado caudal existente na ribeira de Seda, ainda não se verificaram condições adequadas e de segurança para a concretização do trabalho, que será realizado por uma empresa de cartografia acreditada. No âmbito da realização destes trabalhos foi efetuada uma deslocação ao trecho selecionado no dia 18 de janeiro de 2023, por forma a verificar a existências de condições para a realização do mesmo (**Foto 5.42**) o que não se afigurou possível, dada à elevada velocidade do escoamento.



Foto 5.42 – Vista do rápido 1 (18 de janeiro de 2023).

Perspetiva-se que trabalho seja realizado durante a primavera de 2023, conforme apresentado no planeamento dos trabalhos (ver **item 5.3.1**).

5.2.5 Amostragem para determinação dos critérios de preferência de habitat

Os critérios de utilização piscícola são elementos essenciais na aplicação da metodologia IFIM e devem descrever a utilização de habitat das espécies piscícolas em trechos pouco alterados, refletindo padrões normais de comportamento, sendo ainda relevante que os setores avaliados incorporem os diferentes mesohabitats existentes na área de estudo. Os critérios de uso são posteriormente transformados em critérios de preferência, ao ponderar o habitat utilizado pelo disponível, reduzindo-se assim o enviesamento dos valores de utilização determinados face ao *habitat* disponível no local amostrado (Bovee *et al.*, 1998).

Estes critérios serão estabelecidos para as várias estações do ano na área em estudo, já que a possibilidade de transferência destes critérios entre bacias é globalmente criticada (*e.g.*, Groshens e Orth, 1993; Thomas e Bovee, 1993). No caso em apreço, a determinação destes critérios será concretizada num troço não regularizado (e sem outras pressões significativas) da própria ribeira de Seda, permitindo assegurar dois pressupostos do IFIM identificados em APA e AQUALOGUS (2018), a saber: mesma tipologia abiótica⁴ (ver INAG, 2008); e mesmo agrupamento piscícola, de acordo com o estipulado em INAG e AFN (2012).

Tendo por base estes pressupostos, durante o mês de outubro foram prospetados setores possíveis para determinação dos critérios de preferência, onde, além dos condicionalismos acima referidos, existissem condições adequadas para concretizar a amostragem com pesca elétrica, além de obviamente estarem presentes as espécies alvo.

Como não foi possível cumprir todos estes pressupostos no trecho da ribeira de Seda a jusante da futura barragem do Pisão, foram selecionados dois troços, no setor de montante da futura albufeira do Pisão com elevada integridade ecológica (**Figura 5.9**).

⁴ Refira-se que a Diretiva Quadro da Água (DQA) requer que a avaliação do Estado Ecológico seja executada para tipos específicos de massas de água, pelo que foram estabelecidos pela Autoridade Nacional da Água (INAG) os tipos⁴ “abióticos” de massas de água presentes em Portugal Continental

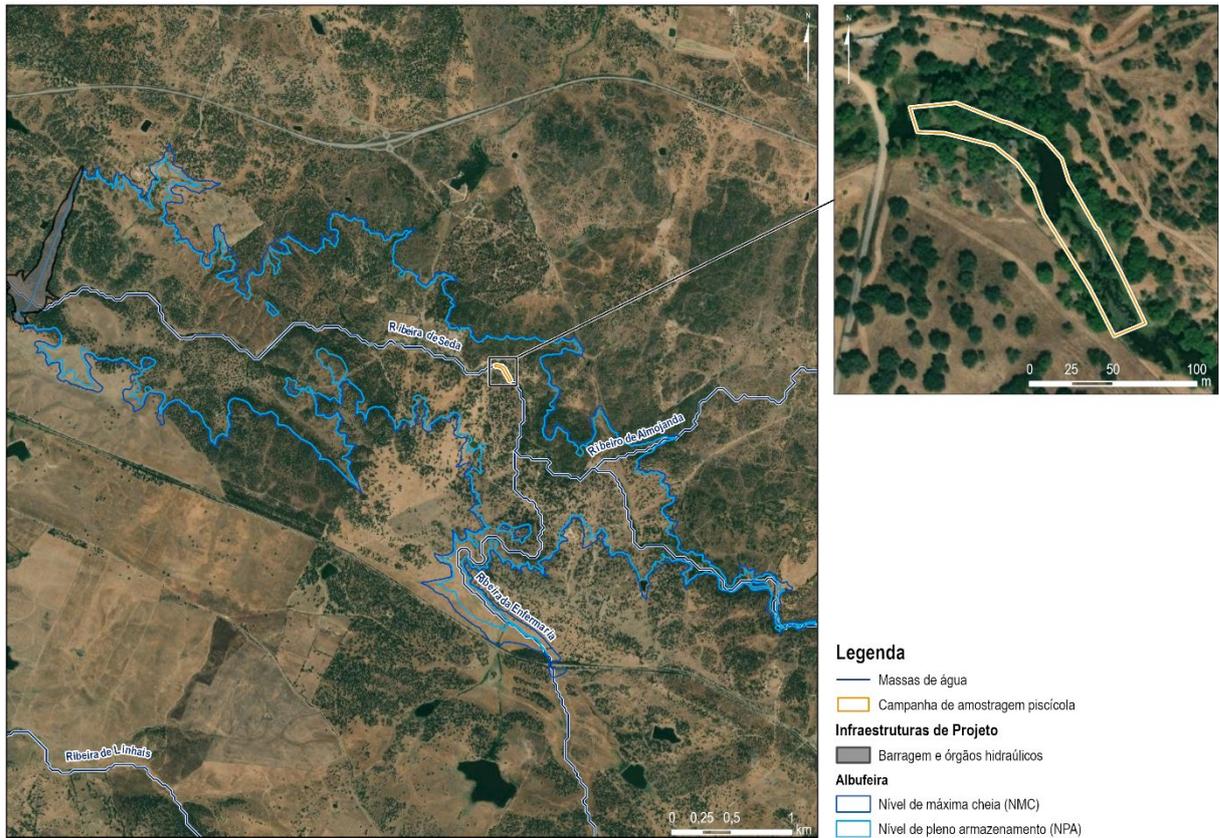


Figura 5.9 – Localização do trecho utilizado para a definição das curvas de preferência de habitat.

Na primeira semana de novembro de 2022 foi efetuada a primeira campanha de amostragem para determinação dos critérios de preferência, correspondente à época de outono (Foto 5.43).

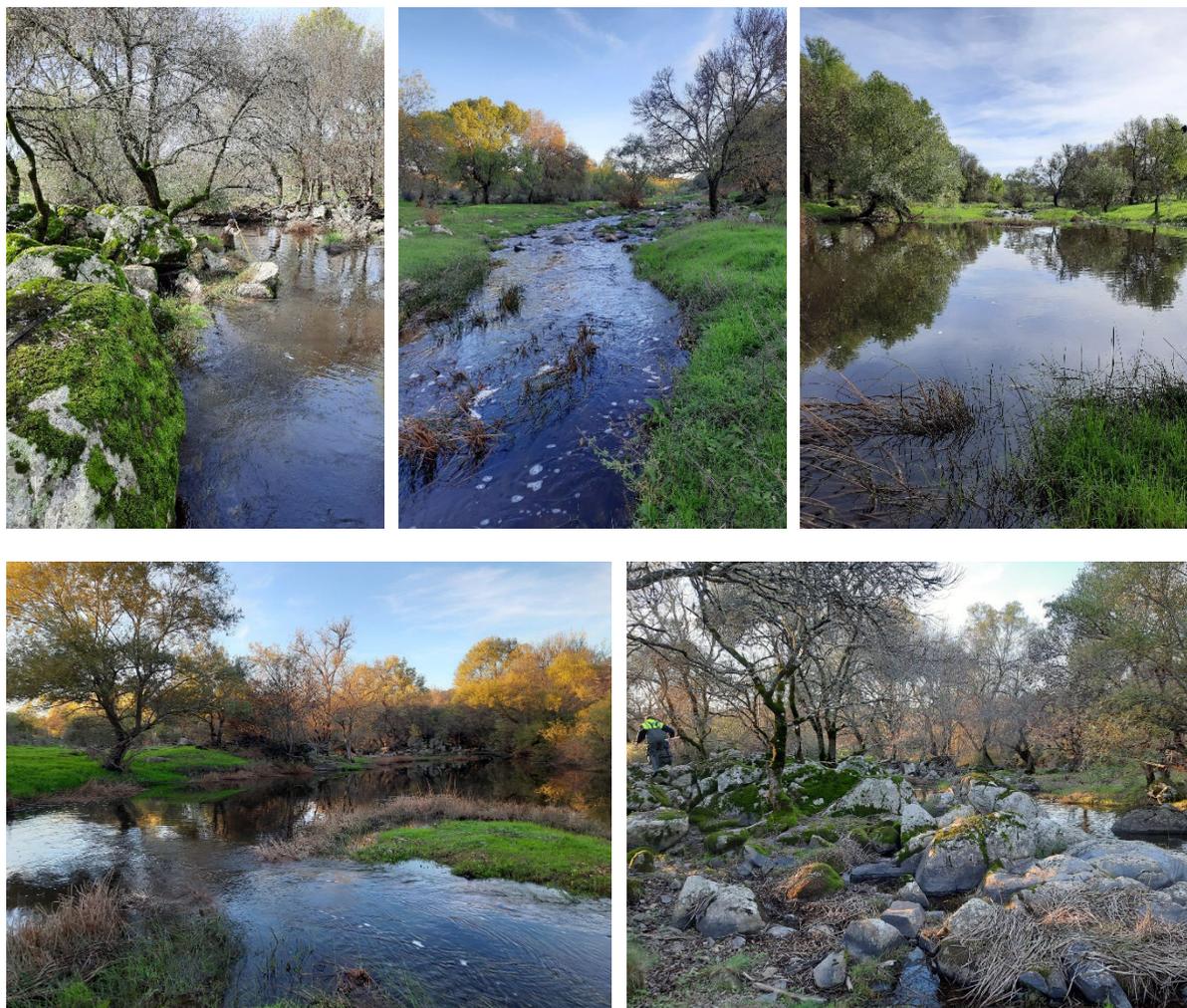


Foto 5.43 – Diversidade habitacional do setor de amostragem (novembro 2022).

Tendo em conta a informação existente para as comunidades ictiofaunísticas da área de estudo, foi equacionado usar duas espécies piscícolas nativas com comportamentos distintos para aplicação da metodologia IFIM.

Estas espécies deverão incluir um dos ciprinídeos potamódromos – “barbos” (*Luciobarbus* spp.) – assim como um dos pequenos leuciscídeos nativos, o bordalo (*Squalius alburnoides*). Contudo, foram obtidos dados para as restantes espécies nativas da Ordem Cypriniformes presentes, que incluem a boga-comum (*Pseudochondrostoma polylepis*) e o escalo do Sul (*Squalius pyrenaicus*), respetivamente um *taxon* potamódromo e um residente.

A seleção definitiva das espécies a utilizar estará dependente da abundância que estes *taxa* apresentarem nas quatro campanhas de amostragem sazonais.

Ao longo dos trechos fluviais amostrados os exemplares piscícolas (**Foto 5.44**) foram capturados através de uma abordagem pontual utilizando a pesca elétrica, de cordo com a metodologia de Maki-Petays *et al.* (1997).



Barbo



Bordalo



Boga-comum



Escalo do Sul

Foto 5.44 – Fotografias relevantes das espécies.

O operador do ânodo pescou por vadeamento nos vários *habitats* amostrados (**Foto 5.45**), percorrendo toda a massa de água desde a margem ao centro do canal, e sempre na direção de jusante para montante, para potenciar a eficácia de captura.



Foto 5.45 – Operação de captura dos exemplares para análise habitacional.

Sempre que um peixe foi capturado (sendo de seguida identificado, medido e devolvido vivo ao rio para jusante do operador do ânodo), a operação de pesca foi interrompida tendo no local de captura sido efetuadas medições (**Foto 5.46**) das variáveis ambientais, mais concretamente profundidade, substrato e velocidade da corrente.

A medição da velocidade da corrente foi efetuada com recurso a molinete (FP101, *Global Water Instrumentation, Inc.*), enquanto a medição profundidade recorreu a uma vara graduada. Por fim, foi determinado o substrato dominante existente num raio de 10 cm do local de captura, tendo sido consideradas as 7 classes de substrato do Protocolo AQUARIPORT (Oliveira *et al.*, 2007).



Foto 5.46 – Medição de variáveis habitacionais para determinar habitat utilizado.

No final da amostragem pontual foi avaliada a disponibilidade de habitat, através da medição das variáveis consideradas (profundidade, velocidade e substrato) em vários transectos transversais, igualmente espaçados ao longo de todo o comprimento amostrado. A metodologia de medição foi idêntica à empregue para o habitat utilizado.



Foto 5.47 – Medição de variáveis habitacionais para determinar habitat disponível.

Na terceira semana de janeiro de 2023, foi efetuada uma visita de campo para verificar as condições hidrológicas e de segurança para realizar a campanha de inverno. Conforme ilustrado na **Foto 5.48** não se verificavam as condições adequadas para a concretização dos trabalhos.



Foto 5.48 – Condições hidrológicas do sector de amostragem (janeiro de 2023).

Perspetiva-se que trabalho seja realizado durante o mês de fevereiro de 2023, conforme apresentado no planeamento dos trabalhos (ver **item 5.3.1**)

5.2.6 Programa de monitorização

A proposta de programa de monitorização da ribeira de Seda para avaliação da eficácia do RCE, foi desenvolvida no decurso da elaboração RECAPE das infraestruturas primárias, e é apresentada no documento técnico correspondente aos Programas de Monitorização – **DT 19 – E.53** do **Volume 4** do RECAPE.

5.3 TRABALHOS FUTUROS

5.3.1 Planeamento das atividades

O prazo definido para a realização das atividades incluídas no âmbito deste documento é condicionado pelas campanhas de amostragens (inverno, primavera e verão) necessárias para determinação dos critérios de preferência de habitat

No **Quadro 5.2** apresentam-se o planeamento das atividades a realizar para concluir a resposta o Elemento 16 da DIA.

Quadro 5.2 – Planeamento das atividades futuras.

		Meses							
		Inverno		Primavera			Verão		Out.
		Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro
1	Trabalhos de topografia			████████████████████					
2	Campanhas de medição de caudal			★		★			
3	Campanhas de amostragem para determinação, <i>in situ</i> , dos critérios de preferência de habitat	★		★			★		
4	Modelação hidrodinâmica do escoamento						████████████████		
5	Definição das curvas de preferência de habitat							████████	
6	Modelação de habitat							████████████	
7	Proposta de Regime de Caudal Ecologica (RCE)								████████

Legenda

Actividade crítica (implica trabalhos de campo, o prazo está dependente do caudal da ribeira de Seda)

Duração das tarefas

Destacam-se três atividades críticas para o cumprimento do prazo em questão, em que os prazos apresentados são indicativos, visto que a realização destas está dependente do caudal da ribeira de Seda, particularmente: trabalhos de topografia, campanhas de medição de caudal e as campanhas de amostragem para determinação, *in situ*, dos critérios de preferência de habitat. Contudo, não se perspectiva qualquer limitação à conclusão da proposta de RCE alternativo até ao final do verão de 2023.

Em seguida descrevem-se as atividades a realizar em conformidade com o planeamento proposto.

5.3.2 Trabalhos de Topografia

Os trabalhos de levantamento topográfico do trecho seleccionado para conseqüente modelação hidráulica será, expectavelmente efetuado entre abril e junho de 2023, quando estiverem reunidas as condições adequadas de escoamento na ribeira de Seda, que permitam um correto levantamento topobatimétrico.

5.3.3 Medição de caudal

De modo a obter uma validação do caudal presente no troço estudado da ribeira de Seda, serão efetuadas duas campanhas de medição, expectavelmente nos meses de abril e junho de 2023.

5.3.4 Amostragem para determinação dos critérios de preferência de habitat

Serão efetuadas campanhas amostragem para determinação dos critérios de preferência de habitat para os períodos de inverno, primavera e verão. Expectavelmente estas atividades serão realizadas nos meses de fevereiro, maio e julho de 2023.

5.3.5 Modelação hidrodinâmica do escoamento

A modelação hidrodinâmica do escoamento tem como objetivo determinar a distribuição espacial da profundidade e da velocidade de escoamento em função dos caudais escoados, com base em modelos numéricos bidimensionais calibrados a partir das medições de velocidade e altura de escoamento referidas acima.

A modelação de *habitats* piscícolas usando modelos hidrodinâmicos 2D, com base numa representação topográfica tão rigorosa quanto possível da morfologia do curso de água, permitirá simular variações de habitat utilizado pelas diferentes espécies piscícolas em função do caudal e, assim, ser uma das linhas de análise que atualmente assume maior importância.

O leito é discretizado numa malha de elementos finitos e em cada ponto de cálculo são obtidos os valores da profundidade e as duas componentes (horizontais) da velocidade.

Na modelação 2D a velocidade de escoamento varia de ponto a ponto, segundo a sua direção, considerando o respetivo valor médio segundo a vertical. Os modelos 2D são baseados na equação da conservação da massa e da conservação do momento segundo duas direções horizontais.

A modelação 2D do escoamento será efetuada com recurso ao modelo HecRas2D, permitindo obter a distribuição em planta da velocidade média vertical e a aplicação da metodologia IFIM.

A calibração do modelo será efetuada através do ajustamento do valor de rugosidade do leito em função das medições de velocidade e profundidade efetuadas na campanha de medição de caudal.

5.3.6 Definição de curvas de preferência de habitat

Para analisar diferenças ontogenéticas no habitat preferido, os dados obtidos serão estratificados em duas classes de dimensão, que genericamente irão corresponder aos estágios de vida de juvenil e adulto. Da mesma forma, serão gerados histogramas de frequência para incrementos dos valores de habitat disponível (Maki-Petays *et al.*, 1997).

Com base nos resultados obtidos nas quatro campanhas sazonais serão determinados os critérios de uso para as três variáveis de habitat. Por fim, a preferência (estratificada para as classes de dimensão/idade dos exemplares) em relação ao habitat será definida, numa base sazonal, para cada incremento e para cada variável ambiental.

Os critérios de preferência serão utilizados em conjunto com as simulações hidrodinâmicas do escoamento para simular as variações de habitat em função do caudal.

5.3.7 Modelação de habitat preferencial

Como se referiu, os critérios de utilização piscícola são elementos essenciais na aplicação da metodologia IFIM, sendo utilizados para avaliar a qualidade do habitat em função do escoamento.

Os modelos de simulação de habitat são utilizados de forma a prever e quantificar os impactos ecológicos que derivam de alterações das propriedades físicas dos ecossistemas, ao relacionar explicitamente as variáveis de habitat dependentes das condições de escoamento (profundidade, velocidade do escoamento e substrato) com critérios biológicos.

O indicador mais usado para descrever a resposta biológica a determinadas condições físicas é o índice de adequação de habitat (HSI, *Habitat Suitability Index*), que combina de formas diferentes as preferências da espécie-alvo em relação à velocidade do escoamento, à profundidade e ao substrato.

Assim, o HSI para um determinado valor de velocidade, profundidade e substrato pode calcular-se através do produto, da média aritmética ou da média geométrica dos valores de preferência para as variáveis consideradas VPV (*Valor de Preferência para a Velocidade*), VPP (*Valor de Preferência para a Profundidade*) e VPS (*Valor de Preferência para o Substrato*). As expressões referentes ao produto, média aritmética e geométrica estão representadas de seguida.

$$HSI_p = VPV \times VPP \times VPS$$

$$HSI_a = \frac{VPV + VPP + VPS}{3}$$

$$HSI_g = \sqrt[3]{VPV \times VPP \times VPS}$$

Para o cálculo do índice de adequação de habitat irá recorrer-se à média geométrica, que assume a existência de compensação de adequabilidade, atribuindo a mesma importância às três variáveis, podendo fornecer um resultado de habitat nulo sempre que uma adequabilidade seja nula.

A superfície ponderada útil (SPU) será calculada através do somatório do produto do HSI pela sua área de influência em função do caudal modelado, como apresenta a seguinte expressão.

$$SPU = \sum_{n=1}^i A_i \times HSI_i = f(Q)$$

em que A_i representa a área.

5.3.8 Proposta para o regime de caudal ecológico

A SPU será utilizada como variável decisória no âmbito da definição de RCE através da aplicação da metodologia IFIM. O RCE será determinado através da ponderação das SPU para as espécies em análise e para os diferentes estágios de vida e terá em conta as recomendações do *no Guia Metodológico para a Definição de do Regimes de dos Caudais Ecológicos em Aproveitamentos Hidráulicos de Portugal Continental*.

O resultado final deste elemento será uma proposta de RCE de base mensal. Serão também apresentados fatores de redução a aplicar em anos secos.

6 BIBLIOGRAFIA

APA e AQUALOGUS (2018). *Guia Metodológico para a Definição de Regimes de Caudais Ecológicos em Aproveitamentos Hidráulicos de Portugal Continental*.

Bovee, K. D. (1982). *A Guide to stream habitat analysis using the Instream Flow Incremental Methodology*. Instream Flow Information Paper 12, U.S. Fish and Wildlife Service. FWS/OBS-82-26.

EC (2015). *Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive*. Guidance Document No. 31 European Commission.

Gan, K. e T. McMahon (1990). Variability of results from the use of PHABSIM in estimating habitat area. *Regulated Rivers: Research & Management* 5: 233-239.

Groshens, T. P. e D. J. Orth, (1993). Transferability of habitat suitability criteria for smallmouth bass, *Micropterus dolomieu*. *Rivers* 4: 194-212.

Kondolf, G. M., Larsen, E. W. e J. G. Williams (2000). Measuring and Modelling the Hydraulic Environment for Assessing Instream Flows. *North American Journal of Fisheries Management* 20: 1016–1028.

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.

INAG, I.P. e AFN. (2012). *Desenvolvimento de um Índice de Qualidade para a Fauna Piscícola*. Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território.

Maki-Petays, A., Muotka, T., Huusko, A., Tikkanen, P. e P. Kreivi (1997). Seasonal changes in habitat use and preference by juvenile brown trout, *Salmo trutta*, in a northern boreal river. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54:520-530.

Oliveira, J. M.; Santos, J. M.; Teixeira, A.; Ferreira, M. T.; Pinheiro, P. J.; Geraldés, A. e J. Bochechas (2007). *Avaliação da Qualidade Ecológica de Rios Portugueses: Programa Nacional de Monitorização de Recursos Piscícolas de Águas Interiores*. Direcção-Geral dos Recursos Florestais, Lisboa.

Pinheiro (2019). Enquadramento jurídico dos regimes de caudais ecológicos em Portugal. In Miranda, J., Marques, R. C. e A. L. Guimarães (Editores). *Temas de Direito da Água - Volume 2*. Instituto de Ciências Jurídico-Políticas (ICJP), Centro de Investigação de Direito Público (CIDP).

Thomas, J. A. e K. D. Bovee, (1993). Application and testing of a procedure to evaluate transferability of habitat suitability criteria. *Regulated Rivers: Research and Management* **8**: 285-294.



Rua do Mar da China, 1 - Escritório 2.4 • Parque das Nações, 1990-137 Lisboa • Portugal
Telefone (+351) 21 752 01 90 • Fax (+351) 21 752 01 99 • E-mail geral@aqualogus.com
www.aqualogus.com