ANEXO I – Cartografia de Risco de Inundação – Estudo Hidrológico para o Concelho da Covilhã

Proposta para Discussão Pública

CARTOGRAFIA DE RISCO DE INUNDAÇÃO
ESTUDO HIDROLÓGICO
MUNICÍPIO DA COVILHÃ

Proposta para Discussão Pública

Equipa Técnica

Maria Simas Guerreiro

(revisão novembro de 2025)

ÍNDICE

1. Introdução 12

2. Caraterização da área em estudo 15

2.1. Dados de base 15

2.2. Enquadramento Geográfico 16

2.3. Formações geológicas 16

2.4. Solos 18

2.5. Relevo 21

2.6. Hidrografia 24

2.7. Ocupação do solo 25

2.8. Registos de cheias (SNIRH e DISASTER) 28

2.9. Registos de cheias (ANEPC) 29

2.10. Registos históricos de cheias (Dados do município e trabalho de campo) 33

2.11. Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação (ARPSI) 36

2.12. Zona Adjacente do rio Zêzere 37

3. Análise Hidrológica 44

3.1. Precipitação 46

3.1.1. Precipitação anual 47

3.1.2. Precipitação mensal 49

3.1.4. Precipitação máxima diária 50

3.1.5. Síntese das características pluviométricas com relevância para a ocorrência de cheias nas bacias hidrográficas 53

3.2. Caudal máximo anual 54

Proposta para Discussão Pública

3.3. Bacias hidrográficas 56
3.3.1. Tempos característicos 59
3.3.2. Delimitação das bacias 59
3.3.3. Características biofísicas 60
3.4. Caudal de ponta de cheia 75
3.4.1. Método de Loureiro 76
3.4.2. Método de Turazza-Giandotti 78
3.4.3. Método racional 80
3.4.4. Método do Soil Conservation Service (SCS) 81
3.4.5. Método de Temez 84
3.4.6. Método do hidrograma unitário do Soil Conservation Service 85
3.4.7. Síntese dos resultados para o caudal de ponta de cheia 87
4. Modelação hidráulica de cheias 88
4.1. Preparação dos dados de entrada no modelo 88
4.2. Simulação 94
4.3. Áreas inundáveis 95
4.3.1. Resultados de modelação – áreas inundáveis para o concelho da Covilhã 95
4.3.2. Comparação dos resultados das áreas inundáveis simuladas face aos registos de cheias/inundações da ANEPC 97
4.3.3. Comparação dos resultados das áreas inundáveis simuladas face aos registos municipais históricos de cheias 105
4.3.4. Comparação dos resultados das áreas inundáveis simuladas com a Zona Adjacente em vigor 116
5. Conclusão 124
6. Bibliografia 125
Anexos 3

Proposta para Discussão Pública

Anexo I – Registos históricos de cheia no concelho da Covilhã (trabalho de campo) 3

Anexo II – Secções de avaliação de caudal de pico de cheia para dimensionamento das ZAC 31

Anexo III – Registos de precipitação máxima diária anual 3

Anexo IV Características das bacias hidrográficas intermédias do rio Zêzere 6

Proposta para Discussão Pública

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Enquadramento geográfico dos principais rios e ribeiras no concelho da Covilhã 16

Figura 2. Distribuição espacial dos elementos geológicos no concelho da Covilhã, e nas bacias afluentes ao concelho 18

Figura 3. Distribuição espacial dos tipos de solos no concelho da Covilhã e nas bacias hidrográficas afluentes ao concelho 20

Figura 4. Distribuição da altitude na área em estudo 22

Figura 5. Distribuição da exposição solar na área em estudo 23

Figura 6. Distribuição dos declives na área em estudo 24

Figura 7. Principais sub-bacias e cursos de água nas bacias hidrográficas da área em estudo 25

Figura 8. Ocupação do solo (%) nas bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã 26

Figura 9. Ocupação do solo nas áreas afluentes ao concelho da Covilhã 27

Figura 10 Ocorrências de cheias/inundações de 1865-2015 (Fonte: Equipa Disaster, 2012) 28

Figura 11. Registos de ocorrência de cheias/inundações da ANEPC para o período de 2018 a 2024, georreferenciados pelo município (fornecidos pela APA, IP.) 33

Figura 12 Pontos com registos históricos de cheias (com identificação da cota de cheia atingida) no concelho da Covilhã 35

Figura 13 Extrato das fichas de caracterização que constam do Anexo I, para as dez áreas (onde se situam os pontos com registos históricos de cheias) onde se procedeu ao trabalho de campo (informação do Município da Covilhã) 36

Figura 14. Zona Adjacente do rio Zêzere, delimitada no concelho da Covilhã 38

Figura 15. Exemplos de situações de divergência entre a Zona Adjacente e cartografia de base do concelho (elaborada à escala 1:5 000) 42

Figura 16. Exemplos de situações de divergência entre a Zona Adjacente e Cartas Militares (elaborada à escala 1:25 000) 43

Figura 17. Localização das estações meteorológicas em estudo 44

Proposta para Discussão Pública

Figura 18. Variabilidade da precipitação anual nas estações inseridas nas bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã 48

Figura 19. Mapa de precipitação média anual (mm) (Fonte: Adaptado do SNIRH). 49

Figura 20. Distribuição da precipitação mensal nas estações em estudo: CARIA (12M/01UG), COVILHÃ (12L/03G), SILVARES (13K/02UG) e VALHELHAS (11M/01UG) 50

Figura 21. Sub-bacias do rio Zêzere no concelho da Covilhã, não pertencentes às bacias dos principais afluentes..... 58

Figura 22. Ilustração da determinação do fator de forma para duas bacias de mesma área..... 61

Figura 23. Sub-bacias do rio Zêzere nas secções de referência analisadas..... 65

Figura 24. Precipitação esperada para uma chuvada com período de retorno de 100 anos (curvas IDF Covilhã)..... 86

Figura 25. Modelo do terreno RAS Mapper do HEC-RAS e limite do concelho da Covilhã 90

Figura 26. Exemplo de traçado da geometria das linhas de água e respetivas secções transversais 91

Figura 27. Exemplo de geometria da secção transversal de uma linha de água 92

Figura 28. Valores do coeficiente de rugosidade Manning n adotados no estudo..... 93

Figura 29. Resultado da simulação correspondente ao perfil das áreas inundáveis no concelho da Covilhã por bacia hidrográfica..... 95

Figura 30. Resultado da simulação correspondente ao perfil das áreas inundáveis no concelho da Covilhã por freguesia 97

Figura 31. Incidência de áreas inundadas nos registos de cheias/inundações da ANEPC (APA, 2024) 98

Figura 32. Pontos com registos de cheia em sobreposição com as Zonas Ameaçadas pelas Cheias (simulação) do concelho da Covilhã..... 107

Figura 33. Sobreposição das áreas inundáveis resultantes da simulação com os pontos com registos de cheia (ponto 01, até ponto 12) e representação das curvas de nível (cartografia de base)..... 108

Figura 34. Sobreposição das áreas inundáveis resultantes da simulação com os pontos com registos de cheia (ponto 13 até ponto 18) e representação das curvas de nível (cartografia de base)..... 111

Figura 35. Sobreposição do registo de cheia (ponto 10, 11 e 12) na zona ameaçada pela cheia

Proposta para Discussão Pública

(simulação) e representação das curvas de nível (cartografia de base) 114

Figura 36. Zona de depressão não plasmada no modelo digital do terreno – local de medição da cota identificada pela testemunha na margem esquerda do Rio Zêzere (registo fotográfico retirado do Anexo I) 115

Figura 37. Sobreposição da Zona Adjacente do rio Zêzere com as áreas inundáveis resultantes da simulação 116

Figura 38. Sobreposição da Zona Adjacente do Zêzere às Zonas ameaçadas pelas cheias (simulação), circunscrita pelas bacias delimitadas na Zona Adjacente 117

Figura 39. Exemplos, no rio Zêzere, de situações de divergência entre a área inundável simulada e a ZA, sobrepostas à cartografia de base homologada do concelho da Covilhã (escala 1:5 000) 119

Figura 40. Exemplos, no rio de Beijames (A), ribeira da Caría (B) e ribeira do Paúl (C), de situações de divergência entre a simulação das áreas inundáveis e ZA, tendo por base a cartografia de base do concelho (elaborada à escala 1:5 000) 122

Proposta para Discussão Pública

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Informação geográfica utilizada para a caracterização da área de estudo - fontes e principais características técnicas 15

Quadro 2. Tipo de solos nas bacias afluentes ao concelho da Covilhã 21

Quadro 3. Distribuição da ocupação do solo no concelho da Covilhã 27

Quadro 4. Registos de ocorrência de cheias/inundações da ANEPC para o período de 2018 a 2024, georreferenciados pelo município (fornecidos pela APA, IP.) 29

Quadro 5. Identificação dos pontos com registos históricos de cheias no concelho da Covilhã 34

Quadro 6. Características das estações meteorológicas (Fonte: SNIRH) 45

Quadro 7. Parâmetros das estações udométricas e períodos com dados 45

Quadro 8. Estatística descritiva da precipitação anual para as estações meteorológicas localizadas nos limites das bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã 47

Quadro 9. Parâmetros da função de distribuição de probabilidade de extremos tipo I, Gumbel (dados obtidos a 15 novembro 2024) 52

Quadro 10. Frequência (%) mensal de ocorrência de registos de precipitação diária máxima anual em CARIA (12M/01UG), COVILHÃ (12L/03G), SILVARES (13K/02UG) e VALHELHAS (11M/01UG) 52

Quadro 11. Período de retorno dos registos máximos e mínimos da precipitação máxima diária anual em CARIA (12M/01UG), COVILHÃ (12L/03G), SILVARES (13K/02UG) e VALHELHAS (11M/01UG) 54

Quadro 12. Estações hidrométricas localizadas nas bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã 54

Quadro 13. Registos de caudal máximo anual na estação 11L/01H MANTEIGAS 55

Quadro 14. Cartografia utilizada na caracterização e análise hidrológica da área em estudo 56

Quadro 15. Parâmetros geométricos das bacias dos rios afluentes ao concelho da Covilhã 64

Quadro 16. Parâmetros geométricos de sub-bacias do rio Zêzere no concelho da Covilhã 64

Quadro 17. Parâmetros da rede de drenagem afluente ao concelho da Covilhã 66

Quadro 18. Parâmetros dos troços do rio Zêzere 67

Proposta para Discussão Pública

Quadro 19. Características dos parâmetros do relevo das principais bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã 68

Quadro 20. Características dos parâmetros do relevo de sub-bacias hidrográficas do rio Zêzere afluentes ao concelho da Covilhã 68

Quadro 21. Classificação hidrológica dos solos segundo o SCS (adaptado de Lencastre e Franco, 1992). 70

Quadro 22. Definição do número de escoamento por utilização ou cobertura do solo e tipo de solo (Correia 1984b) 71

Quadro 23. Tempo de concentração (Tc), com base em diferentes métodos empíricos, das bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã..... 72

Quadro 24. Tempo de concentração das bacias hidrográfica afluentes ao concelho da Covilhã..... 73

Quadro 25. Tempo de concentração de sub-bacias hidrográficas do rio Zêzere afluentes ao concelho da Covilhã..... 74

Quadro 26. Valor de Z e Valor de C para os diferentes períodos de retorno (T) (Fonte: Loureiro, 1984). 77

Quadro 27. Determinação das Zonas para a obtenção dos valores Z e C (Fonte: Loureiro, 1984).... 77

Quadro 28. Caudais de ponta de cheia obtidos pela aplicação do método do Loureiro..... 78

Quadro 29. Parâmetro λ da fórmula de Turazza-Giandotti para o cálculo do caudal de ponta de cheia 78

Quadro 30. Coeficientes das curvas IDF para o período de retorno de 100 anos – Estação da Covilhã 12L/03 (Portaria n.º 336/2019 de 26 de setembro..... 79

Quadro 31. Caudais de ponta de cheia obtidos pela aplicação do método de Turazza-Giandotti.... 80

Quadro 32. Intensidade de precipitação para o tempo de concentração da bacia e diversos períodos de retorno 81

Quadro 33. Caudais de ponta de cheia obtidos pela aplicação do método racional 81

Quadro 34. Parâmetros para avaliação do caudal de pico de cheia pelo método do SCS 83

Quadro 35. Parâmetros para avaliação do caudal de pico de cheia pelo método de Temez 84

Quadro 36. Resultados obtidos pelo método do hidrograma unitário do Soil Conservation Service

Proposta para Discussão Pública

para um período de retorno de 100 anos 87

Quadro 37. Valores de caudal de ponta de cheia e caudal unitário, para um período de retorno de 100 anos 88

Quadro 38. Coeficiente de *Manning* com base na ocupação do solo das bacias 92

Quadro 39. Áreas inundáveis no concelho da Covilhã para um período de retorno de 100 anos para as bacias hidrográficas em estudo 96

Quadro 40. Áreas inundáveis nas freguesias do concelho da Covilhã para um período de retorno de 100 anos 96

Quadro 41. Análise da incidência de áreas inundadas nos registos de cheias/inundações da ANEPC 98

Proposta para Discussão Pública

1. Introdução

A Diretiva da Avaliação e Gestão dos Riscos de- Inundações (DAGRI), Diretiva n.º 2007/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2007, relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações, estabelece "(...) *um quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundações, a fim de reduzir as consequências associadas às inundações na Comunidade prejudiciais para a saúde humana, o ambiente, o património cultural e as atividades económicas.* O Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto, que altera o regime jurídico da Reserva Ecológica Nacional, indica que a delimitação das zonas ameaçadas pelas cheias será definida através de modelação hidrológica e hidráulica para um período de retorno de 100 anos, também apresentado na recomendação técnica nº 1/2017 (CNT, 2017). Os Planos de Gestão dos Riscos de Inundações surgem como principal instrumento da gestão desses riscos, que compreendem a cartografia de áreas inundáveis de risco de inundações (Agência Portuguesa do Ambiente, 2022).

Os caudais extremos, ou caudais de ponta de cheia para um período de retorno, são comummente avaliados através de modelos, como a fórmula racional, de Giandotti, de Loureiro (Chow, 1988; Portela e Hora, 2002; Correia, 1984), ou o método do Soil Conservation Service-SCS (NRCS, 2004), entre outros. Os estudos hidrológicos para determinação desses caudais suportam-se em informação meteorológica e hidrométrica disponível nas redes de monitorização, como por exemplo os da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), que processa, valida e divulga essa informação através do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH[1]). Os resultados da modelação hidrológica e hidráulica devem, sempre que possível, ser alvo de análise crítica e comparados com observações hidrométricas na mesma bacia hidrográfica.

As cheias são fenómenos hidrológicos extremos, associados, a precipitação extrema, tsunamis, rotura de barragens ou diques e fusão de neve ou gelo, embora nesta tipologia de REN tenham sido apreciados apenas os fenómenos associados a precipitações extremas. A aplicação dos modelos hidrológicos prevê a determinação prévia da chuvada associada, que pode ser avaliada através de diversos métodos, entre os quais, as curvas de intensidade-duração-frequência (IDF), que relacionam a intensidade máxima da chuva, respetiva duração temporal e período de retorno. Devem-se observar as curvas IDF específicas da bacia hidrográfica em análise ou as curvas IDF

[1] https://snirh.apambiente.pt/

Proposta para Discussão Pública

disponíveis no portal do SNIRH.

O comportamento dos cursos de água relativamente às cheias é influenciado por vários fatores: desencadeantes, condicionantes e agravantes (Ramos, 2005 e Ramos, 2009). Como os nomes indicam, o fator desencadeante refere-se essencialmente à precipitação, pois mesmo que uma bacia hidrográfica seja mais propensa a cheias, se não houver precipitação, dificilmente ocorrerão cheias; os fatores condicionantes das cheias podem ser permanentes ou variáveis, influenciando o tempo de concentração numa bacia hidrográfica através da geometria, rede de drenagem, relevo, solo e subsolo, ou seja, determinam o grau de predisposição das bacias hidrográficas à ocorrência de cheias; os fatores agravantes podem ser naturais, tais como obstáculos transportados pelas cheias, ou artificiais como o estreitamento artificial dos canais fluviais, a obstrução artificial e impermeabilização do solo.

O modelo hidráulico permite criar cartografia específica e delinear as zonas ameaçadas pelas cheias sobre topografia atual e validada. Na ausência dessa topografia, pode desenvolver-se, em alternativa, um Modelo Numérico de Elevação a partir de cartografia base e dados altimétricos do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) para a Península Ibérica, disponíveis em http://srtm.usgs.gov, com resolução base de 90 m, ou o modelo digital do terreno disponibilizado pela Agência Europeia do Ambiente em https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eu-dem) com resolução aproximada de 30 m.

O objetivo principal deste trabalho é a delimitação das zonas ameaçadas pelas cheias no concelho da Covilhã, através da identificação de áreas inundáveis, profundidades e velocidades de escoamento, obtidas por modelação hidráulica, para o período de retorno de 100 anos. Para tal, caracterizar-se-á a precipitação a diferentes escalas temporais, informação fundamental para a determinação dos caudais de ponta de cheia necessários para a modelação hidráulica.

Este estudo está dividido em cinco partes. O primeiro capítulo faz um enquadramento do estudo. O segundo capítulo caracteriza a área em estudo, o concelho da Covilhã, segundo o seu enquadramento geográfico, formações geológicas, solos, relevo, hidrografia e ocupação do solo. O terceiro capítulo analisa, no espaço e no tempo, a informação hidrológica disponível nas estações meteorológicas e hidrométricas das bacias hidrográficas associadas ao concelho da Covilhã, avalia as características das bacias hidrográficas e quantifica o caudal de ponta de cheia das linhas de água principais. No quarto capítulo é descreve-se a modelação hidráulica das cheias, com base no modelo HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center-River Analysis System*), seguido do capítulo 5 - conclusão.

Proposta para Discussão Pública

O caudal de ponta de cheia é avaliado pela ponderação dos valores obtidos pelos diversos métodos e utilizado para a delimitação das áreas suscetíveis de serem inundadas para o período de retorno de 100 anos, obtendo-se desta forma as alturas e velocidades de escoamento. São descritos os procedimentos executados no modelo hidráulico HEC-RAS, desde a preparação das variáveis até à obtenção dos resultados simulados relativos à extensão das áreas inundáveis, profundidade e velocidade de escoamento.

Algumas limitações a este estudo prendem-se, sobretudo, com a resolução da cartografia usada para geração do modelo digital do terreno, que assume uma variação linear entre as curvas de nível e pontos cotados e cujo resultado pode, pontualmente, não ser representativo de algumas zonas do território quando analisadas a maior escala. Acresce a, por vezes, descontinuidade da cartografia com os concelhos vizinhos, que dificulta a delimitação das zonas afetadas pelas cheias nas linhas de água contíguas a esses. O modelo digital do terreno disponibilizado pela Agência Europeia do Ambiente (https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eu-dem) com resolução aproximada de 30 m não se apresentou como alternativa viável, dada a sua baixa resolução.

Proposta para Discussão Pública

2. Caraterização da área em estudo

2.1. Dados de base

Para delineamento das zonas de risco de inundação, utilizaram-se ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), bem como para o processamento e análise da informação geográfica. O software utilizado foi o ArcGIS Pro e QGIS. Segundo as Normas e Especificações Técnicas para a Cartografia Topográfica Vetorial e de Imagem (DGT, 2020), o sistema de coordenadas adotado neste estudo foi o ETRS89 Portugal TM06.

A caracterização do território das bacias hidrográficas associadas ao concelho da Covilhã baseou-se na informação geográfica apresentada no Quadro 1.

Quadro 1. Informação geográfica utilizada para a caracterização da área de estudo - fontes e principais características técnicas

Informação geográfica	Formato	Escala	Origem
Carta Administrativa Oficial de Portugal – CAOP. Versão 2023	vetorial	1:25 000	DGTerritório
Principais Bacias Hidrográficas (DQA)	vetorial	1: 25 000	SNIAmb
Rede hidrográfica GeoCodificada	vetorial	1: 25 000	SNIAmb
Rede de estações hidrométricas ativas (ligação direta ao SNIRH)	vetorial	1: 10 000	SNIAmb provenientes do SNIRH
Rede de estações meteorológicas (ligação direta ao SNIRH)	vetorial	1: 10 000	SNIAmb provenientes do SNIRH
Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal continental para 2018 (COS2018)	vetorial	UMC: 1 ha. DML: 20 m LMP: 20 m ET ≥ 85% EP ≥ 5,5 m	DGTerritório
Carta Litológica	vetorial	1:1000000	SNIAmb

UMC – Unidade cartográfica mínima; DML – Distância mínima entre linhas; LMP – Largura mínima entre polígonos; ET – Exatidão temática; EP – Exatidão posicional.

Proposta para Discussão Pública

2.2. Enquadramento Geográfico

O concelho da Covilhã é atravessado pelo rio Zêzere, dá origem à ribeira de Beijames, à ribeira do Corges, ribeira de Cortes e ribeira de Porsim e acolhe escorrências da ribeira de Gaia, ribeira da Caria, ribeira de Meimoa e ribeira de Ximassas (**Figura 1**).

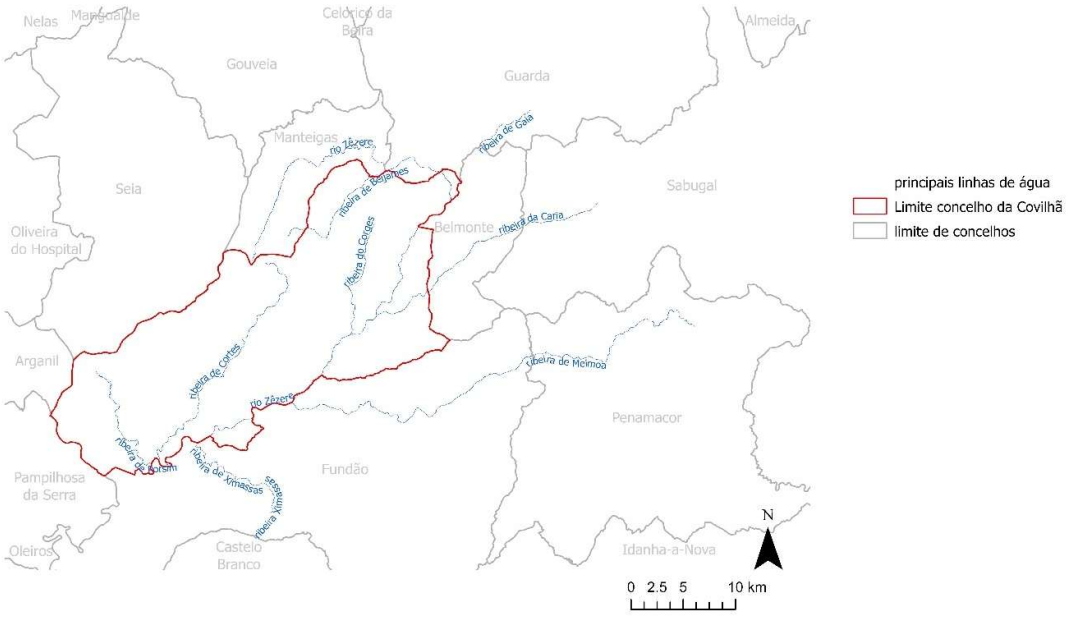


Figura 1. Enquadramento geográfico dos principais rios e ribeiras no concelho da Covilhã

2.3. Formações geológicas

As bacias hidrográficas associadas ao concelho da Covilhã estão inseridas na unidade hidrogeológica "Maciço Antigo" sendo este constituído, essencialmente, por rochas eruptivas e metassedimentares. As formações mais representativas são o Granito e o Xisto, com presença de aluviões associadas ao rio Zêzere. Da análise do substrato geológico no âmbito de um estudo sobre cheias, interessa conhecer a sua permeabilidade, dado que formações litológicas mais permeáveis, favorecem a infiltração da água com respetiva redução de escoamento superficial, aumento do tempo de concentração e redução do pico de cheia (Santos et al., 2019). A área em estudo apresenta uma grande heterogeneidade litológica, responsável por diferenças de permeabilidade do meio e consequentemente a capacidade de armazenamento de água.

As características geológicas da bacia condicionam a geração da rede de drenagem, o tipo de solo presente e consequentemente a distribuição e o movimento da água na bacia. O regime de

Proposta para D

escoamento da bacia, em igualdade de outros fatores, é tanto mais constante quanto maior for a permeabilidade dos seus solos e formações geológicas (porque é favorecido o armazenamento nos aquíferos) e, pelo contrário, mais irregular, com hidrogramas caracterizados por picos acentuados em resposta às chuvadas, quando a permeabilidade é baixa.

De um modo geral, verifica-se a elevada presença de ocupação dos granitos a norte da bacia que representam solos com elevada quantidade de elementos grosseiros com boas capacidades de infiltração e a presença de xistos a sul do concelho (**Figura 2**), que correspondem a solos argilosos, logo não favoráveis à infiltração de água.

Proposta para Discussão Pública

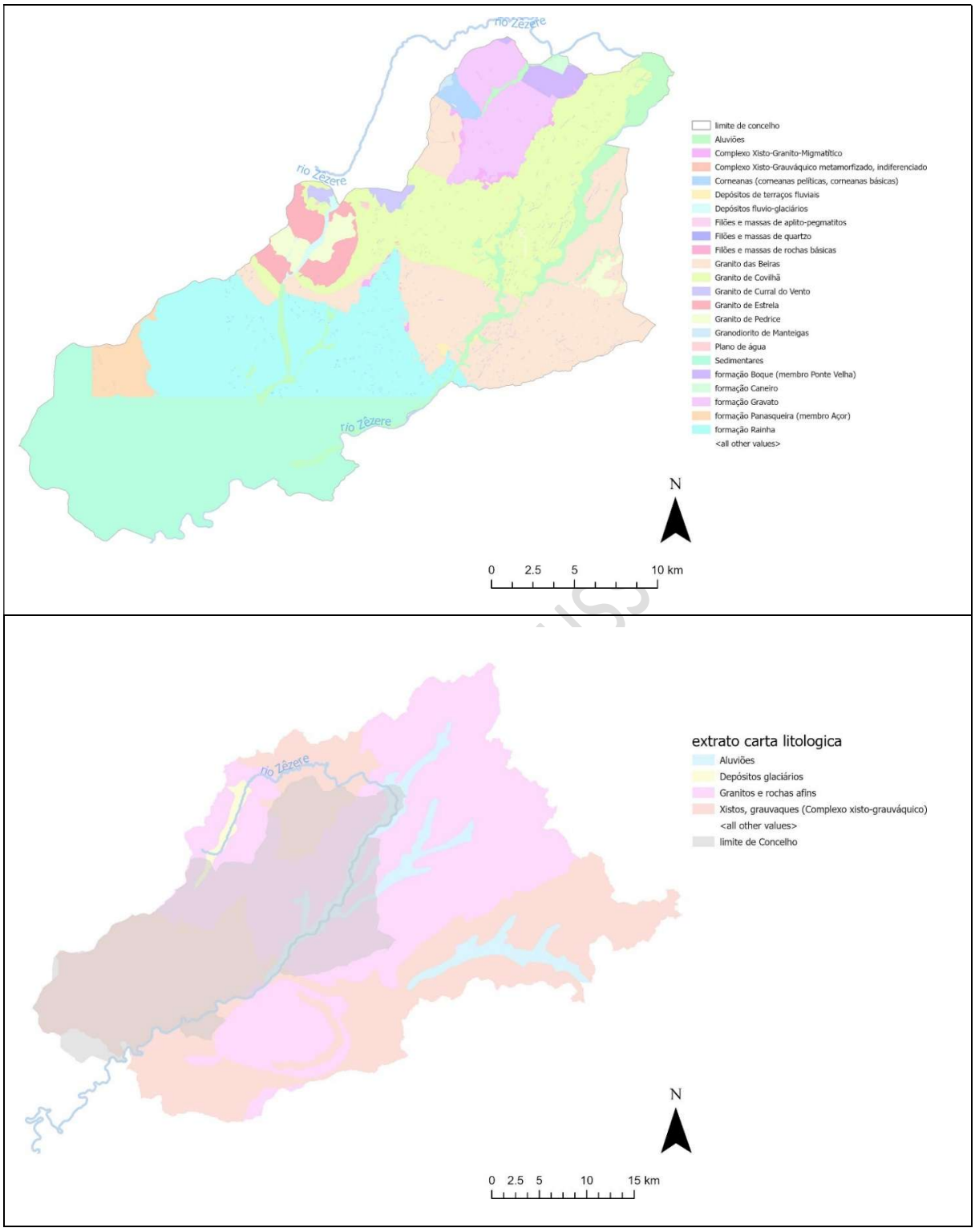


Figura 2. Distribuição espacial dos elementos geológicos no concelho da Covilhã, e nas bacias afluentes ao concelho

2.4. Solos

As características dos solos que mais condicionam o movimento da água na bacia são: a sua

capacidade de infiltração (geralmente crescente com a granulometria) e a capacidade de retenção (geralmente crescente com a diminuição da granulometria. A **Figura** 3 representa a distribuição espacial dos tipos de solos nas bacias afluentes ao concelho da Covilhã. Os Cambissolos húmicos representam 95 % da área drenante, seguido dos Regossolos Psamíticos (5 %) da área afluente ao concelho da Covilhã.

Proposta para Discussão Pública

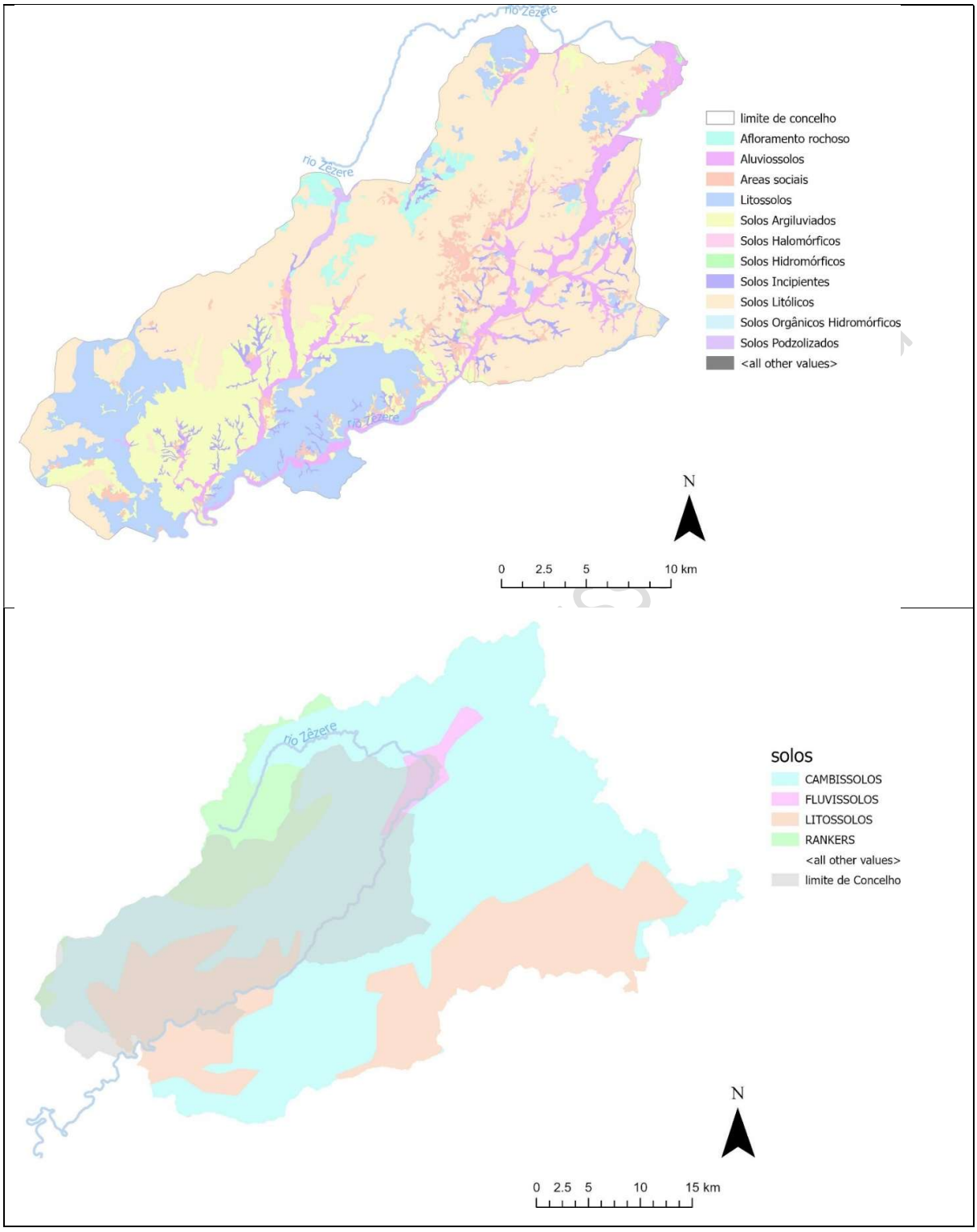


Figura 3. Distribuição espacial dos tipos de solos no concelho da Covilhã e nas bacias hidrográficas afluentes ao concelho

Os Cambissolos representam 64 % dos solos presentes nas bacias hidrográficas afluentes ao

concelho da Covilhã (**Quadro 2**) e caraterizam-se por serem solos pouco evoluídos que se desenvolvem a partir de materiais de alteração da rocha subjacente ou a partir de materiais de transporte de outros locais. Encontram-se sobretudo nas áreas que num passado recente foram utilizadas na agricultura. A textura destes solos varia entre franca, franco-argilosa e franco-limosa. Os Fluvissolos são solos jovens em depósitos aluvionares e caracterizam-se por serem solos pouco evoluídos em material não consolidado. Os litossolos caracterizam-se por ser o primeiro estágio de desenvolvimento de um solo, com exposição da rocha-mãe. Os Rankers representam, também, solos pouco evoluídos.

Quadro 2. Tipo de solos nas bacias afluentes ao concelho da Covilhã

Tipo de solo	area (km2)	area (%)
Cambissolos dístricos	489	31
Cambissolos húmicos	526	33
Fluvissolos dístricos	30	2
Litossolos êutricos	417	26
Rankers	129	8

2.5. Relevo

As altitudes nas bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã variam entre os 361 m e os 1993 m (**Figura 4**), com uma média de 660 m.

Proposta para Discussão Pública

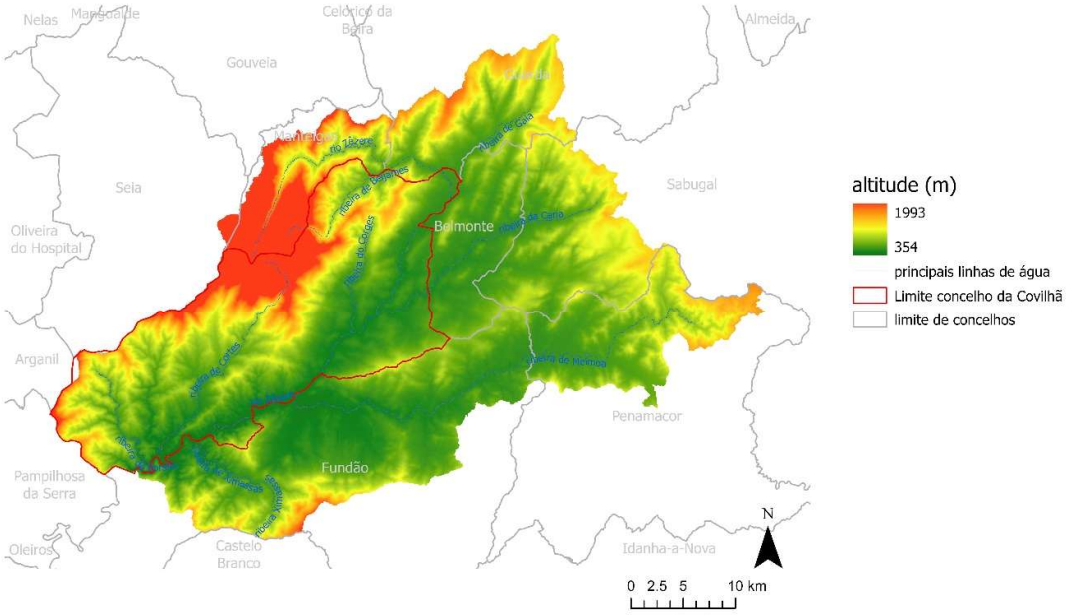


Figura 4. Distribuição da altitude na área em estudo

A distribuição da exposição solar está apresentada na **Figura 5**. A exposição solar implica a receção de quantidades diferentes de radiação solar, que afeta, por sua vez, o declive, padrões de vegetação de profundidade do solo (Broxton et al., 2008).

Proposta para DIS

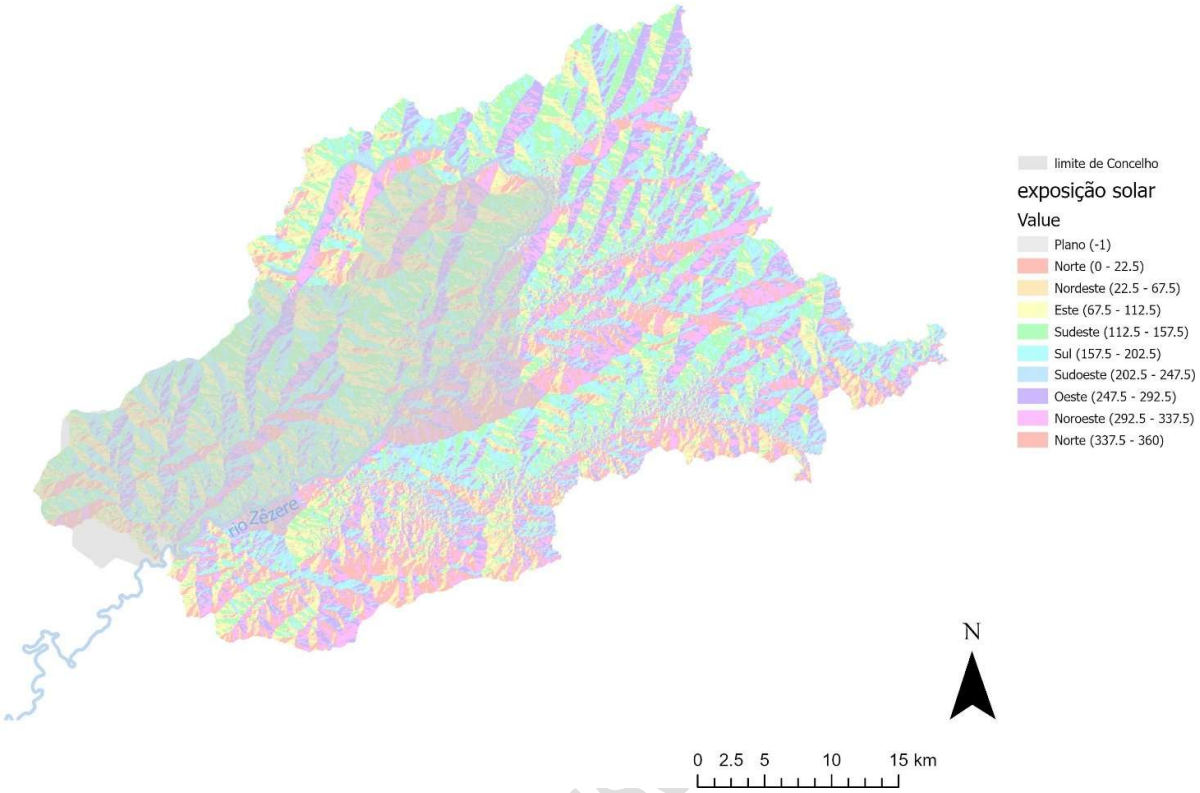


Figura 5. Distribuição da exposição solar na área em estudo

De todos os elementos geomorfológicos, o declive tem a maior preponderância em situações de cheia (Leal, 2011). O declive interfere na velocidade de escoamento e na infiltração (Ramos, 2009). Desta forma, quanto maior for a inclinação das vertentes e dos canais fluviais, maior será a velocidade e a energia potencial do escoamento e, por isso, menor será a oportunidade de infiltração ao longo das vertentes e o tempo para a concentração nos leitos fluviais, com o consequente aumento dos caudais de ponta, da erosão hídrica e fluvial e do transporte de sedimentos (Ramos, 1994; Ramos, 2009; Leal, 2011). A distribuição dos declives nas bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã está apresentada na **Figura 6**.

Proposta para Dis

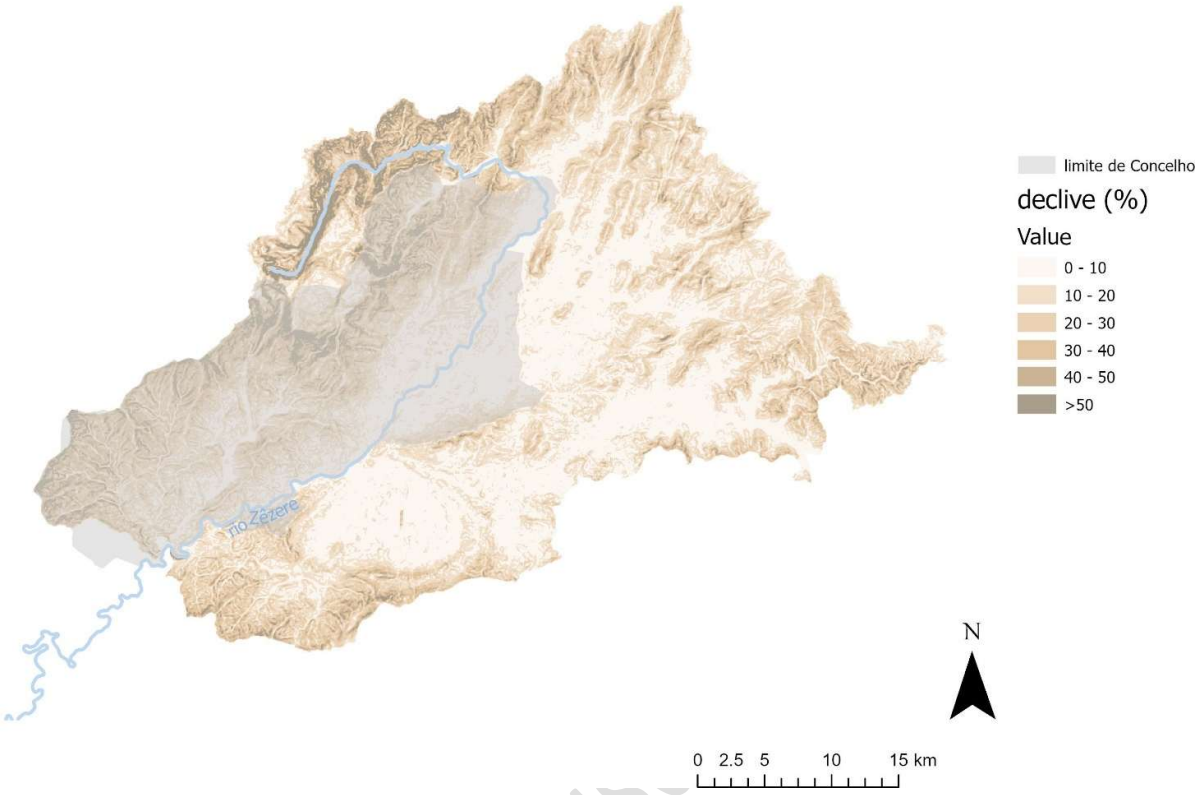


Figura 6. Distribuição dos declives na área em estudo

2.6. Hidrografia

O principal curso de água afluentes ao concelho da Covilhã, o rio Zêzere (**Figura 1**) tem grande parte da sua bacia hidrográfica exterior ao concelho (**Figura 7**). As ribeiras de Beijames, Corges, Cortes e Porsim formam-se no interior do concelho enquanto as ribeiras de Gaia, Caria, Meimoa e Ximassas, afluentes da margem esquerda do rio Zêzere, têm a sua origem fora do concelho (**Figura 7**).

Proposta para Dis

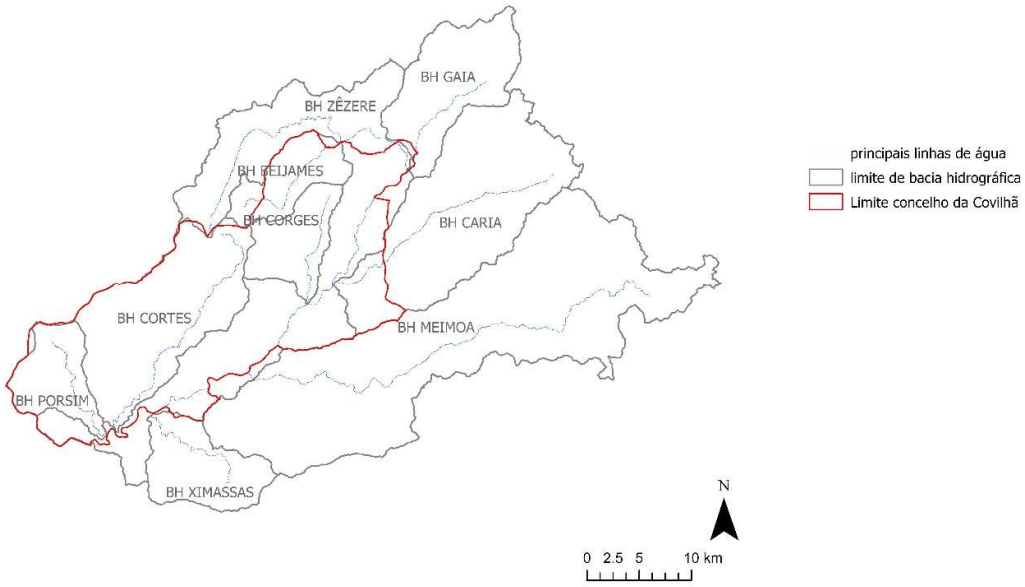


Figura 7. Principais sub-bacias e cursos de água nas bacias hidrográficas da área em estudo

2.7. Ocupação do solo

A ocupação do solo é um fator fundamental no estudo das cheias. A análise da ocupação solo na área em estudo realizou-se a uma escala intermédia, 1:25000, e teve por base a informação Carta de Ocupação do Solo (COS) da DGT, de 2018. De forma geral, a partir da análise efetuada, as áreas de drenagem afluentes ao concelho da Covilhã são, predominantemente, florestas (43 %), agricultura (25 %), e matos (19 %) (**Figura 8**).

Proposta para DI

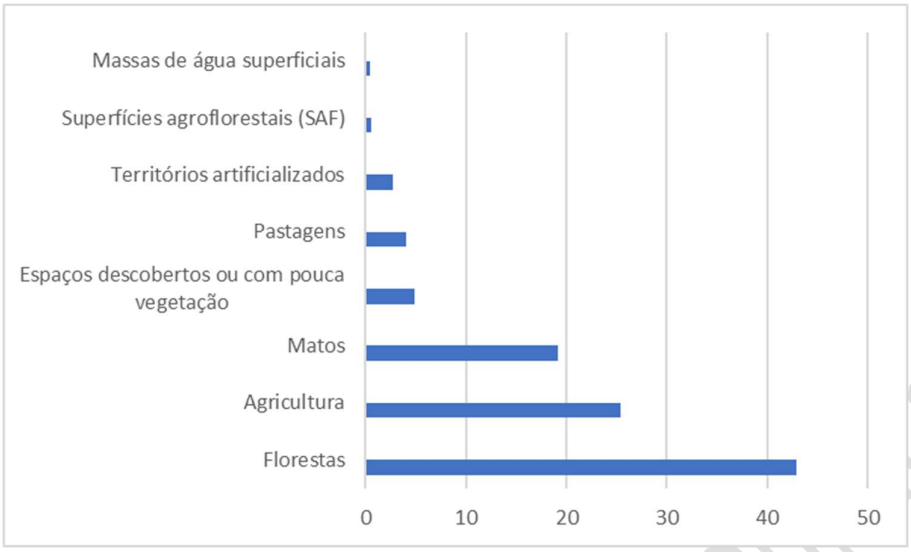


Figura 8. Ocupação do solo (%) nas bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã

As bacias afluentes ao concelho da Covilhã têm predominantemente uma ocupação florestal e zonas de ocupação agrícola ao longo dos principais rios e ribeiras (**Figura 9** e **Quadro 3**).

Proposta para Discussão Pública

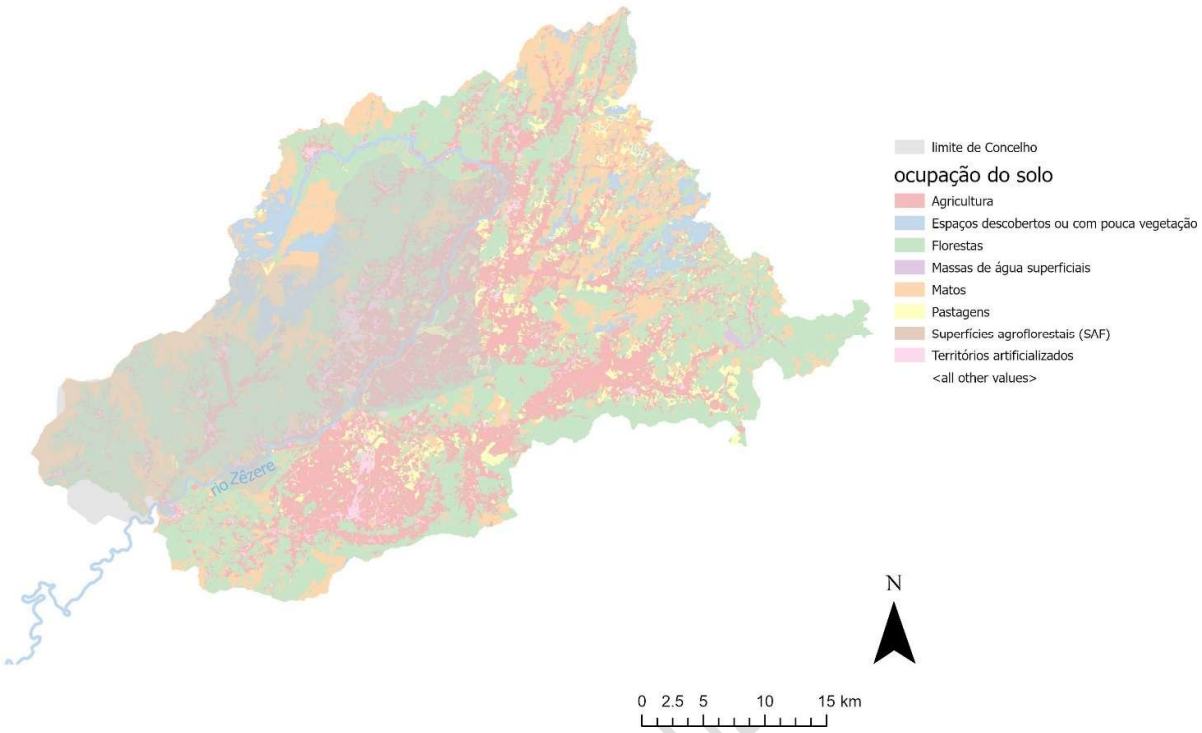


Figura 9. Ocupação do solo nas áreas afluentes ao concelho da Covilhã

Quadro 3. Distribuição da ocupação do solo no concelho da Covilhã

Ocupação do solo	Área (ha)
Agricultura	40347
Espaços descobertos ou com pouca vegetação	7712
Florestas	68210
Massas de água superficiais	724
Matos	30471
Pastagens	6493
Superfícies agroflorestais (SAF)	945
Territórios artificializados	4208

Proposta para Discussão

2.8. Registos de cheias (SNIRH e DISASTER)

Não há registo de ocorrência de cheias no concelho da Covilhã segundo informação disponibilizada pela APA - Marcas de cheia do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos da APA (snirh.pt).

No entanto, o projeto Disaster (Equipa DISASTER, 2012) apresenta 15 ocorrências de cheias/inundações: uma ocorrência nas freguesias de Canhoso, São Martinho, São Pedro, Erada, São Jorge da Beira, Teixoso e Verdelhos e duas ocorrências nas freguesias de Casegas, Cortes do Meio, Sarzedo e Tortosendo (Figura 10).

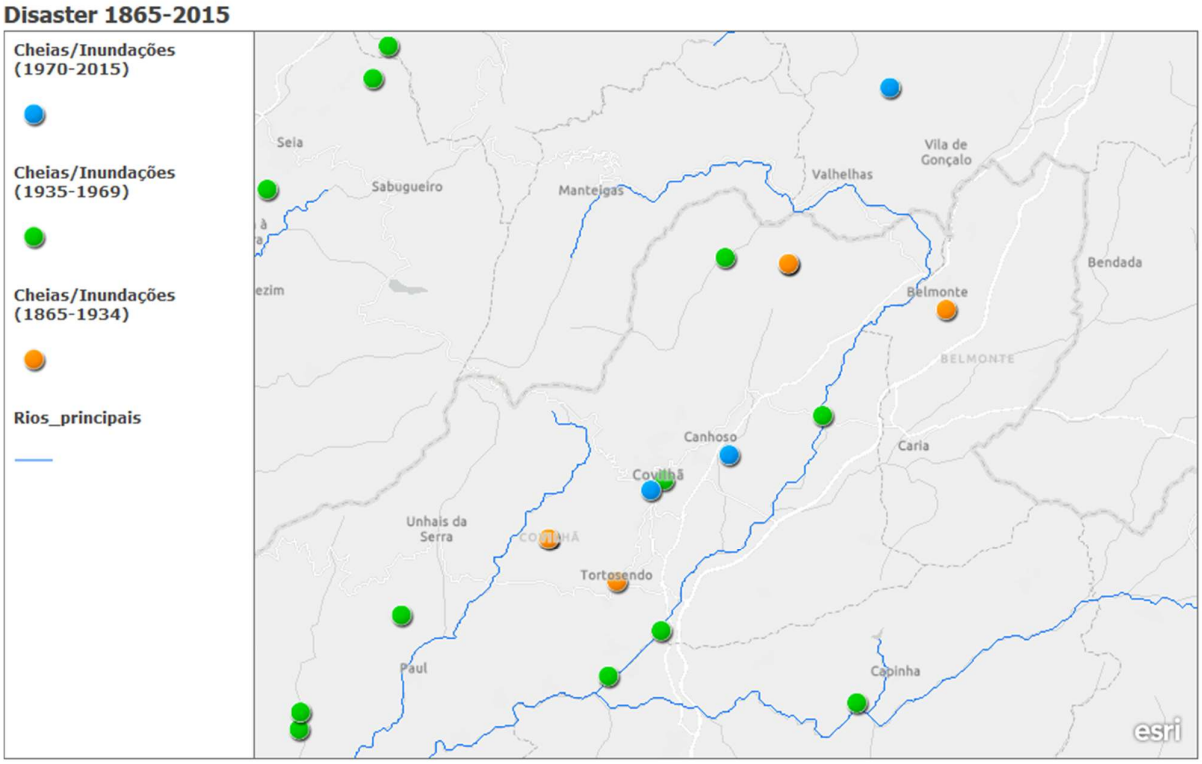


Figura 10 Ocorrências de cheias/inundações de 1865-2015 (Fonte: Equipa Disaster, 2012)

2.9. Registos de cheias (ANEPC)

De acordo com a base de dados da ANEPC para o concelho da Covilhã, fornecida pela APA, I.P., foram identificadas 121 ocorrências de cheias e inundações para o período de 2018 a 2024 e registadas em formato de tabela / lista (Quadro 4). Da lista fornecida, procurou-se localizar os registos atendendo à área mais suscetível aos eventos de cheia/inundação, tendo por base a descrição destes serviços. Das 121 ocorrências foi possível localizar 109, das quais 64 correspondem à posição aproximada ao sítio mais suscetível ao risco de cheia, proximidade a linhas de água ou com cota altimétrica mais baixa. Note-se que estes registos não possuem cota altimétrica associada.

Quadro 4. Registos de ocorrência de cheias/inundações da ANEPC para o período de 2018 a 2024, georreferenciados pelo município (fornecidos pela APA, IP.)

Id	Data	Descri	Coordenadas
1	13/12/2022 01:40	Estrada Municipal 503	7,3798284°W 40,3723269°N
2	09/03/2018 11:22	EN 18 - Orjais	7,3923254°W 40,3455333°N
3	08/11/2020 16:25	N18 SENTIDO V.Formoso»» Covilha // Zona de ORJAIS	7,3923254°W 40,3455333°N
4	08/11/2020 15:07	Rua da Capela Gibraltar	7,4549970°W 40,3229405°N
5	16/09/2023 16:30	Complexo Hab. das Nogueiras	7,4546403°W 40,3175301°N
6	14/09/2022 10:57	Escola do Teixoso	7,4614207°W 40,3151941°N
7	02/09/2023 15:45	Vila do Carvalho	7,4931713°W 40,3118327°N
8	12/12/2022 14:20	Sitio do Rego de Agua	7,4926212°W 40,3111253°N
9	16/09/2023 16:50	Rego de Água	7,4926212°W 40,3111253°N
10	17/10/2023 17:50	Rua Rego d'Água	7,4926212°W 40,3111253°N
11	15/06/2021 17:00	Ponte Pedrinha	7,4536553°W 40,3103714°N
12	20/12/2019 18:30	Avenida 8 Março	7,4606036°W 40,3090181°N
13	08/11/2020 14:35	Av. 8 de Março nº 15 2ª Cave drt.	7,4605462°W 40,3088438°N
14	20/12/2019 21:06	Av. 8 de Março nº 15 2Cave drt.	7,4605463°W 40,3088428°N
15	08/01/2023 15:13	Hotel Luna	7,5491696°W 40,3072291°N
16	19/10/2020 22:50	R SAO DOMINGOS 1 LAMEIRAO 6200-393_COVILHA 050333: PRX.	7,4967487°W 40,3018732°N
17	14/09/2022 23:55	Rua das Escolas	7,4932874°W 40,3002692°N
18	17/01/2024 08:35	Quinta da Amoreira	7,4661623°W 40,2988989°N
19	21/12/2019 11:40	Rua 1º Maio n8	7,5009588°W 40,2990833°N
20	20/12/2019 13:08	Rua Manuel Alçada Padez	7,4684612°W 40,2974796°N
21	20/12/2019 21:20	Rua Manuel Alçada Padez	7,4684612°W 40,2974796°N
22	21/12/2019 14:54	Rua Manuel Alçada Bloco 11	7,4733668°W 40,2974930°N
23	20/12/2022 13:29	Rua Manuel Alçada Padez n.11	7,4733668°W 40,2974930°N
24	20/12/2019 17:35	Rua da Tapada n.20	7,5041528°W 40,2973163°N
25	24/10/2023 18:25	Cantar Galo R. 30junho 80	7,4999536°W 40,2972012°N
26	20/12/2019 18:15	Rua das Almas	7,4795106°W 40,2968419°N
27	12/12/2022 18:33	Rua da Escola	7,4766650°W 40,2967050°N
28	17/10/2023 13:33	Continente Bom Dia	7,4827247°W 40,2940944°N
29	20/12/2019 16:50	Lameirão de baixo	7,5016814°W 40,2934000°N

Proposta para Discussão Pública

Id	Data	Descri	Coordenadas
30	19/12/2019 18:23	Hotel da Serra da Estrela	7,5339459°W 40,2916664°N
31	19/12/2019 21:18	R INDUSTRIA 88	7,5046603°W 40,2907154°N
32	20/12/2019 16:21	R INDUSTRIA 82	7,5044971°W 40,2905771°N
33	15/12/2022 20:15	Urbanização Ribeiro de Flandres lote 9	7,4985117°W 40,2903560°N
34	20/12/2022 08:39	Ribeira de Flandres	7,4958985°W 40,2899195°N
35	20/12/2022 08:53	Parque Industrial	7,4806340°W 40,2895626°N
36	20/05/2018 18:16	Faculdade Ciências Humanas	7,5149741°W 40,2890902°N
37	24/10/2023 08:48	PAVILHAO DESPORTIVO	7,5021556°W 40,2870890°N
38	21/12/2019 08:52	Bairro dos Penedos Altos	7,5005543°W 40,2870483°N
39	06/11/2020 17:10	Ponte Pedonal dos Penedos Altos	7,5027554°W 40,2853491°N
40	17/09/2023 11:10	Av Cidade do Rio de Janeiro	7,4876223°W 40,2852275°N
41	26/08/2019 05:06	Avª Frei Heitor Pinto	7,5063556°W 40,2848524°N
42	17/10/2023 18:10	Avenida Frei Heitor Pinto	7,5063556°W 40,2848524°N
43	26/08/2019 07:45	Avenida Frei Heitor Pinto	7,5063556°W 40,2848524°N
44	06/11/2020 17:10	Infantário Abrigo dos Pequeninos	7,5068456°W 40,2839717°N
45	20/12/2019 20:13	Joaquim Pereira Espiga nº11	7,4977427°W 40,2828217°N
46	19/10/2020 23:02	Av. São Salvador n.15	7,5037358°W 40,2828353°N
47	09/03/2018 10:47	Rua Comendador Campos Melo Nº 70	7,5041225°W 40,2821283°N
48	19/12/2019 23:00	Centro Comercial	7,5056177°W 40,2818928°N
49	23/03/2022 15:18	Rua dos Combatentes Grande Guerra N41	7,5036575°W 40,2818218°N
50	20/12/2019 11:37	Rua Mateus Fernandes n.93	7,4987794°W 40,2809678°N
51	21/12/2019 07:00	Rua Mateus Fernandes - Frutaria Miminhos da Fruta	7,4987794°W 40,2809678°N
52	08/11/2020 14:30	Av montes erminios nº 14	7,5093880°W 40,2809914°N
53	08/11/2020 14:30	rua montes erminios nº 49	7,5142134°W 40,2809602°N
54	23/11/2022 13:00	ASM Covilha	7,5081340°W 40,2807878°N
55	12/12/2022 09:22	Praça do Município	7,5042619°W 40,2805727°N
56	11/12/2022 14:00	Câmara Municipal da Covilhã	7,5045214°W 40,2804950°N
57	15/12/2022 07:41	Quinta do Chorão - Rua da Torre n.5	7,4896027°W 40,2802902°N
58	08/12/2022 11:58	Rua da Senhora do Rosário	7,5073564°W 40,2800614°N
59	13/09/2022 08:47	Rua Formosa	7,5060429°W 40,2799760°N
60	17/10/2023 09:55	Rua Formosa	7,5060429°W 40,2799760°N
61	13/12/2022 16:13	Rua Vasco da Gama	7,5010899°W 40,2794105°N
62	20/12/2019 20:30	Rua dos Namorados n.17	7,5089772°W 40,2791778°N
63	20/12/2019 19:03	Fabrica Alçada e Pereira	7,5154718°W 40,2783347°N
64	21/04/2018 16:05	Rua Calçada São Martinho, Nº6 - fracção F	7,5073043°W 40,2780657°N
65	21/12/2019 11:57	Praça Dr. Duarte Simões	7,4990176°W 40,2777447°N
66	20/12/2019 17:20	Shopping Estrela	7,4976461°W 40,2777101°N
67	20/05/2018 18:46	Rotunda do Rato	7,5105785°W 40,2772800°N
68	16/12/2022 11:50	Rua dos Pinheiros n.32 - Quinta do Covelo	7,4784103°W 40,2769830°N
69	20/05/2018 18:34	Rua do Covelo	7,4750597°W 40,2765740°N
70	07/06/2023 22:00	Alameda da Europa	7,4975012°W 40,2750005°N
71	08/11/2023 19:35	ALAMEDA DA EUROPA	7,4975012°W 40,2750005°N

Proposta para Discussão P

Id	Data	Descri	Coordenadas
72	20/12/2019 19:48	Quinta do Covelo n.30 B	7,4781992°W 40,2739724°N
73	26/08/2019 05:36	Quinta da França	7,4320458°W 40,2735469°N
74	16/12/2019 17:02	Escola Quinta das Palmeiras	7,5004376°W 40,2736223°N
75	01/11/2021 11:43	Escola Secundária Quinta das Palmeiras	7,5004376°W 40,2736223°N
76	16/09/2023 15:41	6200-024, Covilhã, Portugal	7,4787701°W 40,2731840°N
77	02/09/2023 16:25	urb. das Nogueiras	7,5182649°W 40,2714004°N
78	09/03/2018 20:50	COVILHA#COVILHA_SAO_PEDRO COVILHA_CANHOSO CTB#COVILHA 6200-344: @INTERMARCHE (SUPERMERCADO#105734)	7,4932121°W 40,2706050°N
79	16/09/2023 15:44	MedUBI, Covilhã e Canhoso, CB, Portugal	7,4893126°W 40,2702491°N
80	26/08/2019 05:57	Rua Santo António	7,5117147°W 40,2703601°N
81	16/12/2019 19:20	Urbanização Bela Vista lote 12	7,5066575°W 40,2702799°N
82	26/08/2019 05:50	Avª Don Infante Henrique	7,4934052°W 40,2687712°N
83	19/12/2019 21:14	R INFANTE DOM HENRIQUE COVILHA COVILHA_CANHOSO CTB#COVILHA 6200	7,4934052°W 40,2687712°N
84	29/03/2022 18:02	Avenida Infante D Henrique	7,4934052°W 40,2687712°N
85	17/10/2019 06:20	Largo de Santo António Bloco 1 R/C Dto	7,5138805°W 40,2682992°N
86	17/03/2018 10:41	LG SANTO ANTONIO 1 COVILHA#BRR_STO_ANTONIO COVILHA_CANHOSO CTB#COVILHA 6200-047: ESTE	7,5142432°W 40,2682916°N
87	13/09/2022 07:49	Alameda Pêro da Covilhã, 6200-507 Covilhã, Portugal	7,4979920°W 40,2677880°N
88	30/10/2021 01:54	Rua Grupo Recreativo Refugiense n 4	7,5071191°W 40,2664084°N
89	07/06/2023 21:38	Refúgio	7,5068282°W 40,2662106°N
90	08/01/2023 20:15	Travessa da Rua da grila 6	7,4831761°W 40,2659967°N
91	08/01/2023 19:09	Rua da Grila	7,4850216°W 40,2659882°N
92	08/11/2020 14:41	Centro Hospitalar Cova da Beira - Hemodiálise	7,4925136°W 40,2657001°N
93	19/12/2019 21:34	Rua do Cabeço	7,5704580°W 40,2659226°N
94	20/12/2022 08:14	Rua José Calheiros	7,5058374°W 40,2650061°N
95	20/05/2018 18:05	Rua da Quinta Sol N.º16	7,5086348°W 40,2634696°N
96	29/03/2022 17:45	R EIXO TCT COVILHA 6200-191 050335	7,5048859°W 40,2622483°N
97	25/02/2024 18:08	Eixo TCT	7,5048859°W 40,2622483°N
98	08/11/2020 14:20	VIA URBANIZACAO QUINTA DO POLITO 14 SETE_CAPOTES 6200-817_COVILHA 050335_050305: PRX.	7,5029914°W 40,2607121°N
99	16/09/2023 15:56	Covilhã, CB, Portugal	7,4733094°W 40,2602604°N
100	20/12/2019 20:19	EM507 n.70 - Boidobra	7,4987505°W 40,2562407°N
101	17/10/2023 18:44	EM 506	7,4149667°W 40,2439614°N
102	14/03/2018 12:57	Quinta da Meirinha lote 19	7,4945292°W 40,2476649°N
103	08/12/2022 12:25	Casal da Serra	7,5307422°W 40,2458558°N
104	?	EM 506	7,4015093°W 40,2511481°N
105	21/12/2019 09:50	Quinta Clarabóia Lote 12	7,5136247°W 40,2362352°N
106	08/11/2020 14:53	Av. Viriato nº23	7,5272545°W 40,2361729°N
107	15/06/2021 17:00	Urbanização Quinta da Claraboia	7,5141078°W 40,2358495°N
108	16/09/2023 16:20	QTA CLARA BOIA	7,5141078°W 40,2358495°N
109	16/09/2023 16:42	Ruas das Quintãs	7,4463924°W 40,2345218°N
110	16/09/2023 15:33	Estrada da Ladeirinha, 6200-760 Covilhã, Portugal	7,5320069°W 40,2319293°N
111	20/12/2019 14:30	Confecções Toque Dourado	7,5085712°W 40,2300315°N

Proposta para Discussão P

Id	Data	Descri	Coordenadas
112	15/06/2021 17:01	Parque Industrial do Tortosendo	7,5049217°W 40,2228574°N
113	19/12/2019 22:00	Parque Industrial do Tortosendo	7,5049217°W 40,2228574°N
114	19/12/2019 21:19	Travessa da Reboleirada	7,6368323°W 40,1928240°N
115	19/12/2019 20:55	CTB#COVILHA: @COVILHA (CONCELHO#122989)	7,7452499°W 40,1537110°N
116	17/01/2024 08:30	Ourondo	7,6788360°W 40,1482735°N
117	19/12/2019 22:00	Aldeia de São Francisco de Assis	7,7356902°W 40,1435752°N
118	12/12/2022 18:00	EM 512 - Casegas	7,6977339°W 40,1406968°N
119	21/12/2019 05:18	VIA SEM NOME COVILHA FERRO CTB#COVILHA 6200	-
120	29/10/2021 22:04	Boidobra	-
121	29/10/2021 22:04	Santo António	-

Verificou-se que os registos da ANEPC cobrem sobretudo áreas urbanas conforme se observa na Figura 11.

Proposta para Discussão Pública

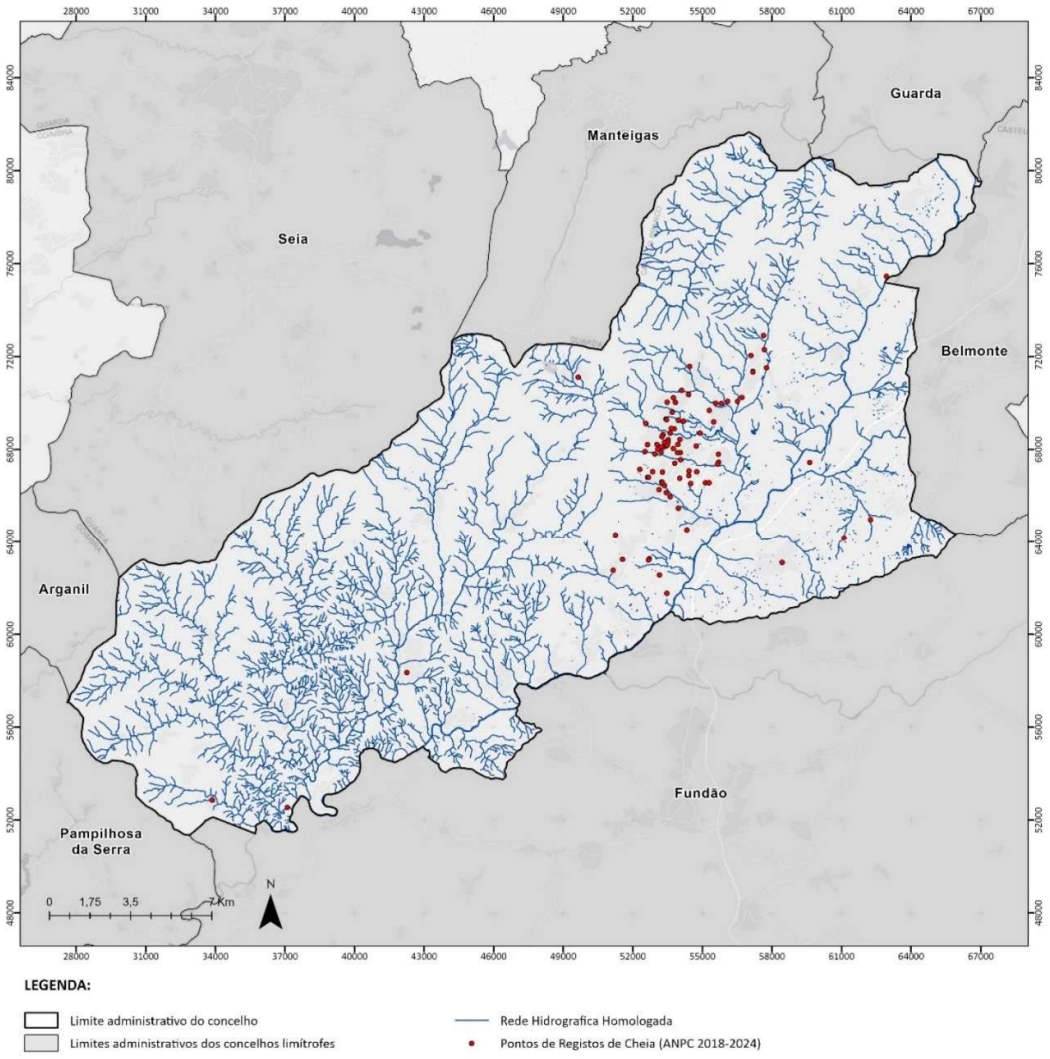


Figura 11. Registos de ocorrência de cheias/inundações da ANEPC para o período de 2018 a 2024, georreferenciados pelo município (fornecidos pela APA, IP.)

2.10. Registos históricos de cheias (Dados do município e trabalho de campo)

Embora tenham sido disponibilizados dados oficiais de ocorrências da ANEPC, remetidos pela APA, IP., o Município da Covilhã dispõe, ainda, registos históricos de cheias, num total de **18 pontos (com identificação da cota de cheia atingida)**. Estes pontos estão distribuídos em alguns locais do rio Zêzere e afluentes, designadamente a ribeira da Boidobra, ribeira do Paúl e ribeira da Erada (Figura 12). No Quadro 5 apresenta-se, para cada um dos pontos referidos, a informação relativa à cota de cheia atingida, a fonte/base de registo e as respetivas coordenadas/localização.

Estes registos basearam-se em informação recolhida junto dos serviços municipais, do conhecimento por parte da proteção civil municipal e de outras fontes externas, incluindo

testemunhos da população, trabalhos de campo e informação proveniente de estudos elaborados nos concelhos limítrofes, que estiveram na base da delimitação das Zonas Ameaçadas pelas Cheias na REN desses municípios.

Quadro 5. Identificação dos pontos com registos históricos de cheias no concelho da Covilhã

ID do Ponto	Cota de cheia registada	Fonte	COORD
01	459,83	Cota Cheia Marca Ponte 08/01/1996	40º21'51.037"N 7º21'23.321"W
02	461,97	Cota Cheia 2022 (testemunho)	40º22'10.481"N 7º21'6.174"W
03	461,69	Cota Cheia 2022 (testemunho)	40º22'8.706"N 7º21'6.221"W
04	462,81	Cota Cheia 2022 (testemunho)	40º22'13.987"N 7º21'8.327"W
05	407,72	Cota Cheia Máxima (vestígios)	40º15'3.848"N 7º28'50.045"W
06	404,89	Cota Cheia Máxima (testemunho)	40º14'35.11"N 7º29'11.803"W
07	404,14	Cota Cheia Máxima (vestígios)	40º14'10.5"N 7º29'24.695"W
08	403,69	Cota Cheia Máxima (vestígios)	40º14'10.903"N 7º29'31.582"W
09	403,67	Cota Cheia Máxima (vestígios)	40º14'12.304"N 7º29'32.194"W
10	405,42	Cota Cheia Máxima (vestígios)	40º14'51.554"N 7º28'48.799"W
11	409,44	Cota Cheia 50 anos (testemunho)	40º14'44.61"N 7º28'38.035"W
12	405,21	Cota Cheia 2022 (testemunho)	40º14'45.564"N 7º28'40.577"W
13	388,71	Cota Cheia Máxima (vestígios)	40º11'28.27"N 7º33'36.749"W
14	389,61	Cota Cheia Máxima (vestígios)	40º11'31.87"N 7º33'25.952"W
15	450,75	Cota Cheia Máxima (testemunho)	40º12'12.449"N 7º38'21.577"W
16	455,63	Cota Cheia Máxima (testemunho)	40º12'26.23"N 7º38'26.002"W
17	376,05	Cota Cheia Marca Ponte 11/2006	40º8'25.354"N 7º40'30.684"W
18	376,03	Cota Cheia Ref. Marca Ponte 11/2006	40º8'23.118"N 7º40'31.789"W

Informação advinda das fichas de caracterização do registo histórico de cheias no concelho da Covilhã (Informação cedida pelo Município da Covilhã)

Proposta para Discussão Pública

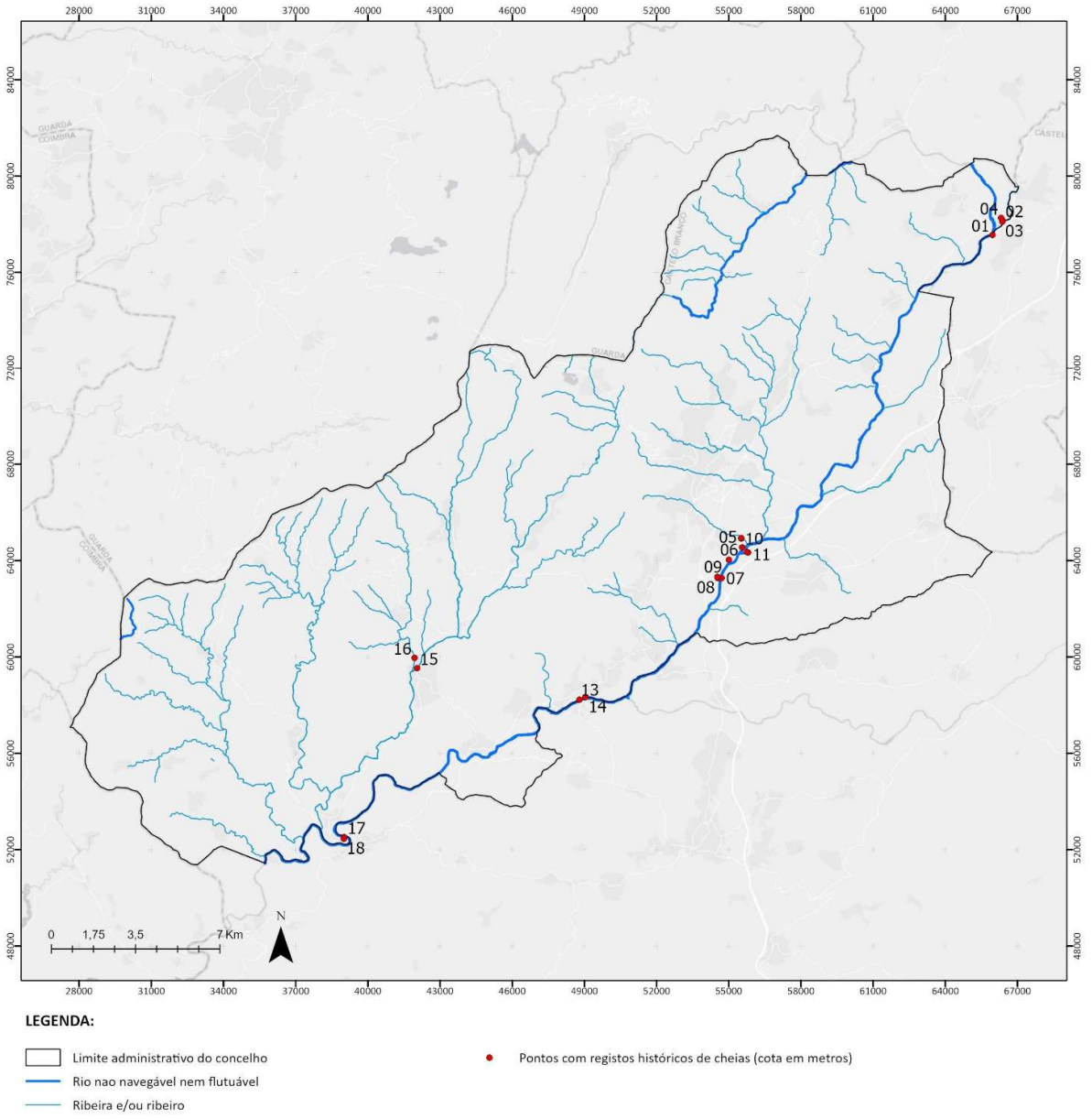
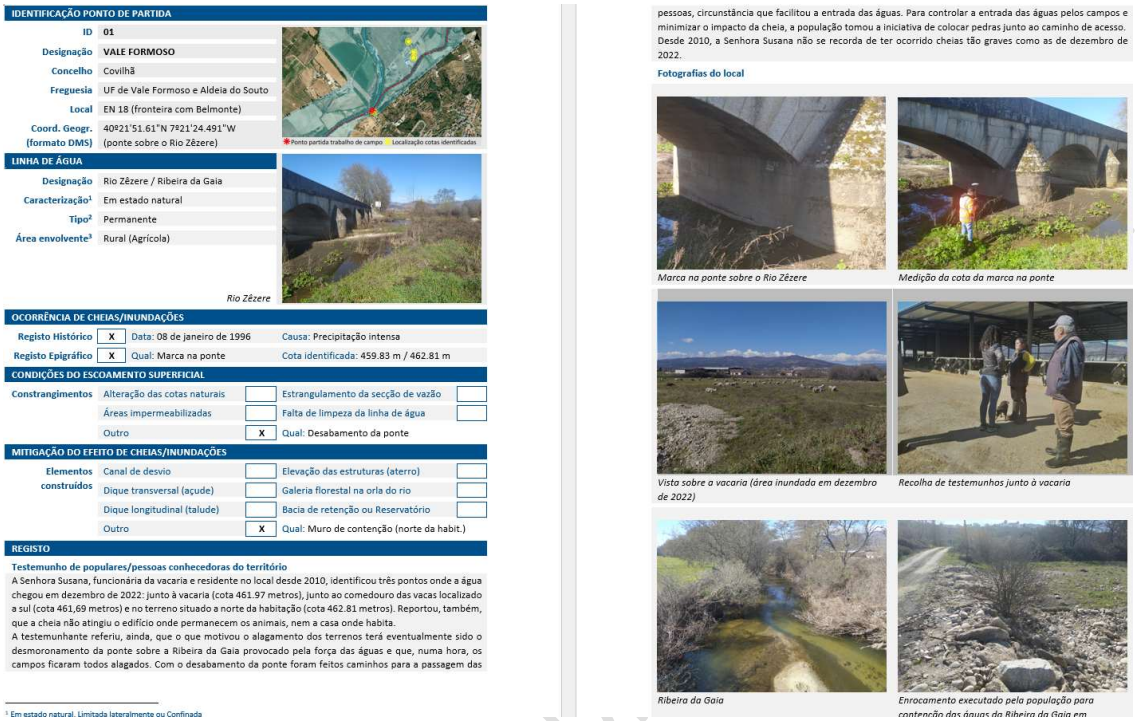


Figura 12 Pontos com registos históricos de cheias (com identificação da cota de cheia atingida) no concelho da Covilhã

Salienta-se ainda que, dos 18 pontos com registos históricos de cheia, os mesmos foram agrupados e analisados em dez áreas de levantamento de campo (realizado em fevereiro do ano de 2023), repartidas, respetivamente, em dez fichas de caracterização (compreendendo-se desde a área 1,ID 1, até a área 09, ID09), conforme o explanado no **Anexo I –** Registos históricos de cheia no concelho da Covilhã (trabalho de campo). Nas fichas de caracterização apresentadas no referido anexo, apresenta-se uma análise detalhada dos registos históricos de cheia, com indicação das cotas (em metros) de cheias registadas, a respetiva localização e coordenadas, cartograma de localização,

registos fotográficos do local (à data do trabalho de campo), descrição/testemunho da população, bem como outras informações relevantes (Figura 13).



IDENTIFICAÇÃO PONTO DE PARTIDA

ID	01
Designação	VALE FORMOSO
Concelho	Covilhã
Freguesia	UF de Vale Formoso e Aldeia do Souto
Local	EN 18 (fronteira com Belmonte)
Coord. Geogr. (formato DMS)	40°21'51.61"N 7°21'24.491"W (ponte sobre o Rio Zêzere)

Ponto partida trabalho de campo — Localização cotas identificadas

LINHA DE ÁGUA

Designação	Rio Zêzere / Ribeira da Gaia
Caracterização[1]	Em estado natural
Tipo[2]	Permanente
Área envolvente[3]	Rural (Agrícola)

Rio Zêzere

OCORRÊNCIA DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Registo Histórico	X	Data: 08 de janeiro de 1996	Causa: Precipitação intensa
Registo Epigráfico	X	Qual: Marca na ponte	Cota identificada: 459.83 m / 462.81 m

CONDIÇÕES DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Constrangimentos	Alteração das cotas naturais		Estrangulamento da secção de vazão	
	Áreas impermeabilizadas		Falta de limpeza da linha de água	
	Outro	X	Qual: Desbamento da ponte	

MITIGAÇÃO DO EFEITO DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Elementos construídos	Canal de desvio		Elevação das estruturas (aterro)	
	Dique transversal (açude)		Galeria florestal na orla do rio	
	Dique longitudinal (talude)		Bacia de retenção ou Reservatório	
	Outro	X	Qual: Muro de contenção (norte da habit.)	

REGISTO

Testemunho de populares/pessoas conhecedoras do território

A Senhora Susana, funcionária da vacaria e residente no local desde 2010, identificou três pontos onde a água chegou em dezembro de 2022: junto à vacaria (cota 461.97 metros), junto ao comedouro das vacas localizado a sul (cota 461,69 metros) e no terreno situado a norte da habitação (cota 462.81 metros). Reportou, também, que a cheia não atingiu o edifício onde permanecem os animais, nem a casa onde habita.

A testemunhante referiu, ainda, que o que motivou o alagamento dos terrenos terá eventualmente sido o desmoronamento da ponte sobre a Ribeira da Gaia provocado pela força das águas e que, numa hora, os campos ficaram todos alagados. Com o desabamento da ponte foram feitos caminhos para a passagem das pessoas, circunstância que facilitou a entrada das águas. Para controlar a entrada das águas pelos campos e minimizar o impacto da cheia, a população tomou a iniciativa de colocar pedras junto ao caminho de acesso. Desde 2010, a Senhora Susana não se recorda de ter ocorrido cheias tão graves como as de dezembro de 2022.

[1] Em estado natural. Limitada lateralmente ou Confinada

Fotografias do local

Marca na ponte sobre o Rio Zêzere

Medição da cota da marca na ponte

Vista sobre a vacaria (área inundada em dezembro de 2022)

Recolha de testemunhos junto à vacaria

Ribeira da Gaia

Enrocamento executado pela população para contenção das águas da Ribeira da Gaia em

Figura 13 Extrato das fichas de caracterização que constam do Anexo I, para as dez áreas (onde se situam os pontos com registos históricos de cheias) onde se procedeu ao trabalho de campo (informação do Município da Covilhã)

2.11. Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação (ARPSI)

A Diretiva 2007/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de outubro de 2007, relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações, transposta para o direito nacional através do Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro, aprovou o quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundações, com o objetivo de reduzir as suas consequências prejudiciais. Neste contexto, a Agência Portuguesa do Ambiente promoveu o delineamento das Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação (ARPSI) que incluiu uma primeira fase de identificação dos locais com impactos significativos de cheias. As ARPSI foram reavaliadas para o período 2018-2022 (Agência Portuguesa do Ambiente, 2022).

Observa-se que concelho da Covilhã está totalmente incluído na região hidrográfica RH5 – Tejo e Ribeiras do Oeste, cujas ARPSI foram delineadas para os períodos de retorno de 20, 100 e 1000 anos

(Agência Portuguesa do Ambiente, 2022), no entanto, para o território concelhio, não se verifica a existência das mesmas.

2.12. Zona Adjacente do rio Zêzere

No concelho da Covilhã, observa-se a delimitação da Zona Adjacente (ZA) do rio Zêzere, classificada segundo a Portaria n.º 1053/93 de 19 de outubro.

A ZA em vigor abrange uma área de 2 379,00 ha, acompanhando, quase na sua totalidade, o transcurso do rio Zêzere em território concelhio (até a zona oeste da localidade de Ourondo, confluência do rio Paúl).

A ZA em vigor abrange, também, algumas áreas associadas a importantes afluentes do rio Zêzere, tais como: troço final do rio Beijames (a norte do concelho), a ribeira da Caría (a qual atravessa o concelho de Belmonte) e ainda o rio Paúl (a sudoeste do concelho).

Proposta para Discussão Pública

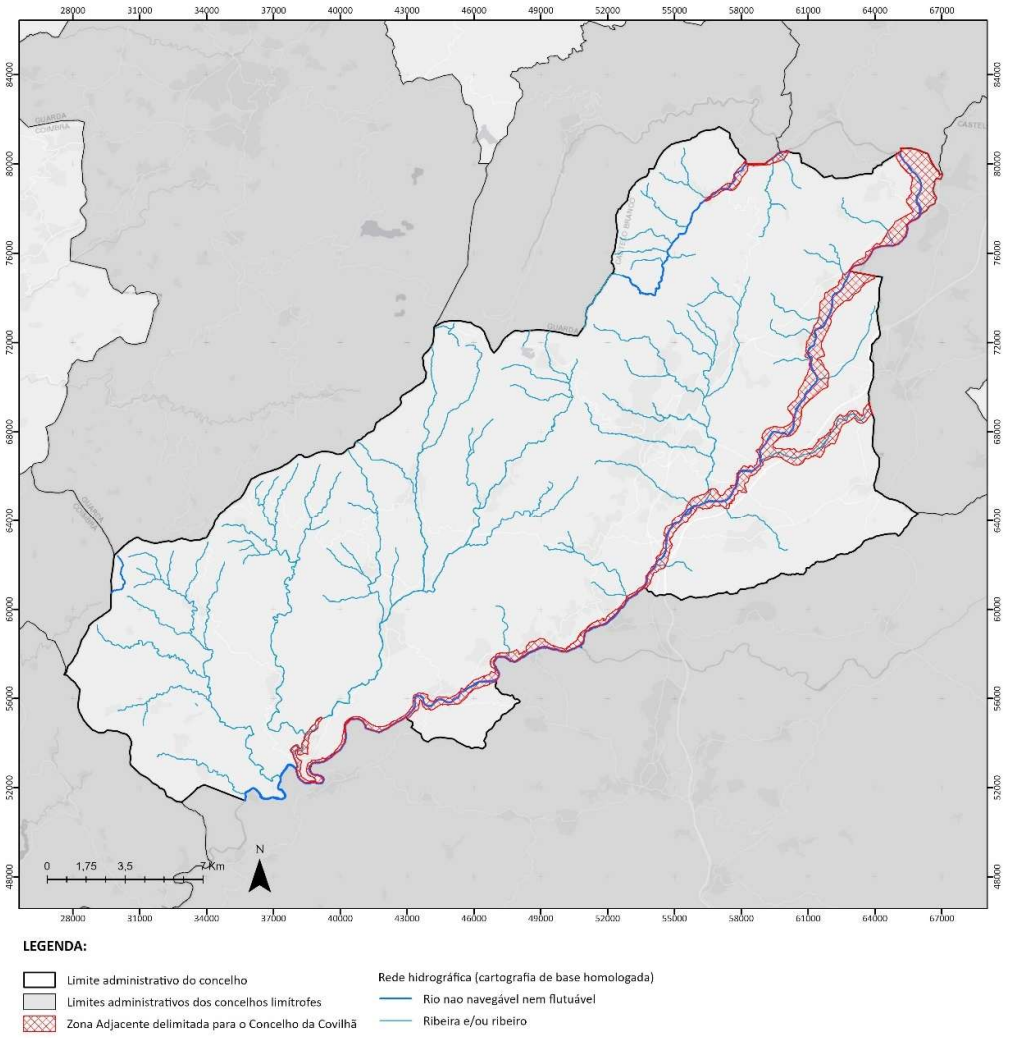


Figura 14. Zona Adjacente do rio Zêzere, delimitada no concelho da Covilhã

Neste âmbito, importa referir que a primeira delimitação/classificada da ZA do rio Zêzere, foi efetuada segundo a Portaria n.º 849/87 de 3 de novembro, da qual consta o seguinte:

"As várzeas ou baixas marginais ao troço do rio Zêzere compreendido entre a vila de Manteigas e a sua confluência com a ribeira de Porsim, a jusante da sede da freguesia de Silvares, do concelho do Fundão, na extensão de cerca de 75 km, são constituídas por terrenos de aluvião, provenientes da erosão das suas encostas ou cabeceiras, que nelas se foram depositando ao longo de milhares de anos por acção da expansão das cheias ocorridas, da divagação dos seus leitos, das plantações de salgueiros e outros arbustos do mesmo tipo e das obras de defesa longitudinais e transversais que, oportunamente, foram executadas em certos locais.

Os aluviões referidos são constituídos por uma camada de materiais inertes e por uma camada de terreno de cultivo arenoso, com alturas variáveis.

(…)

Importa, portanto, definir, com clareza, quais as áreas inundáveis do rio Zêzere no troço em causa que deverão ser objecto de adequada protecção jurídica, tendo em vista assegurar-se, de forma inquestionável, as possibilidades de intervenção tempestiva da autoridade hidráulica. Essa definição passa pela consagração da zona adjacente ao rio Zêzere correspondente à área inundável pela cheia."

Esta mesma Portaria vem ainda referir o seguinte:

> *"1.º É classificada como zona adjacente ao rio Zêzere toda a área inundável contígua às suas margens, que se estende até à linha alcançada pela maior cheia com probabilidade de ocorrência no período de um século (cheia dos 100 anos).*
>
> *2.º Os limites da zona adjacente, referida no número anterior, são os demarcados nas nove plantas anexas a esta portaria, cujo original, à escala de 1:25000, fica arquivado nos serviços regionais da Direcção-Geral dos Recursos Naturais, que facultarão a sua consulta a todos os interessados que o requeiram.*
>
> *3.º A zona adjacente do rio Zêzere constitui, na sua totalidade, área de ocupação edificada condicionada."*

Posteriormente, e com base em novos estudos e levantamentos elaborados à época, é aprovada uma nova delimitação/retificação da Zona Adjacente do rio Zêzere, conforme estabelecido na Portaria n.º 1053/93 de 19 de outubro (revogando a anterior delimitação da Portaria n.º 849/87 de 3 de novembro). Nesta nova delimitação tem-se que:

- *"Com base em novos estudos e levantamentos elaborados posteriormente, procedeu-se agora à rectificação de alguns troços, tendo por base a máxima cheia conhecida.*
- *Considerando que os planos directores municipais e, nomeadamente, a demarcação da Reserva Ecológica Nacional constituem instrumentos que permitem salvaguardar as várzeas do rio Zêzere, importa definir com clareza quais as áreas inundáveis no troço em causa que deverão ser objecto de específica protecção jurídica, tendo em vista assegurar, de forma inquestionável, as possibilidades de intervenção da autoridade hidráulica. Esta definição*

Proposta para Discussão Pública

passa pela correcção da zona adjacente do rio Zêzere correspondente à máxima cheia conhecida."

Salienta-se que a cartografia de base utilizada para a delimitação da ZA, foi a existente à época, à escala 1:25 000. A área delimitada como ZA do rio Zêzere, apresentada na Portaria n.º 1053/93 de 19 de outubro, é a que ainda vigora atualmente.

Neste contexto, importa referir que, segundo a Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro – *SECÇÃO III - Critérios para a delimitação, no Ponto 3.1* – tem-se que:

- *"As zonas adjacentes correspondem às classificadas por ato regulamentar.*
- *As zonas adjacentes são consideradas para efeito de delimitação da REN até serem atualizadas por zonas ameaçadas pelas cheias validadas pela entidade competente. Uma vez validadas, as zonas ameaçadas por cheias passam a ser as únicas para efeitos de delimitação da REN."*

Segundo o estabelecido na Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro (alterada pela Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro), a delimitação da REN, incluindo a tipologia Zonas Ameaçadas pelas Cheias, deverá ter por base, no mínimo, uma cartografia à escala 1: 10 000. No caso da delimitação da REN da Covilhã, existe uma cartografia que tem, inclusive, maior detalhe (cartografia de base à escala 1:5000). Conforme se verá mais à frente neste mesmo documento (subcapítulo 4.3.3), esta cartografia de maior detalhe é de suma importância, dado a sua maior pormenorização e detalhe altimétrico na aferição/delimitação das zonas ameaçadas pelas cheias.

Ainda sem considerar o resultado da delimitação da nova proposta de Zonas Ameaçadas pelas Cheias, importa desde logo referir que, através de uma análise comparativa (sobreposição) entre ZA em vigor e a cartografia à escala 1:5 000, verificam-se desde logo diversas incongruências, principalmente a divergência da cota de cheia que resulta da delimitação da ZA, a qual não mostra os mesmos valores altimétricos, e nem acompanha devidamente as curvas de nível (isto é, não acompanha a realidade do território). Note-se que estas divergências estão igualmente presentes, mesmo quando comparada a ZA em vigor com a cartografia militar elaborada à escala 1:25 000 (cartografia de menor detalhe).

Na Figura 15, são apresentadas situações onde se observaram divergências de cotas de cheia e/ou não acompanhamento das curvas de nível, entre a ZA em vigor e a topografia da cartografia de base do município (elaborada à escala 1:5 000).

Proposta para Discussão Pública

Na Figura 16, são apresentadas situações onde se observaram divergências de cotas de cheia e/ou não acompanhamento das curvas de nível, entre a ZA em vigor e topografia da Cartas Militares (elaborada à escala 1:25 000).

Proposta para Discussão Pública

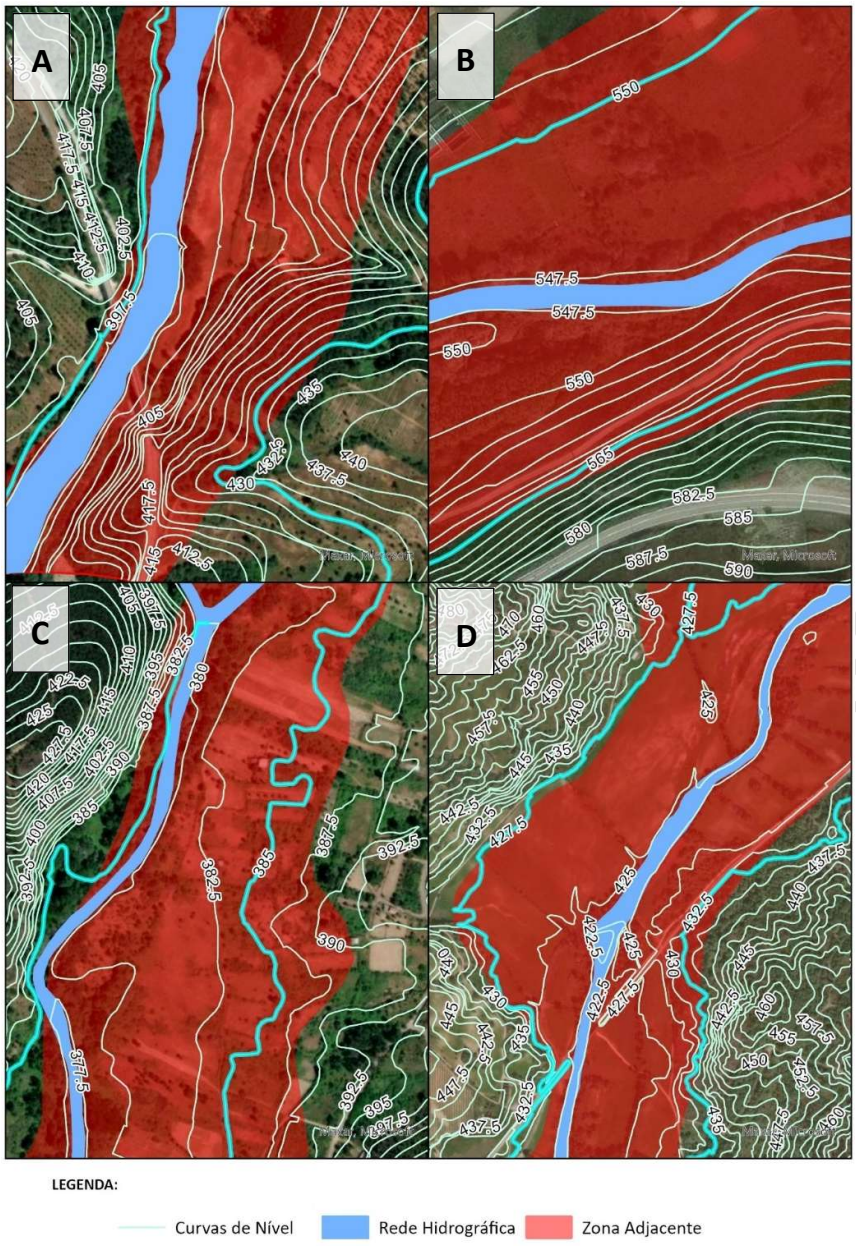


Imagem A: Rio Zêzere - Zona da ponte da linha ferroviária (7°30'4"W 40°13'4"N).

A ZA mostra discrepância de cotas entre margens do rio Zêzere.

Na margem esquerda observa-se que a ZA atinge, aproximadamente, a cota dos 430 m, no entanto, na margem direita, a mesma atinge somente a cota 402,5 m.

Imagem B: Rio Beijames a este da localidade de Verdelhos (7°27'34"W 40°22'36"N).

A ZA mostra discrepância de cotas entre margens do rio Beijames.

Na margem direita, a ZA ronda a cota dos 565 m, na margem esquerda observa-se pouco acima da cota 550 m.

Imagem C: Ribª do Paúl a norte da localidade de Ourondo (7°40'56"W 40°9'15"N).

A ZA mostra discrepância de cotas entre margens da Ribª do Paúl. Observa-se ainda que a ZA não segue corretamente o curso de água, nem as curvas de nível

Imagem D: Rio Zêzere – entre a ponte Romana e ponte ferroviária (7°25'16"W 40°17'21"N).

A ZA mostra discrepâncias de cotas entre as margens do rio Zêzere, sendo que, na margem esquerda atinge a cota 432,5, e na margem direita a cota 427,5 m.

Observa-se ainda que a ZA não segue corretamente as curvas de nível

Figura 15. Exemplos de situações de divergência entre a Zona Adjacente e cartografia de base do concelho (elaborada à escala 1:5 000)

Proposta Pública

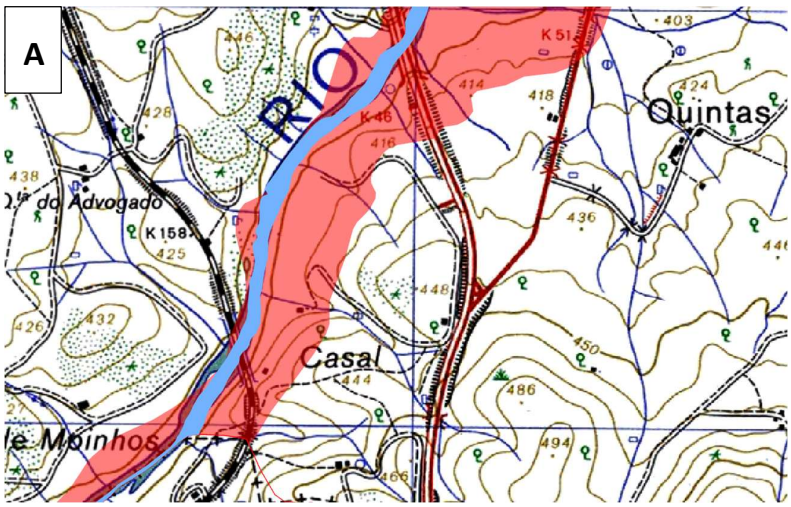


Imagem A: Rio Zêzere, a sul da zona industrial de Tortosendo (7°30'11"W 40°12'59"N).

A ZA mostra discrepância de cotas entre margens do rio Zêzere.

Na margem esquerda observa-se que a ZA atinge, aproximadamente, a cota dos 410 m, no entanto, na margem direita, a mesma atinge somente a cota 400 m. Observa-se ainda que a ZA não segue corretamente o curso do rio nem as curvas de nível da carta militar.

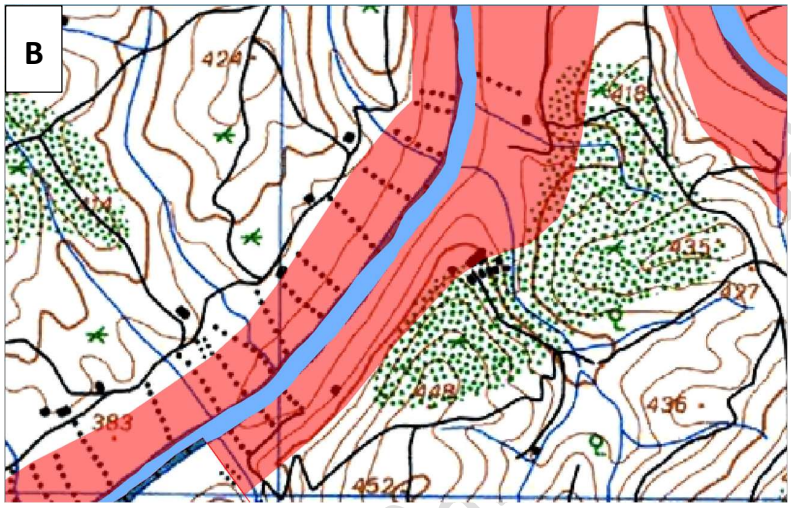


Imagem B: Rio Zêzere, zona da Quinta das minas da Recheira (7°37'40"W 40°9'53"N).

A ZA mostra discrepância de cotas entre margens do rio, sendo que, margem esquerda, a ZA, ronda a cota dos 410 m, e na margem direita observa-se inferior à cota 390 m.

Observa-se ainda que a ZA não segue corretamente as curvas de nível da carta militar.

Figura 16. Exemplos de situações de divergência entre a Zona Adjacente e Cartas Militares (elaborada à escala 1:25 000)

Proposta para Consulta Pública

3. Análise Hidrológica

A caracterização climática descreve a variação temporal e espacial da precipitação na região das bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã, onde se insere a área em estudo. Para perceber o comportamento de variáveis climáticas, como a precipitação, é necessário o conhecimento da evolução e do comportamento espácio-temporal da mesma.

Os dados de base advêm de 14 estações climatológicas e udométricas do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (http://snirh.pt) do Instituto da Água distribuídas na área em estudo (bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã (**Figura 17** e **Quadro 6**).

Figura 17. Localização das estações meteorológicas em estudo

Quadro 6. Características das estações meteorológicas (Fonte: SNIRH)

CÓDIGO	NOME	BACIA	DISTRITO	CONCELHO	FREGUESIA
12L/04UG	ALCARIA	TEJO	CASTELO BRANCO	FUNDÃO	ALCARIA
12O/04C	BARRAGEM DE MEIMOA	TEJO	CASTELO BRANCO	PENAMACOR	MEIMOA
12L/01U	BARRAGEM DO COVÃO DE FERRO	TEJO	CASTELO BRANCO	COVILHÃ	UNHAIS DA SERRA
11N/02UG	BENDADA	TEJO	GUARDA	SABUGAL	BENDADA
12M/02UG	CAPINHA	TEJO	CASTELO BRANCO	FUNDÃO	CAPINHA
12M/01UG	CARIA	TEJO	CASTELO BRANCO	BELMONTE	CARIA
12N/01UG	CASTELEIRO	TEJO	GUARDA	SABUGAL	CASTELEIRO
12L/03G	COVILHÃ	TEJO	CASTELO BRANCO	COVILHÃ	COVILHÃ (CONCEIÇÃO)
12O/02U	MEIMÃO	TEJO	CASTELO BRANCO	PENAMACOR	MEIMÃO
11L/10G	PENHAS DOURADAS	TEJO	GUARDA	MANTEIGAS	MANTEIGAS (SÃO PEDRO)
11N/01UG	RAMELA	TEJO	GUARDA	GUARDA	RAMELA
13K/02UG	SILVARES	TEJO	CASTELO BRANCO	FUNDÃO	SILVARES
12K/01UG	SOBRAL DE SÃO MIGUEL	TEJO	CASTELO BRANCO	COVILHÃ	SOBRAL DE SÃO MIGUEL
11M/01UG	VALHELHAS	TEJO	GUARDA	GUARDA	VALHELHAS

A análise da distribuição espacial e temporal incide em séries de registos que, na maioria das vezes, não possuem extensão suficiente, as variáveis em estudo ou nem sempre possuem um período comum de registos para todas as estações climatológicas e udométricas. Desta forma, consideraram-se os períodos disponíveis de registos em cada estação (**Quadro 7**), com base no qual não foram analisados os registos das estações de BARRAGEM DE MEIMOA (12O/04C) e BARRAGEM DO COVÃO DE FERRO (12L/01U) pelo baixo número de registos, e a estação meteorológica de PENHAS DOURADAS (11L/10G) pela ausência de registos de precipitação diária e diária máxima anual.

Quadro 7. Parâmetros das estações udométricas e períodos com dados

Estação	Parâmetro	Unidade	N.º Valores	Data Início	Data Final
ALCARIA (12L/04UG)	Precipitação anual	mm	15	1/10/1980	1/10/2004
	Precipitação diária	mm	3165	1/1/1994	24/03/2020
	Precipitação diária máxima anual	mm	14	1/7/1981	27/10/2004
	Precipitação mensal	mm	275	1/5/1980	1/2/2020
BARRAGEM DE MEIMOA (12O/04C)	Precipitação anual	mm	13	1/10/1986	1/10/2015
	Precipitação diária	mm	8721	1/10/1986	9/11/2021
	Precipitação diária máxima anual	mm	13	28/01/1987	9/1/2016
	Precipitação mensal	mm	257	1/10/1986	1/10/2021
BARRAGEM DO COVÃO DE FERRO (12L/01U)	Precipitação anual	mm	9	1/10/1961	1/10/1973
	Precipitação mensal	mm	210	1/9/1961	1/4/1981
BENDADA (11N/02UG)	Precipitação anual	mm	20	1/10/1980	1/10/2015
	Precipitação diária	mm	10040	1/6/1980	19/08/2019
	Precipitação diária máxima anual	mm	20	27/02/1981	16/04/2016
	Precipitação mensal	mm	320	1/6/1980	1/7/2019

Proposta para Discussão Pública

Estação	Parâmetro	Unidade	N.º Valores	Data Início	Data Final
CAPINHA (12M/02UG)	Precipitação anual	mm	19	1/10/1980	1/10/2007
	Precipitação diária	mm	9888	1/5/1980	24/06/2021
	Precipitação diária máxima anual	mm	20	27/02/1981	20/11/2007
	Precipitação mensal	mm	307	1/5/1980	1/5/2021
CARIA (12M/01UG)	Precipitação anual	mm	65	1/10/1938	1/10/2015
	Precipitação diária	mm	25786	17/03/1938	21/06/2021
	Precipitação diária máxima anual	mm	65	16/01/1939	8/5/2016
	Precipitação mensal	mm	838	1/4/1938	1/5/2021
CASTELEIRO (12N/01UG)	Precipitação anual	mm	19	1/10/1980	1/10/2005
	Precipitação diária	mm	10303	1/6/1980	21/06/2021
	Precipitação diária máxima anual	mm	20	27/02/1981	28/10/2005
	Precipitação mensal	mm	324	1/6/1980	1/5/2021
COVILHÃ (12L/03G)	Precipitação anual	mm	71	1/10/1939	1/10/2020
	Precipitação diária	mm	28129	1/10/1939	5/9/2022
	Precipitação diária máxima anual	mm	71	13/03/1940	21/10/2020
	Precipitação mensal	mm	930	1/10/1939	1/7/2022
MEIMÃO (12O/02U)	Precipitação anual	mm	16	1/10/1980	1/10/1995
	Precipitação diária	mm	3653	1/10/1982	30/09/1992
	Precipitação diária máxima anual	mm	14	11/4/1981	9/11/1994
	Precipitação mensal	mm	196	1/6/1980	1/9/1996
PENHAS DOURADAS (11L/10G)	Precipitação diária	mm	3112	10/11/2005	5/9/2022
	Precipitação mensal	mm	82	1/12/2005	1/2/2022
RAMELA (11N/01UG)	Precipitação anual	mm	22	1/10/1980	1/10/2019
	Precipitação diária	mm	10645	1/6/1980	13/09/2021
	Precipitação diária máxima anual	mm	22	11/11/1980	17/12/2019
	Precipitação mensal	mm	342	1/6/1980	1/8/2021
SILVARES (13K/02UG)	Precipitação anual	mm	64	1/10/1932	1/10/2003
	Precipitação diária	mm	26912	1/11/1931	28/06/2021
	Precipitação diária máxima anual	mm	64	8/12/1932	26/10/2003
	Precipitação mensal	mm	881	1/11/1931	1/5/2021
SOBRAL DE SÃO MIGUEL (12K/01UG)	Precipitação anual	mm	18	1/10/1980	1/10/2015
	Precipitação diária	mm	3077	15/10/2005	28/06/2021
	Precipitação diária máxima anual	mm	16	10/4/1981	13/02/2016
	Precipitação mensal	mm	290	1/6/1980	1/5/2021
VALHELHAS (11M/01UG)	Precipitação anual	mm	66	1/10/1932	1/10/2005
	Precipitação diária	mm	25759	17/07/1938	14/09/2021
	Precipitação diária máxima anual	mm	62	28/09/1939	28/10/2005
	Precipitação mensal	mm	909	1/11/1931	1/8/2021

Proposta para Discussão Pública

3.1. Precipitação

Os registos das estações meteorológicas disponíveis no SNIRH apresentam-se, em geral, em quatro parâmetros pluviométricos (**Quadro 7**): precipitação anual, precipitação mensal, precipitação diária,

precipitação diária máxima anual. Verifica-se, no entanto, discrepâncias nas séries disponíveis para os diferentes parâmetros, com períodos mais curtos nos parâmetros com menor extensão temporal (**Quadro 7**).

3.1.1. Precipitação anual

Os dados de precipitação anual disponíveis em http://snirh.pt indicam um valor médio de precipitação anual de 1062 mm em todas as estações em estudo (e registos disponíveis), com um mínimo de 183 mm registado na estação de ALCARIA (12L/04UG) em 1980, e um máximo de 2829 mm na estação de SILVARES (13K/02UG) em 1939 (**Quadro 8**) com 15 e 64 registos, respetivamente.

Quadro 8. Estatística descritiva da precipitação anual para as estações meteorológicas localizadas nos limites das bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã

	N	Min	Máx	Média	Mediana	Moda	Desvio-Padrão	Percentis		
								25	50	75
ALCARIA (12L/04UG)	15	183.30	1160.90	677.55	658.50	183[a]	242.928	490.50	658.50	830.90
BENDADA (11N/02UG)	20	429.60	1168.20	734.07	751.25	430[a]	222.818	534.93	751.25	903.75
CAPINHA (12M/02UG)	19	365.40	1240.80	714.44	672.40	365[a]	250.792	504.60	672.40	852.20
CARIA (12M/01UG)	65	302.50	1881.90	847.69	816.10	303[a]	312.790	626.20	816.10	1046.85
CASTELEIRO (12N/01UG)	19	399.00	1260.30	753.76	689.00	399[a]	261.612	539.50	689.00	975.00
COVILHÃ (12L/03G)	71	433.00	2668.70	1518.37	1505.50	433[a]	512.189	1167.30	1505.50	1862.20
MEIMÃO (12O/02U)	16	578.20	1695.00	935.36	838.05	578[a]	308.301	672.85	838.05	1142.50
RAMELA (11N/01UG)	22	434.30	1385.40	851.39	868.95	434[a]	266.505	604.43	868.95	1036.40
SILVARES (13K/02UG)	64	494.30	2829.20	1189.98	1103.70	494[a]	455.201	828.48	1103.70	1451.08
SOBRAL DE SÃO MIGUEL (12K/01UG	18	838.50	2224.10	1301.26	1327.95	839[a]	370.087	950.25	1327.95	1471.98
VALHELHAS (11M/01UG)	66	227.00	2039.70	1067.22	1032.05	227[a]	398.219	762.28	1032.05	1261.78

a. valores múltiplos de moda. Apresentado o menor valor

A variabilidade da precipitação anual nas estações em estudo está apresentada na **Figura 18**. Destacam-se as estações de COVILHÃ (12L/03G), SILVARES (13K/02UG), SOBRAL DE SÃO MIGUEL (12K/01UG e VALHELHAS (11M/01UG) com maior média anual de precipitação e maior variância, e a estação de ALCARIA (12L/04UG) com a menor precipitação anual (**Quadro 8**).

Proposta para Discussão Pública

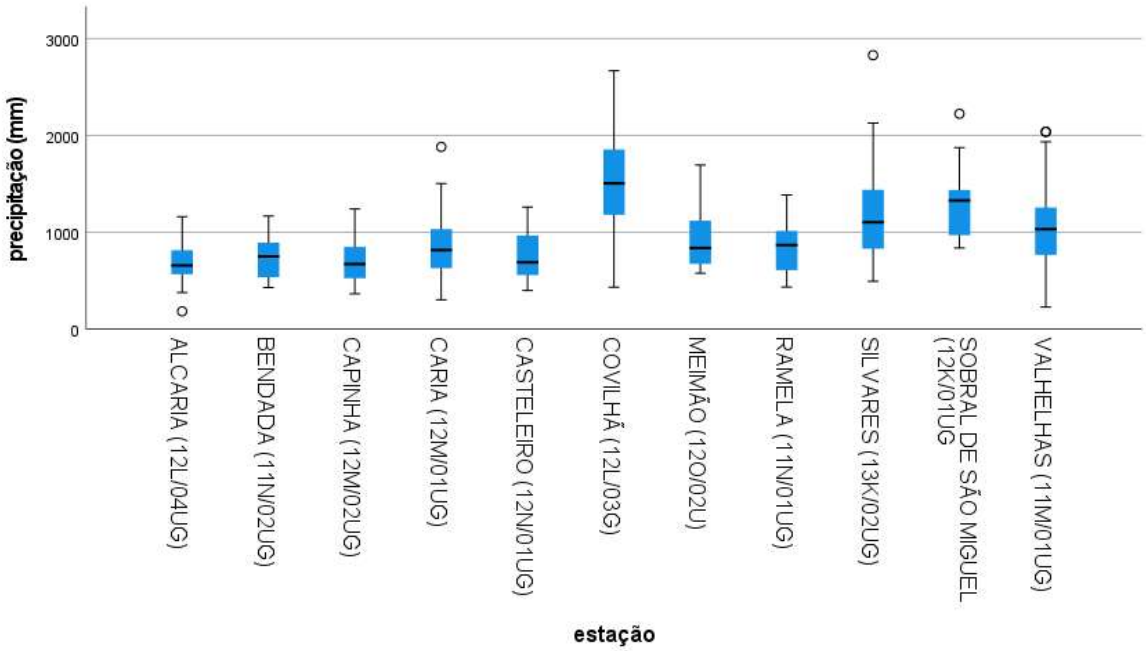


Figura 18. Variabilidade da precipitação anual nas estações inseridas nas bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã

Proposta para Discussão

Uma análise da distribuição espacial das precipitações é relevante para o estudo das cheias. O relevo influencia o comportamento climático e hidrológico de uma bacia hidrográfica em relação às cheias, sendo a disposição do relevo, a exposição aos fluxos pluviogénicos, os valores altitudinais e os seus declives as componentes mais importantes (Ramos, 2009). O efeito orográfico nas precipitações é mais acentuado numa região onde predominam um maior número de montanhas, comparativamente a uma região com uma serra isolada (Ramos, 2009).

Para a modelação da distribuição espacial da precipitação média anual foram utilizados todos os registos disponíveis para as estações (SNIRH) localizadas nas bacias hidrográficas afluentes à área em estudo (**Quadro 8**). O mapa da distribuição espacial da precipitação anual no concelho da Covilhã apoiou-se na interpolação espacial dos valores representativos de estações meteorológicas – média da precipitação anual. Através da interpolação espacial é possível estimar-se a precipitação em locais sem registo de dados, com base nos valores das estações meteorológicas próximas. Recorre-se a ferramentas de software SIG para aplicação de algoritmos de interpolação, dos quais se destacam o Inverso da Distância à Potência (IDW), as Redes de Triangulação Irregular (TIN), os Splines Regulares com Tensão (RST), a interpolação por Krigagem ou a Superfície de Tendência.

Para a elaboração do mapa de precipitação na zona em estudo optou-se pela aplicação do algoritmo

do Inverso da Distância à Potência (IDW), com recurso ao software QGIS. Foram gerados pontos a partir das coordenadas das estações disponíveis no SNIRH, aos quais se atribuiu o valor da precipitação média anual (**Quadro 8**). Os resultados da aplicação do método do IDW estão apresentados na **Figura 19**.

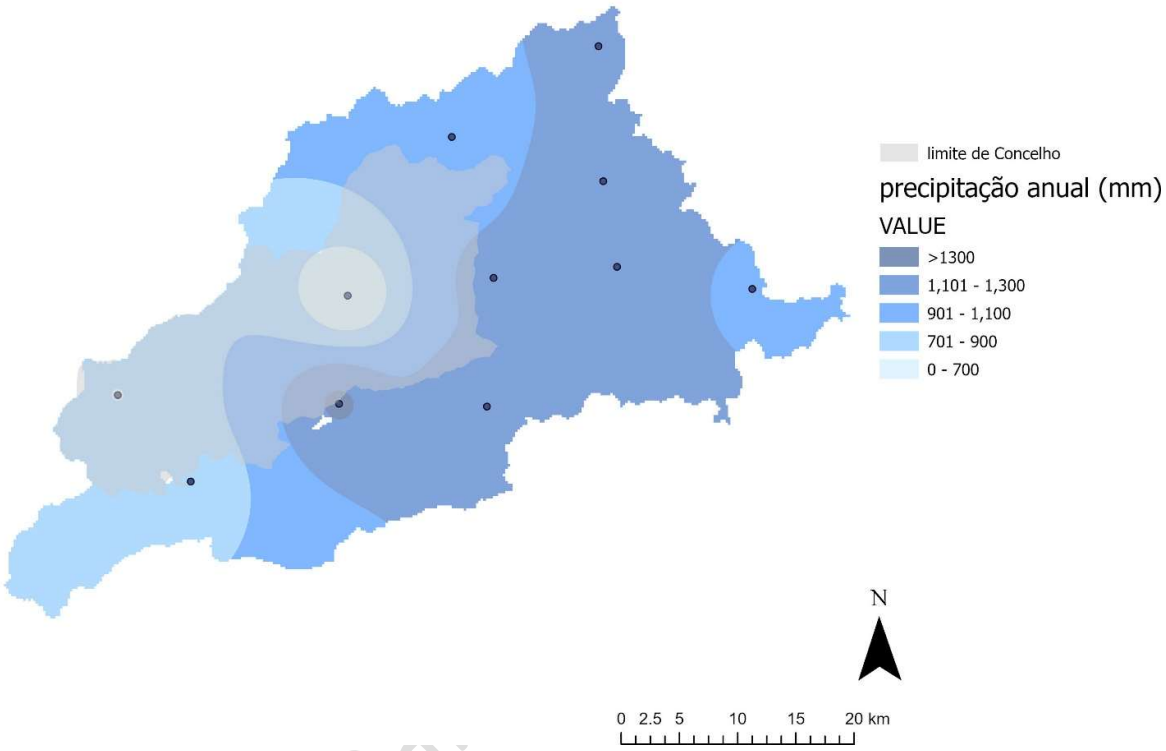


Figura 19. Mapa de precipitação média anual (mm) (Fonte: Adaptado do SNIRH).

A utilização do método do inverso da distância (IDW) para comparar variáveis mostrou-se eficaz para visualização dos dados analisados. Os maiores valores de precipitação estão localizados a Leste do concelho (**Figura 19**). As estações localizadas na zona mais a montante, em maior de altitude, apresentam os valores mais elevados de precipitação anual média, em contraste com as estações localizadas mais a jusante e a mais baixa altitude. Este contraste pode ser explicado pela correlação entre as variáveis precipitação e altitude.

3.1.2. Precipitação mensal

A análise dos dados mensais da precipitação fornece elementos importantes para perceber quais os meses do ano em que a concentração da precipitação é maior, criando, assim, condições mais

propícias à ocorrência de cheias e inundações (à partida, os meses mais húmidos). O semestre húmido, de outubro a abril representa, em média, 75 % do total precipitado no ano, sendo junho, julho e agosto os meses mais secos (**Figura 20**).

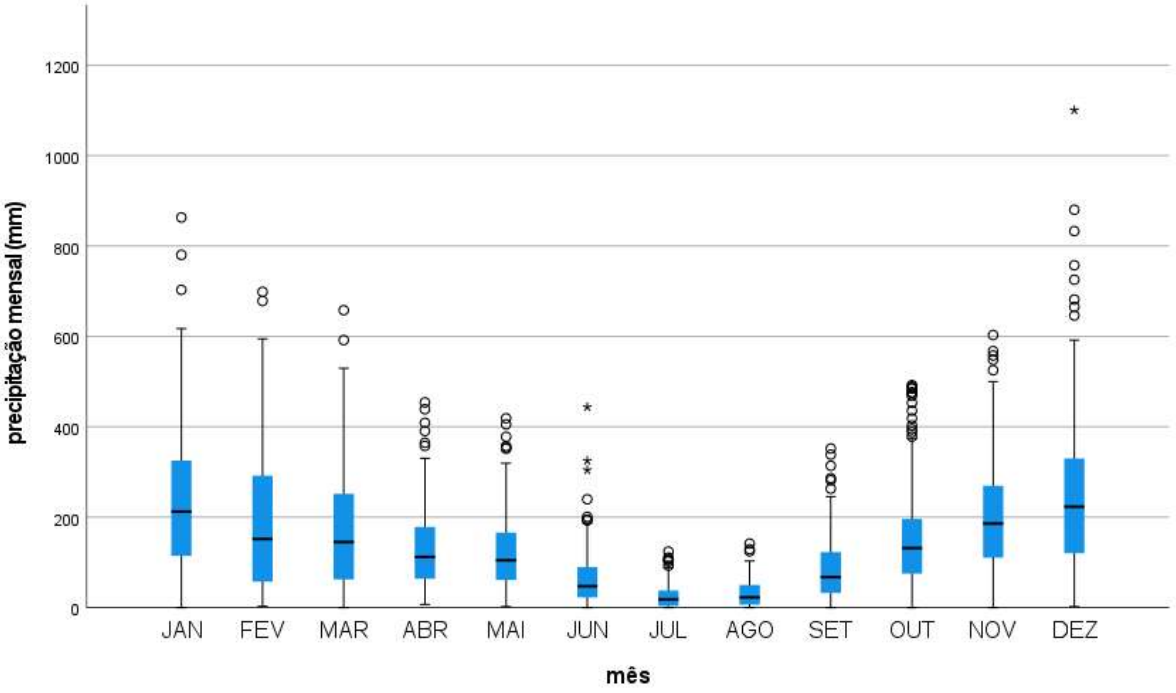


Figura 20. Distribuição da precipitação mensal nas estações em estudo: CARIA (12M/01UG), COVILHÃ (12L/03G), SILVARES (13K/02UG) e VALHELHAS (11M/01UG)

Os dados revelam que a probabilidade de ocorrência de precipitação é maior nos meses de outubro a abril, enquanto os meses de junho, julho e agosto apresentam a menor frequência de ocorrência de precipitação.

3.1.4. Precipitação máxima diária

Para uma análise de frequência de ocorrência dos valores extremos máximos de precipitação diária, avaliou-se a probabilidade de excedência da precipitação máxima diária e a avaliação do respetivo período de retorno.

O período de retorno de um fenómeno hidrológico é representado pelo número médio de anos para que um dado valor desse fenómeno seja igualado ou excedido (Brandão, 1995; Fragoso, 2003). Para uma dada função de distribuição de probabilidade f(X), da sua frequência acumulada F(X), que corresponde à probabilidade do valor da variável X ser inferior ao valor x, pode ser calculado o

Proposta para D

respetivo período de retorno (T), através da seguinte relação:

$$T=\frac{1}{1-F(X)}$$

O cálculo do período de retorno da precipitação diária foi realizado recorrendo aos dados de precipitação diária máxima anual para as estações de CARIA (12M/01UG), COVILHÃ (12L/03G), SILVARES (13K/02UG) e VALHELHAS (11M/01UG), que compreendem um total de 63 a 71 anos de registos. O tamanho das séries permite estimar com segurança os valores de precipitação correspondentes a períodos de retorno até várias dezenas de anos.

A um valor x da variável aleatória X, de uma amostra é possível atribuir uma probabilidade empírica de não excedência, F(x), que, de acordo com essa amostra, estima a probabilidade de ocorrerem valores iguais ou inferiores a x. A função de distribuição de probabilidade de valores extremos tipo I, distribuição Gumbel, aplica-se a eventos extremos e é:

$$f(X)=\frac{1}{\alpha}\exp\left(-\frac{x-u}{\alpha}-\exp\left(-\frac{x-u}{\alpha}\right)\right)$$

onde $\alpha=\frac{\sqrt{6}s_x}{\pi}$ e $u=\bar{x}-0{,}5772\cdot\alpha$

A probabilidade empírica de não excedência ou frequência empírica F(x) pode ser calculada pela distribuição de Gumbel através da equação:

$$F(X)=\exp\left(-\exp\left(-\frac{x-u}{\alpha}\right)\right)$$

Os parâmetros da função de distribuição de probabilidade de extremos tipo I, Gumbel, estão apresentados no **Quadro 9** para as estações de CARIA (12M/01UG), COVILHÃ (12L/03G), SILVARES (13K/02UG) e VALHELHAS (11M/01UG), dada a expressividade do número de registos: 65, 71, 64, e 62, respetivamente (Anexo III – Registos de precipitação máxima diária anual).

Proposta para Discussão Pública

Quadro 9. Parâmetros da função de distribuição de probabilidade de extremos tipo I, Gumbel (dados obtidos a 15 novembro 2024)

	CARIA (12M/01UG)	COVILHÃ (12L/03G)	SILVARES (13K/02UG)	VALHELHAS (11M/01UG)
n	65	71	64	63
max	130.20	162.50	195.90	180.80
min	22.80	34.00	30.70	38.00
media	59.17	86.91	72.61	84.93
desvio padrao	20.87	28.77	32.54	29.75
α	16.27	22.43	25.37	23.20
u	49.78	73.96	57.96	71.54

Os maiores valores de precipitação máxima diária anual registadas nas séries foi de 130,2 mm na estação de CARIA (12M/01UG), 162,5 mm na estação de COVILHÃ (12L/03G), 195,9 mm na estação de SILVARES (13K/02UG), e 180,8 mm na estação de VALHELHAS (11M/01UG) (Anexo III – Registos de precipitação máxima diária anual).

Da análise dos resultados da aplicação da função de distribuição de probabilidade de valores extremos tipo I, distribuição Gumbel aos registos, espera-se uma precipitação máxima diária anual com um período de retorno de 100 anos de 124,5 mm, 177, 15 mm, 174, 7 mm e 178, 2 mm para as estações de CARIA (12M/01UG), COVILHÃ (12L/03G), SILVARES (13K/02UG), e VALHELHAS (11M/01UG), respetivamente. Estes valores estão próximos dos indicados na Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro das curvas de intensidade-duração-frequência para a estação da Covilhã, que avalia a precipitação máxima anual para um período de 24h em 178,3 mm nessa estação meteorológica. Adotou-se a curva IDF indicada na Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro para avaliação da intensidade de precipitação neste estudo.

As ocorrências de precipitação diária máxima anual ocorrem, sobretudo nos meses de outubro a março, com maior frequência de ocorrência nos meses de outubro a fevereiro (**Quadro 10**).

Quadro 10. Frequência (%) mensal de ocorrência de registos de precipitação diária máxima anual em CARIA (12M/01UG), COVILHÃ (12L/03G), SILVARES (13K/02UG) e VALHELHAS (11M/01UG).

Row Labels	CARIA (12M/01UG)	COVILHÃ (12L/03G)	SILVARES (13K/02UG)	VALHELHAS (11M/01UG)
JAN	18	13	8	15
FEV	8	11	14	10
MAR	6	7	5	15
ABR	9	7	3	10
MAI	6	1	2	2

Proposta para Discussão Pública

Row Labels	CARIA (12M/01UG)	COVILHÃ (12L/03G)	SILVARES (13K/02UG)	VALHELHAS (11M/01UG)
JUN	2	1	2	2
JUL				2
AGO		1	3	
SET	9	7	8	3
OUT	15	18	20	13
NOV	22	14	20	19
DEZ	5	18	16	11

3.1.5. Síntese das características pluviométricas com relevância para a ocorrência de cheias nas bacias hidrográficas

A análise geral efetuada a nível anual teve por base 11 estações localizadas no interior e envolvente às bacias hidrográficas afluentes ao concelho Covilhã. Uma análise mais pormenorizada a nível anual e mensal considerou apenas quatro estações, por apresentarem as séries de dados mais longas (56 anos) e consistentes: CARIA (12M/01UG), COVILHÃ (12L/03G), SILVARES (13K/02UG) e VALHELHAS (11M/01UG). A limitação de dados de precipitação diária nas estações de COVILHÃ (12L/03G), SILVARES (13K/02UG) e VALHELHAS (11M/01UG), conduziu-se a análise da precipitação diária com base na estação de CARIA (12M/01UG) com registos no período de 1939 a 1994).

Os resultados apresentados destacaram contrastes espaciais e temporais nas características relacionadas com a precipitação da área em estudo. Pelo facto das estações se encontrarem relativamente próximas umas das outras, a variabilidade temporal é pouco acentuada, com uma tendência semelhante ao longo do ano, com duas estações bem definidas: a chuvosa (outubro a maio) e a seca (junho a setembro). A precipitação anual apresenta valores mínimos de 183 mm em 1980, na estação udométrica de ALCARIA (12L/04UG) e máxima de 2829 mm em 1939, na estação udométrica de SILVARES (13K/02UG) nos registos disponíveis no SNIRH.

São os meses de Inverno, de dezembro e janeiro que registam quantitativos mensais mais elevados. Nos meses de Verão, verificam-se quantitativos mais baixos ou praticamente inexistentes, mostrando desta forma a clara variação sazonal entre os meses mais chuvosos e os meses menos chuvosos.

Após a estação seca, seguem-se seis meses chuvosos (outubro a março), com precipitações mensais médias superiores a 90 mm. Os meses que apresentam mais dias com precipitação igual ou superior a 20 mm são os meses de outubro a março. A estes juntam-se os meses de novembro e janeiro como

Proposta para Discussão Pública

os que apresentam mais dias com precipitação igual ou superior a 50 mm. Embora pouco representativa (duas ocorrências no período de 1939 a 1994), a precipitação diária igual ou superior a 100 mm ocorreu nos meses de outubro e novembro de 1953 e 1961, respetivamente, na estação de CARIA (12M/01UG). Estas precipitações, registadas após os meses mais secos, apresentam um solo geralmente ainda não saturado e com maior capacidade de retenção de água.

Relativamente à precipitação máxima diária anual, os quantitativos de precipitação ocorreram, sobretudo, nos meses de Inverno, na estação chuvosa como é expectável (mais de 80 %). O menor registo de precipitação diária máxima anual foi de 22,8 mm, 34,0 mm, 30,7 e 43,0 mm para as estações de CARIA (12M/01UG), COVILHÃ (12L/03G), SILVARES (13K/02UG) e VALHELHAS (11M/01UG), respetivamente, com um período de retorno de um ano, enquanto o maior valor de precipitação máxima diária anual registado nas séries foi de 180,6 mm, 260,8 mm, 201,0 mm e 281,6 mm, com um período de retorno de 181, 261, 201 e 281 anos, respetivamente (**Quadro 11**).

Quadro 11. Período de retorno dos registos máximos e mínimos da precipitação máxima diária anual em CARIA (12M/01UG), COVILHÃ (12L/03G), SILVARES (13K/02UG) e VALHELHAS (11M/01UG)

		CARIA (12M/01UG)	COVILHÃ (12L/03G)	SILVARES (13K/02UG)	VALHELHAS (11M/01UG)
Precipitação máxima diária (mm)(	máx	180.6	260.8	201	281.6
	min	22.8	34.0	30.7	43.0
	media	78.49	118.67	87.68	103.66
	desvio padrão	38.17	58.11	41.05	47.64
	alfa	29.76	45.31	32.01	37.14
	U	61.32	92.51	69.21	82.22
Período de retorno (anos)	máx	180.6	260.8	201.0	281.6
	min	1.0	1.0	1.0	1.1

Proposta para Discussão Pública

3.2. Caudal máximo anual

As estações hidrométricas apresentadas no Quadro 12 estão localizadas nas bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã. Das 14 estações, cinco são em albufeiras, que não apresentam dados de escoamento, seis não apresentam curvas de vazão, uma não tem dados disponíveis e apenas a estação 11L/01H MANTEIGAS apresenta dados de caudal máximo anual.

Quadro 12. Estações hidrométricas localizadas nas bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã

CÓDIGO	NOME	BACIA	RIO	ÁREA DRENADA (KM2)

12L/01H	BARCO DO ZÊZERE	TEJO	RIO ZÊZERE	1249.96
12M/01A	CAPINHA	TEJO	RIBEIRA DAS POLDRAS	6.3
12M/01H	CASTANHEIRA	TEJO	RIO ZÊZERE	355.23
12L/02A	COVA DO VIRIATO	TEJO	RIBEIRA DE CORTES	2
12L/01AE	COVÃO DO FERRO	TEJO	RIBEIRA DE UNHAIS	1.85
12N/01AE	ESCARIGO	TEJO	RIBEIRA DO ESCARIGO	1.7
11L/01H	MANTEIGAS	TEJO	RIO ZÊZERE	27.51
11L/02H	MANTEIGAS (INAG)	TEJO	RIO ZÊZERE	27.4
12O/01A	MEIMOA	TEJO	RIBEIRA DA MEIMOA	60.06
12O/01H	MEIMOA (RIO)	TEJO	RIBEIRA DA MEIMOA	60.55
13K/01H	MINAS DA PANASQUEIRA	TEJO	RIO ZÊZERE	1608.68
12N/01H	PONTE MEIMOA	TEJO	RIBEIRA DA MEIMOA	100.12
12M/02H	PONTE PEDRINHA	TEJO	RIO ZÊZERE	700.56
11M/02H	PONTE VALHELHAS	TEJO	RIO ZÊZERE	178.81

Apenas a estação 11L/01H MANTEIGAS tem registos de caudal máximo anual (30) de 1949 a 1993, como se apresenta no Quadro 13. Com uma média de 54 m^3/s, este representa um caudal unitário de 2 m^3/s.

Quadro 13. Registos de caudal máximo anual na estação 11L/01H MANTEIGAS

	MANTEIGAS (R.E.) (11L/01H)	
Ano hidrológico	Caudal instantâneo máximo anual (m3/s)	Caudal instantâneo máximo anual unitário ($m^3/(s.km^2)$)
1949	56.54	2.06
1950	21.63	0.79
1951	22.14	0.80
1952	47.11	1.71
1953	58.03	2.11
1954	20.1	0.73
1955	11.3	0.41
1956	20.1	0.73
1957	27.53	1.00
1958	45.73	1.66
1959	65.83	2.39
1960	32.17	1.17
1961	73.93	2.69
1962	78.13	2.84
1978	79.9	2.90
1979	50.1	1.82
1980	28	1.02
1981	79.3	2.88
1982	64.3	2.34
1983	71.7	2.61
1984	73.9	2.69
1985	56.9	2.07
1986	63.4	2.30
1987	67	2.44

Proposta para Discussão Pública

MANTEIGAS (R.E.) (11L/01H)		
Ano hidrológico	Caudal instantâneo máximo anual (m3/s)	Caudal instantâneo máximo anual unitário ($m^3/(s.km^2)$)
1988	76.6	2.78
1989	78.7	2.86
1990	57	2.07
1991	24	0.87
1992	77.6	2.82
1993	92.3	3.36

Uma análise de frequência de ocorrência dos valores extremos, com base na probabilidade de distribuição Gumbel, discutida no ponto 3.1.4, apresentou um caudal de 138 m^3/s para um período de retorno de 100 anos. Este valor representa um caudal unitário de aproximadamente 5 $m^3/s.km^2$ que, embora pontual, sugere uma ordem de magnitude para os escoamentos da região.

3.3. Bacias hidrográficas

A cartografia utilizada no presente estudo encontra-se resumida no **Quadro 14**. Para o pré-processamento das variáveis recorreu-se a software de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) – QGIS/ ArcGis Pro. Observou-se para a análise de dados matriciais (raster) uma resolução 5 m (células de 25 m^2). Todos os mapas utilizados nos diversos processos encontram-se no sistema de referenciação PT-TM06/ETRS89.

Quadro 14. Cartografia utilizada na caracterização e análise hidrológica da área em estudo

Informação Geográfica	Fonte	Escala	Aplicação
Carta administrativa oficial de Portugal (CAOP 2023)	Direção Geral do Território	1/25.000	Enquadramento
Altimetria	Município da Covilhã	1/5.000	Modelo numérico de elevação, declive, exposição…
	Instituto Geográfico do Exército	1/25.000	
Hidrografia	Município da Covilhã	1/5.000	Rede hidrográfica de base, delimitação de bacias, densidade de drenagem
	Instituto Geográfico do Exército SNIAmb	1/25.000	
Geologia	Laboratório Nacional de Energia e Geologia (INETI/LNEG) e SNIAmb	1/25.000 e 1000.000	Caraterização, permeabilidade
Solos	Direção Geral da Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR) e SNIAmb	1/25000 e 1000.000	Caracterização, Número de escoamento (CN)

Proposta para Discussão Pública

Informação Geográfica	Fonte	Escala	Aplicação
Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal continental para 2018 (COS2018)	Direção Geral do Território	1/25.000	Caracterização, Número de escoamento (CN)
Ortofotos 25 cm - zona norte de Portugal Continental – anos 2018 e 2021	Direção Geral do Território	Resolução 30cm	Validação e espacialização

Linhas de água

O rio Zêzere atravessa o concelho da Covilhã no sentido Nordeste – Sudoeste e apresenta troços partilhados com o concelho da Guarda, Belmonte e Fundão. Todas as linhas de água inseridas no concelho da Covilhã pertencem à bacia hidrográfica do rio Zêzere. Os principais afluentes da margem direita do rio Zêzere são a ribeira de Beijames, a ribeira de Corges, ribeira Cortes, ribeira Cortes e ribeira Porsim e os da margem esquerda são a ribeira de Gaia, ribeira de Caria, ribeira de Meimoa, ribeira de Ximassas (**Figura 7**).

O rio Zêzere apresenta uma ordem de *Strahler* 6 à saída do concelho e após a confluência com a ribeira de Caria, quando ambos apresentam, a montante, uma ordem de 5. Uma ordem de *Strahler* 4 prossegue desde a entrada deste no concelho até à sua confluência com a ribeira Gaia.

Para avaliação dos caudais afluentes ao rio Zêzere, devido à variabilidade dos declives da bacia hidrográfica (**Figura 6**) e características das áreas afluentes (**Figura 2** a **Figura 5**), dividiu-se e analisaram-se as sub-bacias associadas a sete secções de referência: i. Montante da confluência com ribeira de Gaia; ii. Montante da confluência com ribeira de Caria; iii. Jusante da confluência com ribeira de Caria; iv. Montante da confluência com ribeira Meimoa; v. Montante da confluência com ribeira Ximassas; vi. Montante da confluência com ribeira de Cortes; vii. Toda a área afluente à secção à saída do concelho da Covilhã (**Figura 21**).

Proposta para Discussão Pública

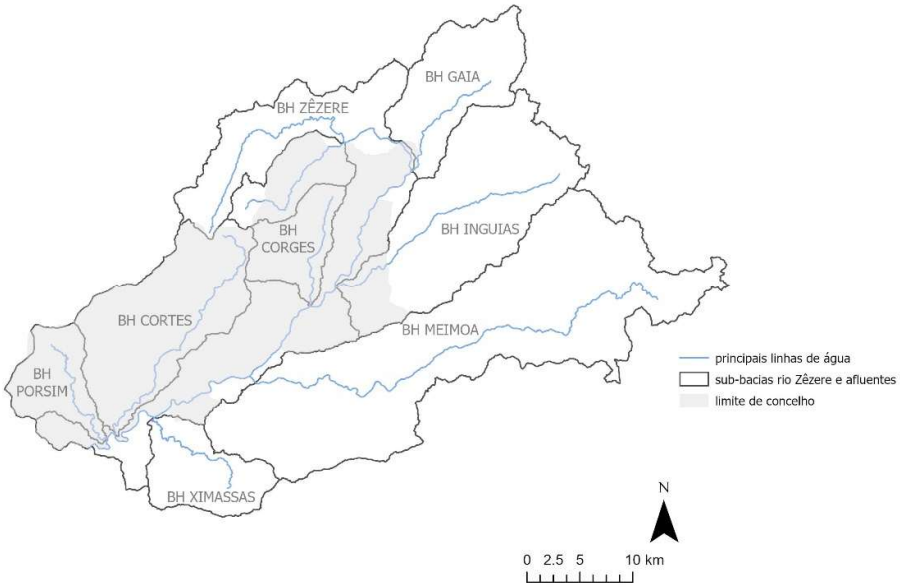


Figura 21. Sub-bacias do rio Zêzere no concelho da Covilhã, não pertencentes às bacias dos principais afluentes

Modelo Numérico de Elevação

O Modelo Numérico de Elevação (MNE) foi criado com base na informação topográfica (Altimetria) à escala 1/5.000 (dentro do concelho) e 1/25.000 (nas restantes áreas), em que, a partir das curvas de nível e pontos cotados, foi criada uma rede irregular de triângulos (TIN). O MNE assume uma importância que se destaca no contexto dos estudos de hidrológicos e, em particular, no estudo da dinâmica dos processos em bacias hidrográficas. A altitude e a exposição das vertentes constituem só por si fatores determinantes no comportamento de diversos elementos climáticos. As características morfológicas como o declive, extensão, forma das vertentes e inclinação dos talvegues derivadas do MNE têm incidência direta nas condições de escoamento e de erosão (Reis, 2006).

O MNE permitiu a obtenção dos mapas de altitude, declive e exposição das vertentes, que foram apresentados na primeira parte deste trabalho, de caracterização, e identificação da rede de drenagem.

Proposta para DI

Solos, formações litológicas e ocupação do solo

Os tipos de solos e as formações litológicas, à escala 1/100.000 e 1/50.000, obtidos através da Carta de Solos e Carta de Aptidão da Terra para a Agricultura da DGADR e da Carta Geológica de Portugal do INETI/LNEG, respetivamente, foram utilizadas numa primeira fase de caracterização; e numa segunda fase, o tipo de solo foi utilizado para a validar o Número de Escoamento disponível no site do SNIAMB nas bacias hidrográficas em análise.

A ocupação do solo, para além da caracterização da sua evolução, permitiu validar o Coeficiente de Escoamento (CN), para obtenção do Tempo de Concentração e Caudal de Ponta de Cheia segundo o método do *Soil Conservation Service*, assim como para determinação do coeficiente de rugosidade (coeficiente de *Manning*) para a modelação hidráulica.

3.3.1. Tempos característicos

A avaliação dos caudais de ponta de cheia efetuou-se com recurso a vários métodos, nomeadamente o *Soil Conservation Service* (SCS), a equação apresentada na Declaração de Retificação n.º 71/2012, de 30 de novembro, a equação racional, de *Giandotti*, e de Loureiro.

O tempo de concentração é considerado uma característica constante da bacia hidrográfica, independente das características das chuvadas, embora dependa de diversos fatores, como área, relevo, forma e características da rede de drenagem. Os processos de escoamento e infiltração numa bacia hidrográfica são condicionados pelas condições antecedentes de armazenamento de água no solo, coberto vegetal, uso do solo, tipo de solos e litologia.

A análise das cheias pressupõe o estudo de toda a bacia hidrográfica; daí a importância em delimitar as bacias hidrográficas e caracterizar as suas componentes biofísicas, para conhecer todo o conjunto da rede hidrográfica, o seu comportamento e a forma como esta responde perante fenómenos de precipitação.

3.3.2. Delimitação das bacias

Define-se como bacia hidrográfica de um curso de água, relativa a uma dada secção, a área de terreno que contribui com as águas que nela se precipitam, para alimentar o caudal desse curso de água na secção considerada (secção de fecho da bacia). A área em estudo foi delimitada automaticamente em ambiente SIG no software QGIS, com base no Modelo Numérico de Elevação (MNE), gerado a partir da altimetria 1/10.000 e 1/25.000, e melhorado com a hidrografia à mesma

Proposta para Discussão Pública

escala. Comparados os resultados obtidos, com os dados disponibilizados pela APA, no visualizador do Sistema Nacional de Informação de Ambiente (SNIAmb), concluiu-se que a delimitação coincidia de forma satisfatória, tendo-se optado por utilizar os dados oficiais da APA.

3.3.3. Características biofísicas

A análise quantitativa das bacias hidrográficas divide-se em: linear, areal e hipsométrica. A análise linear engloba os indicadores relativos à rede de drenagem, cujas medições são efetuadas ao longo das linhas de água. A análise areolar engloba os indicadores nos quais intervêm medições planimétricas. A análise hipsométrica representa a terceira dimensão das bacias, ou seja, os indicadores dependentes do relevo. Os índices que se apresentam de seguida foram calculados em ambiente SIG e encontram-se descritos em Reis (1996) e Ramos (2009).

i. Geometria

Segundo Ramos (2009), na geometria de uma bacia hidrográfica existem quatro componentes relevantes a ter em conta: a área (A), o perímetro (P), o comprimento (Cb) e a forma da bacia.

O critério utilizado para obtenção do comprimento das bacias foi o comprimento do curso de água principal (Cp). A área e a forma da bacia são as características mais importantes no estudo do comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica. Em condições climáticas semelhantes, e em igualdade dos restantes fatores, as bacias que apresentam maior área, produzirão caudais de ponta mais elevados. Em contrapartida, a tendência para grandes cheias será tanto mais acentuada, quanto mais próximo da forma circular for a bacia (Reis, 1996; Ramos, 2009).

Vários índices permitem determinar o fator de forma (Ff) de uma bacia. O fator de forma (Horton), Ff, varia entre 0,1 para bacias alongadas e 0,9 para bacias arredondadas. O índice de Gravelius ou coeficiente de compacidade, Kc, varia entre 1 para bacias circulares e 1,6 para bacias compactas. O índice de circularidade (Miller), Ic, indica que quanto mais o resultado se aproximar de 1 (valor máximo), mais circular será a bacia. O Índice de alongamento (Schumm), Ia, varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 0 for o valor, mais alongada será a bacia. O índice de homogeneidade (Pinchemel), Ih, relaciona a bacia com uma forma oval, varia entre 0 para bacias alongadas e 1 para bacias arredondadas. A formulação destes índices pode ser encontrada, por exemplo, em Reis (1996) e Ramos (2009) e são apresentados de forma sucinta de seguida:

Proposta para Discussão Pública

Fator Forma (Horton) – Ff

Uma bacia hidrográfica, quando representada num plano, apresenta a forma geral de uma pera. Dependendo da interação clima-geologia, todavia, várias outras formas geométricas podem existir. A superfície da bacia é côncava, a qual determina a direção geral do escoamento.

A forma é uma das características físicas mais difíceis de ser expressas em termos quantitativos. A forma da bacia, bem como a forma do sistema de drenagem, pode ser influenciada por algumas outras características da bacia, principalmente pela geologia. A forma pode, também, atuar sobre alguns dos processos hidrológicos, ou sobre o comportamento hidrológico da bacia. Inúmeros métodos de descrição da forma da bacia foram apresentados, conforme explicado com detalhes na literatura (Chow et al., 1988).

HORTON (1932) propôs o fator de forma, definido pela fórmula:

$$F=\frac{A}{L^2}$$

onde:

F = fator de forma,

A = área da bacia,

L = comprimento do eixo da bacia (da foz ao ponto extremo mais longínquo no espigão).

Este índice de forma pode, por exemplo, dar alguma indicação sobre a tendência a inundações, conforme ilustrado na **Figura 22**.

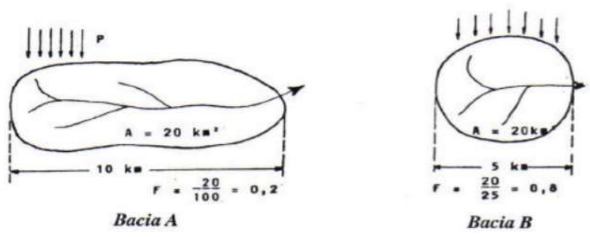


Figura 22. Ilustração da determinação do fator de forma para duas bacias de mesma área.

O escoamento direto de uma dada chuva na bacia (A) não se concentra tão rapidamente como em (B), além do fato de que bacias longas e estreitas como a (A) são mais dificilmente atingidas

Proposta para Discussão Pública

integralmente por chuvas intensas. Maiores valores de fator de forma maior representam bacias mais propensas a cheias.

Índice de Gravelius - Kc

O Coeficiente de compacidade (Kc) ou índice de Gravelius é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à área da bacia (Chow et al., 1988). O Kc é um valor adimensional que varia com a forma da bacia, assim quanto mais irregular a bacia, maior será o coeficiente de compacidade e menor a tendência a inundações. A bacia será mais suscetível a inundações quando o valor de Kc se aproximar de 1.

Este coeficiente é determinado com base na equação:

$$Kc = 0{,}28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

$$K_c = 0{,}28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

onde:

P = perímetro (km)

A = área de drenagem (km²).

Considera-se que:

Kc=1 => forma circular

Kc <> 1 => forma irregular

Índice de circularidade (Miller) - Ic

Outro índice de forma é o chamado "índice de Circularidade" proposto por Miller em 1953 (Kant e al., 2015), de acordo com a fórmula:

$$I_c = 12{,}57 \cdot \frac{A}{P^2}$$

onde:

IC = índice de circularidade < 1,

Proposta para Discussão Pública

A = área da bacia,

P = perímetro da bacia,

Quanto mais próximo de 1, mais próxima da forma circular será a bacia hidrográfica.

A semelhança do coeficiente de compacidade, o índice de circularidade tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma se torna alongada.

Índice de alongamento (Schumm) - Ia

Outro índice importante é o de alongamento (Ia) que indica quanto menor este índice menor o risco de cheias na bacia hidrográfica. É obtido através da equação:

$$I_a = 2 \cdot \frac{\frac{\sqrt{A}}{\pi}}{LB}$$

onde:

A = área da bacia,

LB = comprimento da bacia.

Considera-se que:

Ia=1 => forma circular

Ia -->0 => forma alongada

Índice de Homogeneidade (Pinchemel) - Ih

O Índice de Homogeneidade (PINCHEMEL,in LOURENÇO,1989) pretende verificar o grau de homogeneidade morfométrica da bacia comparando-a a um ovoide:

$$I_h = \frac{A}{3{,}985 \cdot \left(\frac{L}{2{,}59}\right)^2}$$

onde:

A = área da bacia,

LB = comprimento da bacia.

Proposta para Discussão Pública

Considera-se que:

Ih -->1 => forma homogénea

Ih -->0 => forma heterogénea

Para caracterização das principais bacias hidrográficas das linhas de água afluentes ao concelho da Covilhã, apresenta-se nos **Quadro 15** os parâmetros geométricos das mesmas. As características da geometria das sub-bacias correspondentes à área do concelho não incluída no **Quadro 15** e identificadas na **Figura 23**, estão apresentadas no **Quadro 16**.

Quadro 15. Parâmetros geométricos das bacias dos rios afluentes ao concelho da Covilhã

	Parâmetro	Beijames	Porsim	Corges	Cortes	Gaia	Caria	Meimoa	Ximassas
A	Área (km2)	55.40	58.01	58.84	178.83	110.52	242.44	478.75	76.84
P	Perímetro (km)	51.30	49.40	51.50	89.30	72.10	113.35	210.90	53.20
L	Comprimento do Eixo da Bacia (km)	13.24	12.56	12.04	23.51	18.56	25.78	46.03	13.19
Cb	Comprimento da Linha de Água Principal (km)	16.20	17.56	12.98	29.31	21.71	29.64	64.62	18.27
Am	Altitude mínima da Linha de Água Principal (m)	513.34	365	400.00	369.12	454.00	409.00	390.30	457.50
AM	Altitude máxima da Linha de Água Principal (m)	1463.81	808	689.27	1582.16	762.00	649.00	936	546.00
S	Declive médio da Linha de Água Principal (%)	5.87	2.52	2.23	4.14	1.42	0.81	0.84	0.48
Sm	Declive médio da bacia (%)	29.09	30.76	24.42	24.79	19.25	11.73	13.05	22.44
Hm	Cota média da Bacia (m)	965.13	718.53	755.50	817.63	691.88	553.33	566.58	632.91
hm	Altura média da Bacia (m)	451.79	353.53	355.50	448.51	237.88	144.33	176.28	175.41
Ff	Fator de Forma	0.32	0.37	0.41	0.32	0.32	0.36	0.23	0.44
Kc	Índice de Gravelius	1.93	1.82	1.88	1.87	1.92	2.04	2.70	1.70
Ic	Índice de circularidade (Miller)	0.26	0.30	0.28	0.28	0.27	0.24	0.14	0.34
Ia	Índice de alongamento (Schumm)	0.36	0.39	0.41	0.36	0.36	0.38	0.30	0.42
Ih	Índice de homogeneidade (Pinchmel)	0.53	0.62	0.68	0.54	0.54	0.61	0.38	0.74

Quadro 16. Parâmetros geométricos de sub-bacias do rio Zêzere no concelho da Covilhã

	Parâmetro	ZEZERE TROCO 01	ZEZERE TROCO 02.01	ZEZERE TROCO 02	ZEZERE TROCO 03.01	ZEZERE TROCO 03.02	ZEZERE TROCO 03.03	ZEZERE TROCO 03
A	Área (km2)	187.82	360.26	602.70	728.01	1255.49	1354.28	1606.87
P	Perímetro (km)	106.80	169.40	202.50	200.95	304.69	323.64	323.29
L	Comprimento do Eixo da Bacia (km)	22.35	31.71	31.56	42.32	55.03	60.13	62.30

Proposta para Discussão Pública

Cb	Comprimento da Linha de Água Principal (km)	34.59	47.04	50.39	62.84	75.30	84.26	89.51
Am	Altitude mínima da Linha de Água Principal (m)	456.40	414.19	414.19	390.32	375.80	367.71	357.36
AM	Altitude máxima da Linha de Água Principal (m)	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31
S	Declive médio da Linha de Água Principal (%)	2.38	1.84	1.72	1.41	1.20	1.08	1.03
Sm	Declive médio da bacia (%)	31.16	24.23	19.18	18.77	16.35	16.75	18.24
Hm	Cota média da Bacia (m)	987.86	817.23	711.08	696.86	638.85	659.23	659.20
hm	Altura média da Bacia (m)	531.45	403.04	296.89	306.55	263.05	291.52	301.84
Ff	Fator de Forma	0.38	0.36	0.61	0.41	0.41	0.37	0.41
Kc	Índice de Gravelius	2.18	2.50	2.31	2.09	2.41	2.46	2.26
Ic	Índice de circularidade (Miller)	0.21	0.16	0.18	0.23	0.17	0.16	0.19
Ia	Índice de alongamento (Schumm)	0.39	0.38	0.50	0.41	0.41	0.39	0.41
Ih	Índice de homogeneidade (Pinchmel)	0.63	0.60	1.02	0.68	0.70	0.63	0.70

Pública

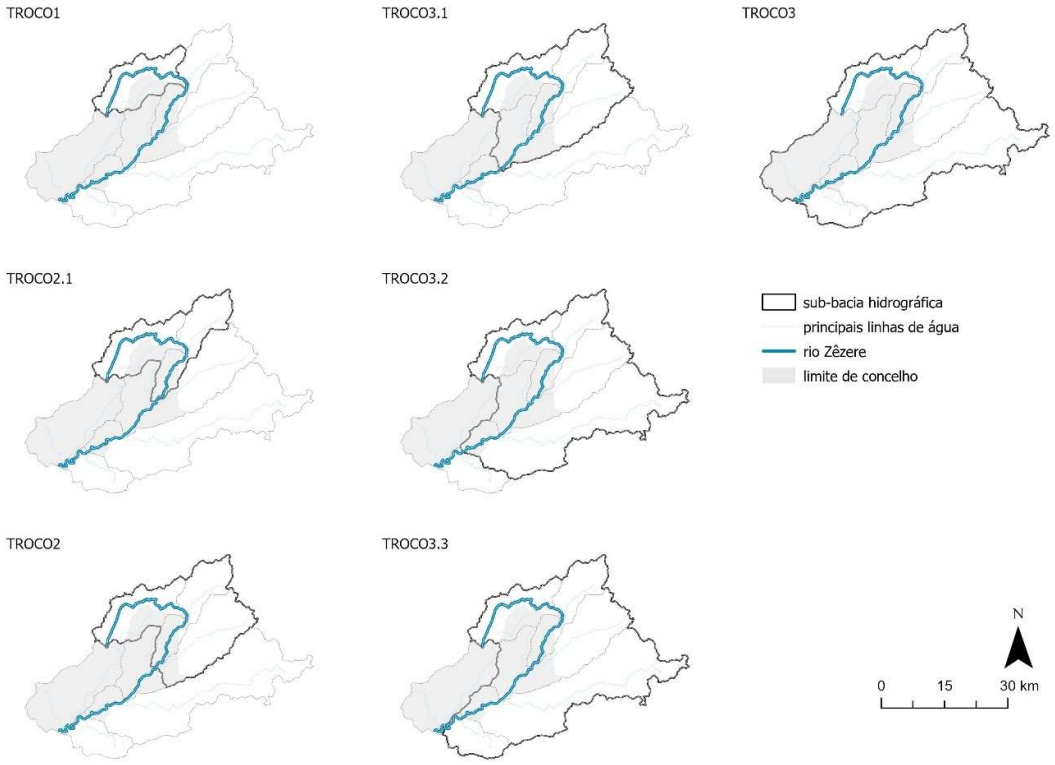


Figura 23. Sub-bacias do rio Zêzere nas secções de referência analisadas

ii. Rede de drenagem

As características da rede de drenagem e as cheias estão interligadas. Uma bacia bem drenada, com uma rede de drenagem de baixa sinuosidade e com uma inclinação elevada, será mais favorável à

ocorrência de cheias e produzirá rapidamente caudais de ponta elevados.

A rede de drenagem pode ser caracterizada pela Hierarquia segundo Strahler, pela Magnitude segundo Shreve, pelo comprimento do curso de água principal, pela densidade hídrica e pela densidade de drenagem.

A hierarquia segundo Strahler procura classificar os cursos de água por ordem de importância. Assim, os canais de ordem 1 são os que não possuem tributários, os de ordem 2 resultam da confluência de dois canais de ordem 1, os de ordem 3 resultam da confluência de dois canais de ordem 2 e assim sucessivamente (Ramos, 2009). No que diz respeito à magnitude nas bacias de drenagem, sob condições geomorfológicas e climáticas similares, o escoamento depende, em grande parte, do número de cursos de água nelas existentes. Ele será tanto maior quanto maior for o número de canais em funcionamento (Ramos, 2009). A magnitude de um curso de água é igual ao número de cabeceiras que lhes são tributárias, ou seja, na prática, estas correspondem ao número de canais de ordem 1, segundo o critério de Strahler. No estudo das cheias, a utilização conjunta da hierarquia e da magnitude da rede de drenagem deve ser implementada, pois os cursos de água com o mesmo nº de ordem, mas com diferentes magnitudes, respondem de forma diferente às cheias.

Para a completa análise da rede de drenagem é importante determinar o comprimento do curso de água principal, que é a distância (em km) medida desde a sua cabeceira à sua desembocadura (**Quadro 17** e **Quadro 18**). É igualmente importante a densidade de drenagem (Horton), Dd. A densidade de drenagem exprime a relação entre o comprimento total dos cursos de água da bacia sejam eles perenes, sazonais ou ocasionais, e a área da sua bacia. Em condições similares a densidade de drenagem depende fundamentalmente do substrato geológico e do relevo. Fornece uma indicação da eficiência da drenagem natural das bacias, sendo estas tanto mais bem drenadas quanto maior for o seu valor.

Proposta para Discussão Pública

Quadro 17. Parâmetros da rede de drenagem afluente ao concelho da Covilhã

	Parâmetro	Beijames	Porsim	Corges	Cortes	Gaia	Caria	Meimoa	Ximassas
St	Hierarquia de Strahler	3	4	3	4	4	5	5	5
Cb	Comprimento da Linha de Água Principal (km)	16.20	17.56	12.98	29.31	21.71	29.64	64.62	18.27
Ct	Comprimento total dos cursos de água (km)	48.87	51.56	21.39	170.76	92.11	215.78	449.42	66.75
Am	Altitude mínima da Linha de Água Principal (m)	513.34	365.00	43.00	369.12	454.00	409.00	390.30	457.50

AM	Altitude máxima da Linha de Água Principal (m)	1463.81	808.00	689.27	1582.16	762.00	649.00	936.00	546.00
Dd	Densidade de drenagem (Horton)(km/km2)	0.88	0.89	0.36	0.95	0.83	0.89	0.94	0.87

Quadro 18. Parâmetros dos troços do rio Zêzere

Parâmetro	ZEZERE TROCO 01	ZEZERE TROCO 02.01	ZEZERE TROCO 02	ZEZERE TROCO 03.01	ZEZERE TROCO 03.02	ZEZERE TROCO 03.03	ZEZERE TROCO 03
Hierarquia de Strahler	4	5	5	6	6	6	6
Comprimento da Linha de Água Principal (km)	34.59	47.04	50.39	62.84	75.30	84.26	89.51
Comprimento total dos cursos de água (km)	159.90	307.98	523.75	644.27	1138.80	1228.51	1461.40
Altitude mínima da Linha de Água Principal (m)	456.40	414.19	414.19	390.32	375.80	367.71	357.36
Altitude máxima da Linha de Água Principal (m)	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31
Densidade de drenagem (Horton)(km/km2)	0.85	0.85	0.87	0.88	0.91	0.91	0.91

Em igualdade dos restantes fatores, as bacias com maior densidade de drenagem tenderão a estar mais sujeitas a cheias do que bacias com menor densidade de drenagem.

ii. Relevo

O relevo influencia de forma determinante o comportamento das bacias hidrográficas relativamente às cheias (Ramos, 2009). É avaliado a partir da determinação da amplitude altimétrica (m), das altitudes máxima e mínima (m), da relação de relevo de Shumm, e da inclinação do curso de água principal, medida em % e em m/km.

A amplitude altimétrica, D, corresponde à diferença entre a altitude do ponto mais elevado da bacia, AM, e a altitude mínima que corresponde à desembocadura da bacia, Am (Ramos, 2009). Este parâmetro tem influência sobre a energia potencial da água; o seu incremento conduz a um aumento da velocidade de escoamento.

A Relação de relevo (Schumm), Rr, é a razão entre a amplitude altimétrica, D, da bacia e o comprimento da bacia, Cb, medido paralelamente ao curso de água principal.

$$Rr = \frac{D}{Cb}$$

Rr = Relação de Relevo,

Proposta para Discussão Pública

D = Amplitude altimétrica (m),

Cb = Maior Comprimento da Bacia (m).

É um indicador da inclinação da bacia influenciando, por isso, a velocidade de escoamento. Quanto maior for a relação de relevo de uma bacia mais rápida é a chegada das águas à sua desembocadura.

Os resultados da análise das características de relevo nas bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã apresentam-se no **Quadro 19** e **Quadro 20**.

Quadro 19. Características dos parâmetros do relevo das principais bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã

	Parâmetro	Beijames	Porsim	Corges	Cortes	Gaia	Caria	Meimoa	Ximassas
Am	Altitude mínima da Linha de Água Principal (m)	513.34	365	400	369.12	454	409	390.3	457.5
AM	Altitude máxima da Linha de Água Principal (m)	1463.81	808	689.27	1582.1605	762	649	936	546
D	Amplitude altimétrica (m)	950.5	443.0	289.3	1213.0	308.0	240.0	545.7	88.5
L	Comprimento do Eixo da Bacia (km)	13.24	12.56	12.04	23.51	18.56	25.78	46.03	13.19
Rr	Relação de relevo (Schumm)(m/m)	0.059	0.025	0.022	0.041	0.014	0.008	0.008	0.005
Ir	Índice de rugosidade (Melton)	0.84	0.39	0.11	1.16	0.26	0.21	0.51	0.08

Quadro 20. Características dos parâmetros do relevo de sub-bacias hidrográficas do rio Zêzere afluentes ao concelho da Covilhã

	Parâmetro	ZEZERE TROCO 01	ZEZERE TROCO 02.01	ZEZERE TROCO 02	ZEZERE TROCO 03.01	ZEZERE TROCO 03.02	ZEZERE TROCO 03.03	ZEZERE TROCO 03
Am	Altitude mínima da Linha de Água Principal (m)	456.40	414.19	414.19	390.32	375.80	367.71	357.36
AM	Altitude máxima da Linha de Água Principal (m)	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31
D	Amplitude altimétrica (m)	822.91	865.12	865.12	888.99	903.51	911.60	921.94
L	Comprimento do Eixo da Bacia (km)	22.35	31.71	31.56	42.32	55.03	60.13	62.30
Rr	Relação de relevo (Schumm)(m/m)	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Ir	Índice de rugosidade (Melton)	0.70	0.74	0.75	0.79	0.82	0.83	0.84

A maior amplitude altimétrica das bacias afluentes ao concelho da Covilhã é de 1213 m na bacia da ribeira de Cortes. A

Proposta para Discussão Pública

relação do relevo proposto por Schumm (1956) varia entre os 0,005 e 0,059 m/m, nas bacias da ribeira de Ximassas e ribeira Beijames, respetivamente.

Proposta para Discussão Pública

iv. Número de Escoamento

Os solos e o substrato geológico condicionam o escoamento superficial, as pontas de cheias e os fenómenos de erosão nas bacias hidrográficas, logo a carga sólida que os cursos de água podem transportar durante as cheias (Ramos, 2009). Os primeiros constituem a película superficial das bacias e influenciam o escoamento destas através da sua espessura e textura; por sua vez, o segundo influencia o escoamento através de litofácies, da estrutura e da rede de falhas e fraturas (Ramos, 2009). Os solos presentes nas bacias hidrográficas afluentes ao concelho estão apresentados na **Figura 3**.

Para se quantificar o número de escoamento (**CN**) é habitual recorrer-se à classificação hidrológica dos solos. De acordo com a classificação apresentada pelo Soil Conservation Service (SCS) os solos podem ser classificados em quatro tipos – A, B, C e D –, com capacidade crescente de gerar escoamento à superfície do terreno (**Quadro 21**).

Quadro 21. Classificação hidrológica dos solos segundo o SCS (adaptado de Lencastre e Franco, 1992).

Tipo de Solo (Grupo)	Características dos Solos
A	Baixo potencial de escoamento superficial. Solos dando origem a baixo escoamento direto, ou que apresentam permeabilidade bastante elevada. Inclui areias com bastante espessura, e com pouco limo ou argila, e arenitos com bastante espessura e muito permeáveis.
B	Potencial de escoamento superficial abaixo da média. Solos menos permeáveis que os do tipo A mas com permeabilidade superior à média. Inclui fundamentalmente solos arenosos menos espessos que os do grupo A.
C	Potencial de escoamento superficial acima da média. Solos originando escoamentos diretos superiores à média e superiores aos originados pelos grupos anteriores. Inclui solos pouco espessos e solos com quantidades apreciáveis de argilas, se bem que menos do que os do grupo D.
D	Elevado potencial de escoamento superficial. Solos com argilas expansivas e solos pouco espessos, com sub-horizontes quase impermeáveis que originam elevado escoamento direto.

O cruzamento do tipo de solo e ocupação do solo (e.g. COS2018) permite quantificar o número de escoamento, tal como indicado pelo Soil Conservation Service (Correia, 1984b) e cujos valores se apresentam no **Quadro 22**.

Proposta para Discussão Pública

Quadro 22. Definição do número de escoamento por utilização ou cobertura do solo e tipo de solo (Correia 1984b)

Utilização ou Cobertura do Solo		Tipo de Solo			
		A	B	C	D
Zonas Cultivadas	Sem medidas de conservação do solo	72	81	88	91
	Com medidas de conservação do solo	62	71	78	81
Pastagens ou baldios	Em más condições	68	79	86	89
	Em boas condições	39	61	74	80
Prado em boas condições		30	58	71	78
Bosque ou zonas Florestais	Cobertura má, sem Mulch	45	66	77	83
	Boa cobertura	25	55	70	77
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golf, cemitérios, etc.	Boas condições: relva cobrindo mais de 75% da área	39	61	74	80
	Condições razoáveis: Relva cobrindo de 50 a 45% da área	49	69	79	84
Zonas comerciais e de escritórios (85% de área impermeável)		89	92	94	95
Zonas industriais (72% de área impermeável)		81	88	91	93
Zonas Residenciais (áreas médias dos lotes e percentagem média impermeável)	< 500m² - 65%	77	85	90	92
	1000m² - 38%	61	75	83	87
	1300m² - 30%	57	72	81	86
	2000m² - 25%	54	70	80	85
	4000m² - 20%	51	68	79	84
Parques de Estacionamento, telhados, viadutos, etc.		98	98	98	98
Arruamentos e estradas	Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98
	Gravilha	76	85	89	91
	Terra	72	82	87	89
Solo arado		77	86	91	94
Culturas arvenses	segundo o maior declive	64	76	84	88
	segundo as curvas de nível	62	74	82	85
	segundo as curvas de nível e em terraços	60	71	79	82
Rotações de culturas	segundo o maior declive	62	75	83	87
	segundo as curvas de nível	60	72	81	84
	segundo as curvas de nível e em terraços	57	70	78	82
Pastagens	pobre	68	79	86	89
	normal	49	69	79	84
	boa	39	61	74	80
	pobre segundo o maior declive	47	67	81	88
	normal segundo o maior declive	25	59	75	83
	boa segundo o maior declive	6	35	70	79
Prado permanente	normal	30	58	71	78
Zonas sociais rurais	normal	59	74	82	86
Estradas	pavimento permeável	72	82	87	89

Proposta para Discussão Pública

Utilização ou Cobertura do Solo		Tipo de Solo			
		A	B	C	D
	pavimento impermeável	74	84	90	92
Florestas	muito abertas ou de baixa transpiração	56	75	86	91
	abertas ou de baixa transpiração	46	68	78	84
	normal	36	60	70	76
	densas ou de alta transpiração	26	52	62	69
	muito densas ou de alta transpiração	15	44	54	61
Superfície Impermeável		100	100	100	100

O número de escoamento das bacias em análise, baseou-se na informação disponibilizada no Atlas da Água - Números de Escoamento (https://sniamb.apambiente.pt/content/geo-visualizador).

Os valores apresentados referem-se a uma condição normal de humidade do solo antecedente, CN (II). Os valores foram corrigidos para uma situação particularmente húmida, CN(III), quando ocorrem precipitações consideráveis nos cinco dias anteriores e o solo encontra-se quase saturado, propício à formação de cheias. Recorreu-se à proposta de Chow et al (1988) para determinar os números de escoamento usados neste estudo.

$$CN(III) = \frac{23\,CN(II)}{10 + 0{,}13\,CN(II)}$$

iv. Tempo de concentração e resposta das bacias

O tempo de concentração (Tc) de uma bacia hidrográfica é o tempo necessário para que toda a sua área contribua para o escoamento superficial na secção da bacia, ou seja, é o tempo necessário para que uma gota de água no ponto hidraulicamente mais afastado da bacia chegue à secção de saída. Este parâmetro é, por isso, essencial para avaliar o caudal máximo de cheia, sendo apresentados métodos de avaliação deste no **Quadro 23**. O tempo de concentração pode ser influenciado por diferentes ocupações da bacia hidrográfica, desde que tais ocupações alterem as características do movimento de que resulta a concentração da água na secção de referência da bacia (Portela et al., 2000). Adotou-se um valor para tempo de concentração correspondente a uma média de todos os valores após exclusão do maior e menor.

Quadro 23. Tempo de concentração (Tc), com base em diferentes métodos empíricos, das bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã

Proposta para Discussão Pública

Método	Fórmula
Corps Engineers	$T_c = 0{,}191 L^{0{,}76} S^{-0{,}19}$
Dooge	$T_c = 0{,}365\ A^{0{,}41} S^{-0{,}17}$
Giandotti	$T_c = 0{,}0559(4{,}0A^{0{,}5} + 1{,}5L) L^{-0{,}5} S^{-0{,}5}$
Johnstone	$T_c = 0{,}462\ L^{0{,}5} S^{-0{,}25}$
Kirpich	$T_c = 0{,}0663\ L^{0{,}77} S^{-0{,}385}$
Pasini	$T_c = 0{,}107 A^{0{,}333} L^{0{,}333} S^{-0{,}5}$
Pickering	$T_c = \left(\frac{0{,}871\ L^3}{H}\right)^{0{,}385}$
Picking	$T_c = 0{,}0883\ L^{0{,}667} S^{-0{,}333}$
Temez	$T_c = 0{,}3\left(\frac{L}{S^{0{,}25}}\right)^{0{,}76}$
Ven te Chow	$T_c = 0{,}160\ L^{0{,}64} S^{-0{,}32}$
Ventura	$T_c = 0{,}127\ A^{0{,}5} S^{-0{,}5}$
Soil Conservation Service	$t_c = \frac{100}{0.3048^{0.8}} \times \frac{L^{0.8} \times \left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{1900 \times Sm^{0.5}}$

A *– Área da Bacia Hidrográfica (km²),*

L *– Comprimento do talvegue principal (km),*

H *- Diferença de Cotas, de montante a jusante do talvegue principal (m),*

S *– Declive médio do talvegue principal (m/m),*

Sm *– Declive médio da bacia hidrográfica (%),*

CN *– Número de escoamento ponderado da bacia hidrográfica.*

Proposta para Discussão Pública

Os valores do tempo de concentração das bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã estão apresentados nos **Quadro 24** e **Quadro 25**.

Quadro 24. Tempo de concentração das bacias hidrográfica afluentes ao concelho da Covilhã

Tempo de concentração (hr)	Beijames	Porsim	Corges	Cortes	Gaia	Caria	Meimoa	Ximassas
Corps Engineers	1.13	1.41	1.15	1.90	1.85	2.61	4.69	1.99
Dooge	3.07	3.61	3.70	5.26	5.18	7.86	10.32	5.36
Giandotti	3.10	4.77	5.21	4.95	7.52	12.18	13.96	11.74
Johnstone	3.78	4.86	4.31	5.55	6.24	8.39	12.25	7.49
Kirpich	1.69	2.48	2.06	3.05	3.65	5.76	10.32	4.83
Pasini	4.25	6.76	6.54	9.11	12.00	22.88	36.43	17.17
Pickering	1.69	2.49	2.07	3.05	3.65	5.76	10.33	4.84
Picking	1.45	2.03	1.73	2.42	2.83	4.21	6.97	3.61
Temez	4.27	5.33	4.34	7.16	6.98	9.84	17.66	7.51
Ven te Chow	2.36	3.25	2.79	3.85	4.48	6.54	10.62	5.65
Ventura	3.90	6.09	6.53	8.35	11.21	21.98	30.24	16.00
Soil Conservation Service	1.67	1.76	1.51	2.62	2.72	5.17	7.92	2.06
Tempo de concentração adotado (hr)	2.69	3.67	3.42	4.63	5.45	8.77	13.06	6.91

Quadro 25. Tempo de concentração de sub-bacias hidrográficas do rio Zêzere afluentes ao concelho da Covilhã

Tempo de concentração (hr)	ZEZERE TROCO 01	ZEZERE TROCO 02.01	ZEZERE TROCO 02	ZEZERE TROCO 03.01	ZEZERE TROCO 03.02	ZEZERE TROCO 03.03	ZEZERE TROCO 03
Corps Engineers	2.39	3.18	3.39	4.16	4.92	5.47	5.78
Dooge	5.90	8.04	10.05	11.22	14.43	15.15	16.39
Giandotti	6.58	8.80	10.44	14.43	19.63	20.03	21.20
Johnstone	6.92	8.60	9.06	10.62	12.11	13.15	13.72
Kirpich	4.28	5.99	6.49	8.28	10.14	11.51	12.29
Pasini	12.91	20.20	25.39	32.06	44.33	49.70	55.02
Pickering	4.29	5.99	6.49	8.29	10.15	11.52	12.30
Picking	3.26	4.35	4.66	5.76	6.87	7.66	8.11
Temez	9.02	11.96	12.77	15.67	18.55	20.61	21.78
Ven te Chow	5.11	6.76	7.22	8.85	10.47	11.63	12.28
Ventura	11.28	17.77	23.79	28.81	41.08	44.93	50.16
Soil Conservation Service	2.93	4.39	5.58	6.67	8.11	8.70	8.59
Tempo de concentração adotado (hr)	5.96	8.27	9.66	11.86	15.16	16.49	17.68

Proposta para Discussão Pública

O tempo de resposta (Tr) das bacias hidrográficas é o intervalo de tempo definido pelo centro da gravidade da precipitação útil e a ponta do hidrograma.

$Tr = 0{,}6\,Tc$

Considerando que existem numerosos métodos para o cálculo do tempo de concentração e tratando-se de bacias parcialmente urbanizadas, contendo ainda extensas áreas não urbanas, espera-se que o tempo de concentração possa também ser influenciado por diferentes ocupações das bacias hidrográficas. Assim, admite-se que o aumento da área com ocupação urbana possa resultar numa diminuição de Tc por promover a concentração rápida da bacia, fundamentalmente como resultado do aumento da área impermeável que oferece menor resistência ao escoamento (Portela et al., 2000). Foi neste sentido que se adotou o tempo de concentração proposto pelo SCS, que exprime a diminuição do tempo de concentração em consequência do aumento da área urbanizada (SCS, 1972, in Portela et al., 2000).

3.4. Caudal de ponta de cheia

Neste ponto, determinou-se o caudal de ponta de cheia para as linhas de água das bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã, com base em vários métodos de avaliação empíricos, não cinemáticos e cinemáticos. Estes métodos são aplicados a cursos de água que não dispõem de registos hidrométricos ou em que o seu número é insuficiente.

Os primeiros não entram em conta com o tempo de concentração; já os segundos consideram o tempo de concentração e a chuvada crítica - chuvada uniforme suscetível de causar o maior valor de caudal de ponta.

Por outro lado, a fiabilidade dos resultados seria maior se fossem utilizados métodos estatísticos e de correlação hidrológica. A aplicação destes métodos torna-se difícil, por um lado pela insuficiência de registos de caudais em séries suficientemente extensas que proporcionem uma adequada representatividade e, por outro lado, pelo pouco valor significativo que teriam uma vez que a ação do homem vai alterando as condições do coberto vegetal, e até de geomorfologia, modificando as condições do escoamento.

Determinou-se o caudal de ponta de cheia nas secções das principais bacias hidrográficas associadas ao concelho da Covilhã, cujas linhas de água apresentam uma hierarquia de Strahler 3 ou mais. As ribeiras de Ximassas, Meimoa, Caria, e Gaia entram no concelho da Covilhã com hierarquia de Strahler de 5, 5, 5, 4, tendo sido avaliados os seus caudais de ponta de cheia na confluência com o rio Zêzere.

A área de contribuição para o escoamento varia continuamente, mesmo durante uma chuvada

Proposta para Discussão Pública

(Dunne e Black, 1970). Para um determinado período de retorno, o escoamento superficial por unidade de área diminui à medida que a área da bacia hidrográfica aumenta (LTHIA, 2015), sobretudo pelo facto de a quantidade média de precipitação diminuir com o aumento da área; e pelo aumento do tempo de transporte do escoamento superficial, que permite uma maior infiltração e outras perdas (Dunne e Black, 1970).

O caudal de pico de cheia no rio Zêzere foi avaliado em sete secções de escoamento significativas do seu percurso no concelho da Covilhã, nas suas principais confluências (**Figura 23**). Assumiu-se para efeitos de cálculo dos caudais de escoamento na linha de água, o produto do caudal unitário do troço em análise pela área da bacia hidrográfica associada à respetiva secção de escoamento.

3.4.1. Método de Loureiro

O método de Loureiro baseia-se nos registos de caudais máximos anuais em 55 estações hidrométricas, onde aplicou a lei de Gumbel para diversos períodos de retorno. O método identifica os parâmetros Z e C (**Quadro 26** e **Quadro 27**), regionais, para diversas zonas do país. Assim, a fórmula de Loureiro permite avaliar o caudal de cheia com determinado período de retorno, em bacias hidrográficas com características semelhantes e sem registos hidrométricos, por transposição.

A fórmula de Loureiro avalia o caudal de ponta de cheia por

$Qp=CA^2$

Onde,

Qp é o caudal de ponta de cheia em m^3/s;

C é um parâmetro regional, relacionado com o período de retorno ();

Z é um parâmetro regional, relacionado com as características físicas da bacia ();

A é a área da bacia em km^2.

Proposta para Discussão Pública

Quadro 26. Valor de Z e Valor de C para os diferentes períodos de retorno (T) (Fonte: Loureiro, 1984).

Parâmetros							
Zona	**Parâmetro Z**	**Parâmetro C**					
		Período de retorno (anos)					
		5	**10**	**25**	**50**	**100**	**1000**
N1	0,807	2,85	3,72	4,53	5,27	6,1	8,57
N2	0,694	5,44	6,97	8,58	9,67	10,98	15,63
N3	0,510	24,93	30,5	39,14	43,49	49,5	64,83
N4	0,489	11,68	16,79	19,19	22,31	26,2	38,52
T1	**0,375**	31,3	40,1	50,2	58,1	**66,9**	94,4
T2	0,466	19,2	26,3	34,7	42,2	48,3	72,3
T3	0,761	3,66	4,49	5,58	6,02	8,45	11,0
S1	0,784	3,45	4,4	5,4	6,24	7,09	9,88
S2	0,738	3,39	4,28	5,54	6,44	7,4	10,68
S3	0,816	1,66	2,09	2,58	2,98	3,37	4,75
S4	0,745	2,38	3,06	3,68	4,12	4,94	7,27

Quadro 27. Determinação das Zonas para a obtenção dos valores Z e C (Fonte: Loureiro, 1984).

Zonas para parâmetros Z e C	
Zona	**Área Incluídas**
N1	Bacias superiores do Cávado, do Tâmega e do Tua.
N2	Bacia do Lima, bacia intermédia do Cávado, bacia superior do Ave, bacias inferiores do Tâmega e do Tua e bacia superior do Sabor.
N3	Bacias inferiores do Cávado, Ave, Douro, Vouga e Mondego.
N4	Bacia inferior do Sabor, margem esquerda da bacia do Douro a montante da confluência do Paiva, bacias superiores do Vouga e Mondego.
T1	**Bacias superiores do Zêzere e bacias do Ponsul, Ocreza, Aravil e Erges (Válidos só para uma precipitação média anual inferior a 1400 mm)**
T2	Bacias inferiores do Zêzere e bacias do Nabão, Alviela, Maior, Alenquer, Grande da Pipa, Trancão; bacias inferiores do Soraia e Candeeiros, serra de Montejunto e o litoral e na bacia do rio Lis, os valores deverão ser tomados com reserva
T3	Bacia superior do Soraia, bacias da ribeira de Nisa e dos rios Sever e Caia;
S1	Ribeiros do Algarve, Baixo Guadiana e Alto Mira (não se devendo aplicar em áreas onde a isoieta seja superior 1000 mm e inferior o 500 mm).
S2	Alto Sado, regiões superiores das bacias do Xarrama e Degebe e Baixo Mira.
S3	Baixo Sado.
S4	Bacia do Guadiana, entre as zonas 5 e 6.

Proposta para Discussão Pública

A área em estudo insere-se na Zona T1, pelo que o parâmetro Z foi considerado 0,375 e o parâmetro C considerado 66,9, correspondente a um período de retorno de 100 anos.

Os resultados obtidos pela aplicação deste método estão apresentados no Quadro 28

Quadro 28. Caudais de ponta de cheia obtidos pela aplicação do método do Loureiro

	Parâmetro	Beijames	Porsim	Corges	Cortes	Gaia	Caria	Meimoa	Ximassas
Qp(Loureiro)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)	301.46	306.71	308.36	467.84	390.59	524.39	676.81	340.82
qp(Loureiro)	**Caudal unitário (m3/s.km2)**	**5.44**	**5.29**	**5.24**	**2.62**	**3.53**	**2.16**	**1.41**	**4.44**

	Parâmetro	ZEZERE TROCO 01	ZEZERE TROCO 02.01	ZEZERE TROCO 02	ZEZERE TROCO 03.01	ZEZERE TROCO 03.02	ZEZERE TROCO 03.03	ZEZERE TROCO 03
Qp(Loureiro)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)	476.52	608.36	737.84	792.00	971.59	999.58	1065.78
qp(Loureiro)	Caudal unitário (m3/s.km2)	2.54	1.69	1.22	1.09	0.77	0.74	0.66

3.4.2. Método de Turazza-Giandotti

O método de Turazza-Giandotti, utilizado em Portugal, assemelha-se à fórmula racional, com o coeficiente de escoamento (λ) determinado pela área da bacia.

$$Q_p = \frac{\lambda \cdot A \cdot h}{t_c}$$

onde

λ é um parâmetro relacionado com a área A (**Quadro 29**);

A é a área da bacia em km2

h é a precipitação máxima em mm, correspondente ao tempo de concentração para um determinado período de retorno;

tc é o tempo de concentração da bacia hidrográfica em horas

Quadro 29. Parâmetro λ da fórmula de Turazza-Giandotti para o cálculo do caudal de ponta de cheia

Área da bacia (km2)	λ
<300	0.346
300-500	0.277
500-1000	0.197
1000-8000	0.100
8000-20000	0.076
20000-70000	0.055

A determinação do fator h baseou-se nas curvas de intensidade-duração-frequência (IDF) propostas

Proposta para Discussão Pública

na Portaria n.º 336/2019 de 26 de setembro para a estação udométria da Covilhã (Quadro 30) para um período de retorno de 100 anos. As curvas de intensidade-duração-frequência (IDF) estabelecem a relação entre a intensidade, a duração e o período de retorno de uma dada chuvada. Brandão et al. (2001) apresentam curvas IDF para Portugal Continental, a partir do tratamento estatístico das séries anuais de intensidade de precipitação máxima nos respetivos postos. Estas curvas resultaram do ajustamento às séries em estudo de uma curva do tipo potencial dada por:

$$I = a\, t_p^b$$

I – Intensidade de precipitação (mm/h);

t_p – duração da precipitação em minutos;

a *e* ***b*** – constantes que dependem do período de retorno e da duração da chuvada.

Os coeficientes indicados na Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, para a estação udométria da Covilhã, para um período de retorno de 100 anos, estão indicados no Quadro 30.

Quadro 30. Coeficientes das curvas IDF para o período de retorno de 100 anos – Estação da Covilhã 12L/03 (Portaria n.º 336/2019 de 26 de setembro

IDF (válidas para o período)	a	b
5 a 30 min	368.22	-0.556
30 min a 6 h	356.92	-0.562
6h a 48 h	215.44	-0.463

Os resultados da aplicação deste método estão apresentados no **Quadro 31**.

Proposta para Discussão Pública

Quadro 31. Caudais de ponta de cheia obtidos pela aplicação do método de Turazza-Giandotti

	Parâmetro	Beijames	Porsim	Corges	Cortes	Gaia	Caria	Meimoa	Ximassas
Qp(Giandotti)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)	117.01	79.61	73.92	236.76	96.30	130.35	224.62	42.87
qp(Giandotti)	**Caudal unitário (m3/s.km2)**	2.11	1.37	1.26	1.32	0.87	0.54	0.47	0.56

	Parâmetro	ZEZERE TROCO 01	ZEZERE TROCO 02.01	ZEZERE TROCO 02	ZEZERE TROCO 03.01	ZEZERE TROCO 03.02	ZEZERE TROCO 03.03	ZEZERE TROCO 03
Qp(Giandotti)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)	879.35	1179.70	1296.80	1348.47	1023.88	1094.14	1264.64
qp(Giandotti)	Caudal unitário (m3/s.km2)	4.68	3.27	2.15	1.85	0.82	0.81	0.79

3.4.3. Método racional

O método racional avalia o caudal de escoamento pelo produto da intensidade da precipitação pela área da bacia hidrográfica e pelo coeficiente de deflúvio.

$$Q = \frac{CiA}{3{,}6},$$

Sendo C o coeficiente de deflúvio, adimensional; i a intensidade média da precipitação correspondente a uma chuva com duração igual ao tempo de concentração da bacia (mm/h); A a área da bacia hidrográfica (km2).

Assume-se a duração da chuva crítica, para um período de retorno definido, neste caso de 100 anos, igual ao tempo de concentração da bacia (toda a bacia contribui para o escoamento), e um coeficiente de deflúvio médio da bacia hidrográfica. O caudal avaliado, assim, reflete o caudal de máxima cheia para um período de retorno de 100 anos para a secção de referência.

O coeficiente de deflúvio utilizado neste estudo teve por base os valores disponibilizados pelo SNIAMB[2] (Sistema Nacional de Informação de Ambiente). Avaliou-se a média do coeficiente para cada bacia analisada e afetou-se de um fator de 1,25 para o período de retorno de 100 anos (Wright-McLaughlin Engineers, 1969). A intensidade da precipitação baseou-se nas curvas IDF indicadas na Portaria n.º 336/2019 de 26 de setembro para a estação udométria da Covilhã para um período de retorno de 100 anos (**Quadro 30**).

A intensidade de precipitação para os diversos períodos de retorno e para a duração do tempo de

[2] https://sniamb.apambiente.pt/

Proposta para Discussão Pública

concentração das bacias estão apresentados no **Quadro 32**.

Quadro 32. Intensidade de precipitação para o tempo de concentração da bacia e diversos períodos de retorno

Beijames	Porsim	Corges	Cortes	Gaia	Caria	Meimoa	Ximassas
20.48	17.22	17.90	15.12	13.79	11.84	9.85	13.23

ZEZERE TROCO 01	ZEZERE TROCO 02.01	ZEZERE TROCO 02	ZEZERE TROCO 03.01	ZEZERE TROCO 03.02	ZEZERE TROCO 03.03	ZEZERE TROCO 03
i(mm/h)	i(mm/h)	i(mm/h)	i(mm/h)	i(mm/h)	i(mm/h)	i(mm/h)
14.17	12.17	11.33	10.30	9.19	8.84	8.56

Os resultados obtidos pela aplicação deste método estão apresentados no **Quadro 33**.

Quadro 33. Caudais de ponta de cheia obtidos pela aplicação do método racional

Indicador	Parâmetro	Beijames	Porsim	Corges	Cortes	Gaia	Caria	Meimoa	Ximassas
C(CiA)	C - afetado do fator 1,25	0.66	0.67	0.71	0.67	0.66	0.66	0.66	0.67
Qp(CiA)	**Pico de cheia de 100 anos (m3/s)**	272.27	281.97	330.83	688.14	414.58	626.12	975.08	338.25
qp(CiA)	Caudal unitário (m3/s.km2)	**4.91**	**4.86**	**5.62**	**3.85**	**3.75**	**2.58**	**2.04**	**4.40**

	Parâmetro	ZEZERE TROCO 01	ZEZERE TROCO 02.01	ZEZERE TROCO 02	ZEZERE TROCO 03.01	ZEZERE TROCO 03.02	ZEZERE TROCO 03.03	ZEZERE TROCO 03
C(CiA)	C - afetado do fator 1,25	0.659	0.661	0.658	0.666	0.662	0.662	0.664
Qp (CiA)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)	676.40	1078.87	1608.72	1809.58	2834.97	2961.81	3541.91
qp (CiA)	Caudal unitário (m3/s.km2)	3.60	2.99	2.67	2.49	2.26	2.19	2.20

Proposta para Discussão Pública

3.4.4. Método do Soil Conservation Service (SCS)

A formulação proposta pelo *Soil Conservation Service*, dos E.U.A., consiste da seguinte expressão:

$$Q_p = 0{,}277 \times k \times A \times h_u / t_p$$

em que:

Q_p – caudal de ponta em m³/s,

3.K – fator de ponta, que para bacias medianamente declivosas pode tomar o valor 0,75,

A –área da bacia, em km²

hu – é o valor da altura útil de precipitação em mm,

tp – é o tempo para ponta, em horas.

Para o cálculo dos caudais torna-se necessário determinar a altura útil de precipitação (hu), a partir da precipitação total (produto do tempo de concentração pela intensidade de precipitação).

Para uma dada precipitação total, h, a altura útil é dada por:

$$h_u = \frac{(h - h_o)^2}{h + 4h_0}$$

em que:

ho – indica as perdas iniciais da chuvada,

h – Precipitação total (produto do tempo de concentração pela intensidade de precipitação).

O SCS sugere para o seu cálculo:

$$Ho = 5080 / N - 50,8$$

em que:

N = é o número de escoamento, o curve number (CN). O número de escoamento foi afetado para uma situação de

$$t_p = \frac{1}{2} \cdot t_r \cdot + 0,6 \cdot t_c$$

A duração da chuvada, t_r é calculada por subtração da duração do total do tempo necessário para choverem as perdas iniciais:

$$t_r = t_c \cdot - 0,6 \cdot \frac{H_0}{I}$$

Precipitação

No estudo das cheias rápidas, os dados relativos à precipitação (fator desencadeante) é de grande importância, com particular incidência para os valores críticos em 24 horas, para determinada frequência, e para os valores críticos para chuvadas com duração igual ao tempo de concentração. A U.S. Army Corps of Engineers (HEC-HMS, 2012) indica que a duração da chuvada hipotética deve ter duração igual ou superior ao tempo de concentração da bacia hidrográfica, sugerindo uma

Proposta para Discussão Pública

duração de 24 horas. O padrão temporal deve ter distribuição triangular para determinação de frequência de ocorrência de escoamentos.

A designação de precipitações intensas está associada à ocorrência de volumes precipitados significativos nos incrementos de duração de chuvada usuais (de 5 minutos a um ou dois dias) (Brandão et al., 2001).

Avaliaram-se os caudais de ponta de cheia segundo o método do SCS, para as principais bacias hidrográficas afluentes ao concelho da Covilhã, de nível 4 disponíveis em SNIAMB (https://sniamb.apambiente.pt/).

Determinou-se o tempo de concentração e o coeficiente de escoamento de cada bacia foi ponderado para cada bacia hidrográfica segundo informação disponibilizada em SNIAMB (https://sniamb.apambiente.pt/). O caudal de máxima cheia ocorre quando todos os segmentos de uma bacia hidrográfica contribuem para a secção de escoamento em análise. O tempo de concentração corresponde ao tempo necessário para que o escoamento do ponto hidraulicamente mais distante da bacia atinja a secção de escoamento.

Com base no método SCS apresentado por Correia (1984), determinou-se o caudal de ponta necessário para dados de entrada no modelo. Os valores dos parâmetros e respetivo caudal de dimensionamento para um período de retorno de 100 anos segundo os métodos do SCS estão apresentados no **Quadro 34**.

Proposta para Discussão Pública

Quadro 34. Parâmetros para avaliação do caudal de pico de cheia pelo método do SCS

Indicador	Parâmetro	Beijames foz	Porsim	Corges	Cortes	Gaia	Caria	Meimoa	Ximassas
CN (III)	Curve Number	89.84	89.35	90.04	92.20	88.63	84.61	88.56	90.21
Tr	Tempo de resposta (hr)	1.45	1.53	1.31	2.42	2.40	4.52	7.33	1.83
tp	Tempo para o pico (hr)	1.73	1.82	1.56	2.78	2.83	5.37	8.42	2.15
i(100 anos)	Intensidade de precipitação (mm/hr)	26.83	25.99	28.35	20.79	20.38	14.19	11.17	23.83
H	Precipitação total no tc (mm)	44.71	45.83	42.83	54.53	55.39	73.44	88.48	49.03
H0	Abstrações iniciais (mm)	5.75	6.05	5.62	4.29	6.52	9.24	6.56	5.51
Hu	Altura útil de precipitação (mm)	22.42	22.58	21.21	35.20	29.31	37.34	58.49	26.64
k	coeficiente	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Qp (SCS)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)	149.50	149.30	165.89	470.04	237.91	350.42	691.32	198.01
qp (SCS)	Caudal unitário (m3/s.km2)	2.70	2.57	2.82	2.63	2.15	1.45	1.44	2.58

Parâmetro	ZEZERE TROCO 01	ZEZERE TROCO 02.01	ZEZERE TROCO 02	ZEZERE TROCO 03.01	ZEZERE TROCO 03.02	ZEZERE TROCO 03.03	ZEZERE TROCO 03

CN (III)	Curve Number	90.01	89.24	87.45	87.72	88.19	88.38	88.87
Tr	Tempo de resposta (hr)	2.65	4.01	5.08	6.14	7.56	8.14	8.06
tp	Tempo para o pico (hr)	3.08	4.64	5.89	7.07	8.65	9.29	9.18
i(100 anos)	Intensidade de precipitação (mm/hr)	19.66	16.32	14.59	13.45	12.28	11.89	11.96
H	Precipitação total no tc (mm)	57.68	71.60	81.50	89.64	99.60	103.42	102.69
H0	Abstrações iniciais (mm)	5.64	6.12	7.29	7.11	6.80	6.68	6.36
Hu	Altura útil de precipitação (mm)	33.76	44.61	49.77	57.68	67.90	71.92	72.42
k	coeficiente	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Qp (SCS)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)	272.27	281.97	330.83	688.14	414.58	626.12	975.08
qp (SCS)	Caudal unitário (m3/s.km2)	4.91	4.86	5.62	3.85	3.75	2.58	2.04

3.4.5. Método de Temez

Temez (1978) baseou-se na fórmula racional para a expressão proposta para bacias hidrográficas até 3000 km2. Sugeriu uma ponderação devido à precipitação útil não ser constante ao longo do tempo e, para pequenas bacias hidrográficas (inferiores a 75 km2) sugere:

$$Q = \frac{CiA}{3}$$

$$C = \frac{(P_d - P_0)(P_d + 23P_0)}{(P_d + 11P_0)^2}$$

$$P_0 = \frac{5080}{CN} - 50{,}8,$$

Sendo Q o caudal de ponta de cheias (m3/s), C o coeficiente de escoamento, i a intensidade média da precipitação para o tempo de concentração da bacia hidrográfica, A a área da bacia hidrográfica (km2), Pd a precipitação máxima diária (mm), Po o parâmetro relativo às perdas iniciais da chuvada antes de se iniciar o escoamento superficial (mm) e CN o número de escoamento definido pelo SCS devidamente afetado para CN(III), como definido no ponto 3.3.3 (Características biofísicas).

Os valores dos parâmetros e respetivo caudal de dimensionamento para um período de retorno de 100 anos segundo o método de Temez estão apresentados no **Quadro 35**.

Proposta para Discussão Pública

Quadro 35. Parâmetros para avaliação do caudal de pico de cheia pelo método de Temez

		Beijames	Porsim	Corges	Cortes	Gaia	Caria	Meimoa	Ximassas
CN (III)	Curve Number	89.84	89.35	90.04	92.20	88.63	84.61	88.56	90.21
Pd(Temez)	Precipitação máxima diária (mm)	143.81	143.81	143.81	143.81	143.81	178.33	178.33	178.33
P0(Temez)	Perdas iniciais (mm)	5.75	6.05	5.62	4.29	6.52	9.24	6.56	5.51
C(Temez)		0.89	0.88	0.89	0.93	0.87	0.84	0.90	0.92
Qp(Temez)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)	440.40	442.66	496.31	1149.23	543.32	805.86	1339.33	563.58

qp(Temez)	Caudal unitário (m3/s.km2)	7.95	7.63	8.43	6.43	4.92	3.32	2.80	7.33

		ZEZERE TROCO 01	**ZEZERE TROCO 02.01**	**ZEZERE TROCO 02**	**ZEZERE TROCO 03.01**	**ZEZERE TROCO 03.02**	**ZEZERE TROCO 03.03**	**ZEZERE TROCO 03**
CN (III)	Curve Number	90.01	89.24	87.45	87.72	88.19	88.38	88.87
Pd(Temez)	Precipitação máxima diária (mm)	178.33	178.33	178.33	178.33	178.33	178.33	178.33
P0(Temez)	Perdas iniciais (mm)	5.64	6.12	7.29	7.11	6.80	6.68	6.36
C(Temez)		0.92	0.91	0.89	0.89	0.90	0.90	0.91
Qp(Temez)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)	944.67	1486.97	2163.56	2418.29	3836.50	4018.11	4832.97
qp(Temez)	Caudal unitário (m3/s.km2)	5.03	4.13	3.59	3.32	3.06	2.97	3.01

3.4.6. Método do hidrograma unitário do Soil Conservation Service

Para a determinação do caudal de pico de cheia pelo método do hidrograma unitário do Soil Conservation Service, recorreu-se ao programa de cálculo Hydrologic Modeling System - HEC-HMS (HEC, 2012), sendo delineadas as bacias hidrográficas com áreas superiores a 3,5 km2. Os parâmetros necessários para a avaliação dos caudais, para além do número de escoamento, devidamente afetado para CN(III), como definido no ponto 3.3.3 (Características biofísicas), são o lag-time, que está definido como sendo $t_{lag} = 0{,}6\ t_c$, sendo tc o tempo de concentração da bacia hidrográfica, avaliado pelo método do Soil Conservation Service. Para o modelo meteorológico, recorreu-se à "frequency storm", onde foram introduzidos os valores correspondentes às intensidades de precipitação obtidas pelas curvas IDF para um período de retorno de 100 anos na estação da Covilhã (Figura 24). Adotou-se o método TP40/TP49 para determinação do fator de redução de área. As funções de redução de área descrevem a relação entre a precipitação máxima pontual observada num padrão de chuvada e a profundidade média da precipitação calculada sobre uma determinada área. Descreve o padrão espacial da precipitação no espaço e é responsável pela diminuição da intensidade média da chuvada em áreas maiores (HEC, 2012).

Proposta para Discussão Pública

Frequency Storm

Duration	Depth (MM)	Area-Reduction Functi
5 Minutes	18.205	
10 Minutes	23.219	
15 Minutes	26.77	
30 Minutes	34.144	
1 Hour	43.549	
2 Hours	55.544	
3 Hours	64.039	
6 Hours	81.679	
12 Hours	104.18	
1 Day	132.87	
2 Days		

Figura 24. Precipitação esperada para uma chuvada com período de retorno de 100 anos (curvas IDF Covilhã)

Os resultados obtidos pelo método do hidrograma unitário do Soil Conservation Service para um período de retorno de 100 anos estão apresentados no **Quadro 36**.

Proposta para Discussão Pública

Quadro 36. Resultados obtidos pelo método do hidrograma unitário do Soil Conservation Service para um período de retorno de 100 anos

	Parâmetro	Beijames	Porsim	Corges	Cortes	Gaia	Caria
Qp(hidrograma unitário SCS)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)	**383.40**	**307.80**	**396.00**	**688.70**	**497.70**	**885.20**
qp(hidrograma unitário SCS)	Caudal unitário (m3/s.km2)	6.92	5.31	6.73	3.85	4.50	3.65

		ZEZERE TROCO 01	ZEZERE TROCO 02.01	ZEZERE TROCO 02	ZEZERE TROCO 03.01	ZEZERE TROCO 03.02	ZEZERE TROCO 03.03	ZEZERE TROCO 03
Qp(hidrograma unitário SCS)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)	911.60	978.20	1703.00	2992.00	3206.00	3089.80	3318.00
qp(hidrograma unitário SCS)	Caudal unitário (m3/s.km2)	4.85	2.72	2.83	4.11	2.55	2.28	2.06

3.4.7. Síntese dos resultados para o caudal de ponta de cheia

Avaliaram-se os caudais de ponta de cheia com recurso ao método de Loureiro, ao método de Turazza-Giandotti, método racional, do Soil Conservation Service, Temez e hidrograma unitário do Soil Conservation Service. Os resultados revelam uma grande amplitude de variação nos diferentes métodos.

Os métodos empíricos cinemáticos permitem a utilização de características biofísicas das bacias, como o número de escoamento (CN), que entra em linha de conta com as condições de solos e de ocupação do solo e apresenta valores mais consentâneos com o que deverá ser a realidade. A heterogeneidade dos resultados pode dever-se ao peso de variáveis como o relevo, ocupação do solo, coberto vegetal, geologia, entre outras.

Optou-se por ponderar os valores dos caudais avaliando-se a sua média após a exclusão do maior e menor valor, respetivamente. Os valores resultantes desse exercício de ponderação encontram-se expressos no **Quadro 37**. Os resultados indicam valores de caudal de ponta de cheia para um período de retorno de 100 anos com valores de caudal unitário (caudal por km^2) inferiores aos analisados no ponto 3.2 para a estação hidrométrica 11L/01H MANTEIGAS.

Proposta para Discussão Pública

Quadro 37. Valores de caudal de ponta de cheia e caudal unitário, para um período de retorno de 100 anos

Indicador	Parâmetro	Beijames foz	Porsim	Corges	Cortes	Gaia	Caria	Meimoa	Ximassas
Qp(usado)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)	276.66	261.44	300.27	578.68	385.19	576.70	585.80	219.27
qp(usado)	Caudal unitário (m3/s.km2)	4.99	4.51	5.10	3.24	3.49	2.38	1.22	2.85

Indicador	Parâmetro	ZEZERE TROCO 01	ZEZERE TROCO 02.01	ZEZERE TROCO 02	ZEZERE TROCO 03.01	ZEZERE TROCO 03.02	ZEZERE TROCO 03.03	ZEZERE TROCO 03
Qp(usado)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)	735.97	989.15	1416.47	1702.62	2278.29	2330.90	2689.47
qp(usado)	Caudal unitário (m3/s.km2)	3.92	2.75	2.35	2.34	1.81	1.72	1.67

4. Modelação hidráulica de cheias

4.1. Preparação dos dados de entrada no modelo

O tratamento das variáveis necessárias ao modelo desenvolvido ao longo do estudo, será, neste ponto, complementado com a apresentação do processo para a obtenção dos ficheiros correspondente às variáveis que compõem a geometria que fazem parte do ficheiro de entrada no software HEC-RAS. São também apresentados os caudais correspondentes às bacias hidrográficas dos rios afluentes ao concelho da Covilhã e respetiva caracterização hidráulica.

No campo da simulação e modelação, recorreu-se a alguns programas informáticos, como: *ArcGis* e *HEC-RAS*. Recorreu-se a modelação hidráulica com base em dados hidráulicos e hidrológicos. Os caudais de ponta de cheia são os utilizados para a delimitação de áreas suscetíveis de serem inundadas, para diferentes períodos, com base no software *HEC-RAS*.

Os estudos hidráulicos são necessários para a modelação de cheias de áreas inundáveis nas bacias hidrográficas. De entre os vários modelos hidráulicos existentes, optou-se pelo HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center - River Analysis System*), por ser um *software* gratuito e de uso recorrente neste tipo de estudos. A modelação hidráulica foi, assim, realizada neste software, versão 6.2, usando a sua versão unidimensional (1D).

Dos caudais apresentados no capítulo anterior, escolheu-se o caudal centenário (**Quadro 37**) para simular o escoamento nos rios que intercetam o concelho da Covilhã, de acordo com os procedimentos apresentados em USACE (2010).

As simulações em *HEC-RAS* efetuadas para a avaliação da capacidade de transporte da linha de água permitem, não apenas a obtenção das cotas de cheia para os caudais de ponta determinados, mas

Proposta para Discussão Pública

também determinar a área inundável correspondente ao período de retorno indicado.

Um conjunto de procedimentos, ferramentas e utilidades foram usados para processar dados georreferenciados, tratados em ambiente de SIG com o objetivo de facilitar e complementar o trabalho com o *HEC-RAS*. O *HEC-RAS* permite importar dados da topografia do terreno e geometria do terreno incluindo o canal do rio, secções transversais, etc. Posteriormente, os dados resultantes das simulações obtidos no *HEC-RAS* são exportados para o *ArcGIS*/*QGIS* para poderem ser processados para obtenção de mapas de inundação.

i. Dados geométricos

Os dados utilizados para determinar a geometria do terreno a importar no modelo hidráulico suportaram-se nos dados de base de altimetria e rede hidrográfica à escala 1:5.000 e 1:25.000.

Desta forma, descrevem-se sequencialmente os procedimentos utilizados. Desenvolveu-se um modelo do terreno com recurso ao *RAS Mapper* e com base no Modelo Numérico de Elevação (MNE) para os limites geográficos das bacias hidrográficas em análise. A **Figura 25** destaca o modelo do terreno desenvolvido com o *RAS Mapper* e o limite do concelho da Covilhã. Ressalva-se que a cartografia disponível para a área do concelho não é, por vezes, compatível com a dos concelhos vizinhos (elaborada a menor escala de detalhe), pelo que podem ocorrer algumas pequenas incorreções nos resultados (que poderão ser sanáveis por via de um ajuste pontual às curvas de nível).

Proposta para Discussão Pública

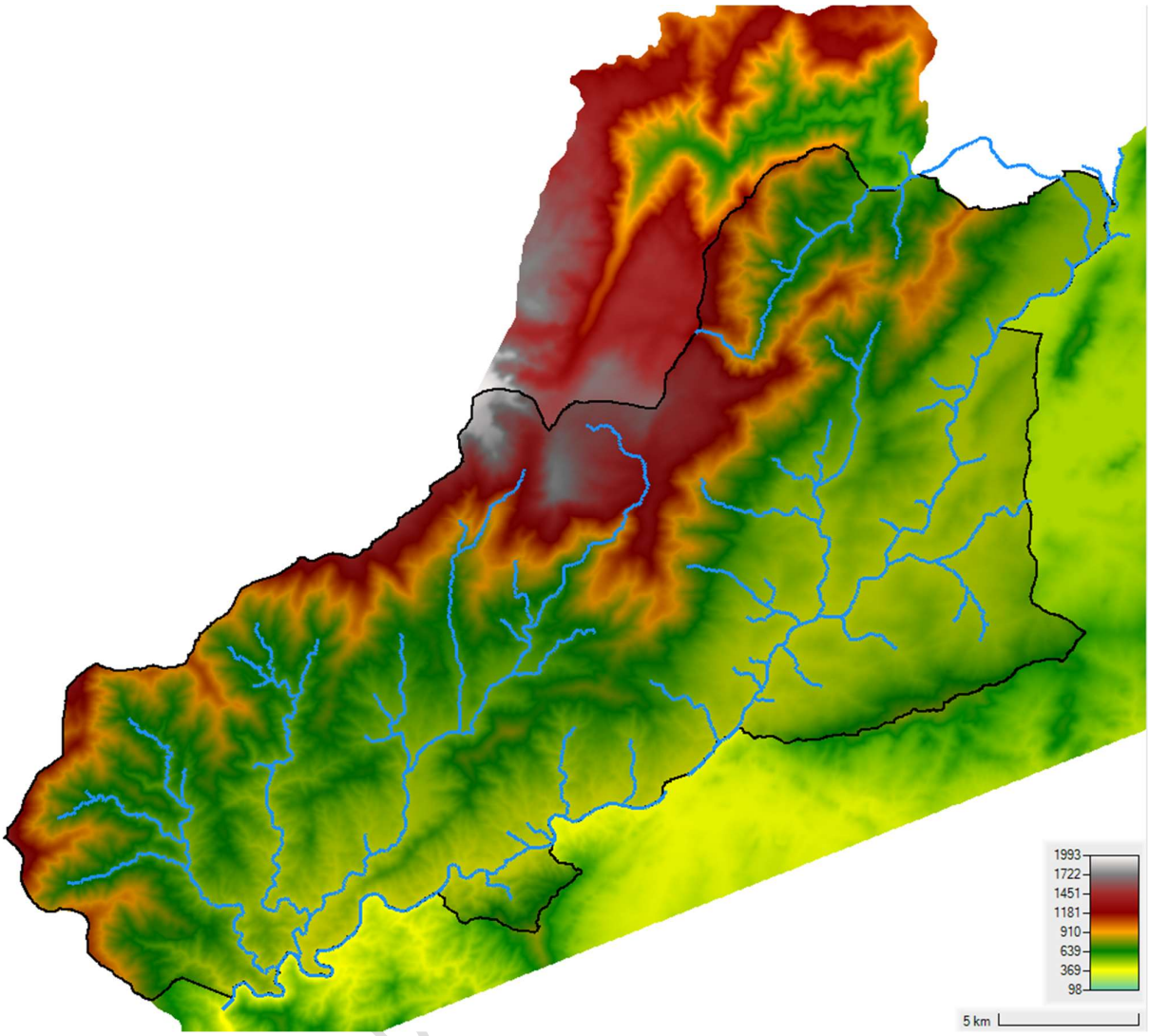


Figura 25. Modelo do terreno RAS Mapper do HEC-RAS e limite do concelho da Covilhã

Proposta

Na ausência de informação adicional de geometria das secções transversais das linhas de água, estas foram delineadas através do modelo do terreno gerado e inclusão do eixo central dos leitos das linhas de água. Para tal, criou-se uma nova geometria para cada linha de água analisada.

Procedeu-se à vectorização da rede de drenagem a modelar. A vectorização da rede de drenagem é efetuada de montante para jusante, seguindo uma ordem. O recurso à ferramenta *Bank lines*, permite distinguir o leito da linha de água da várzea. Podem ser atribuídas diferentes propriedades para as seções transversais (e.g. valores mais elevados do coeficiente de Manning Strickler nas zonas de várzea). Os *Flowpaths* correspondem ao centro de massa do escoamento fluvial no leito maior, na margem esquerda e na margem direita da rede de drenagem. O *Stream centerline* pode ser usado como *Flowpath* quando se encontra no centro do leito da rede de drenagem.

Para a criação das secções transversais, usou-se a ferramenta de geração automática destas (**Figura 26**), que se definiu com distâncias de 50 m entre si e com largura superior à previsão do limite da zona de inundação. Outras seções transversais foram introduzidas, quando se revelou necessário.

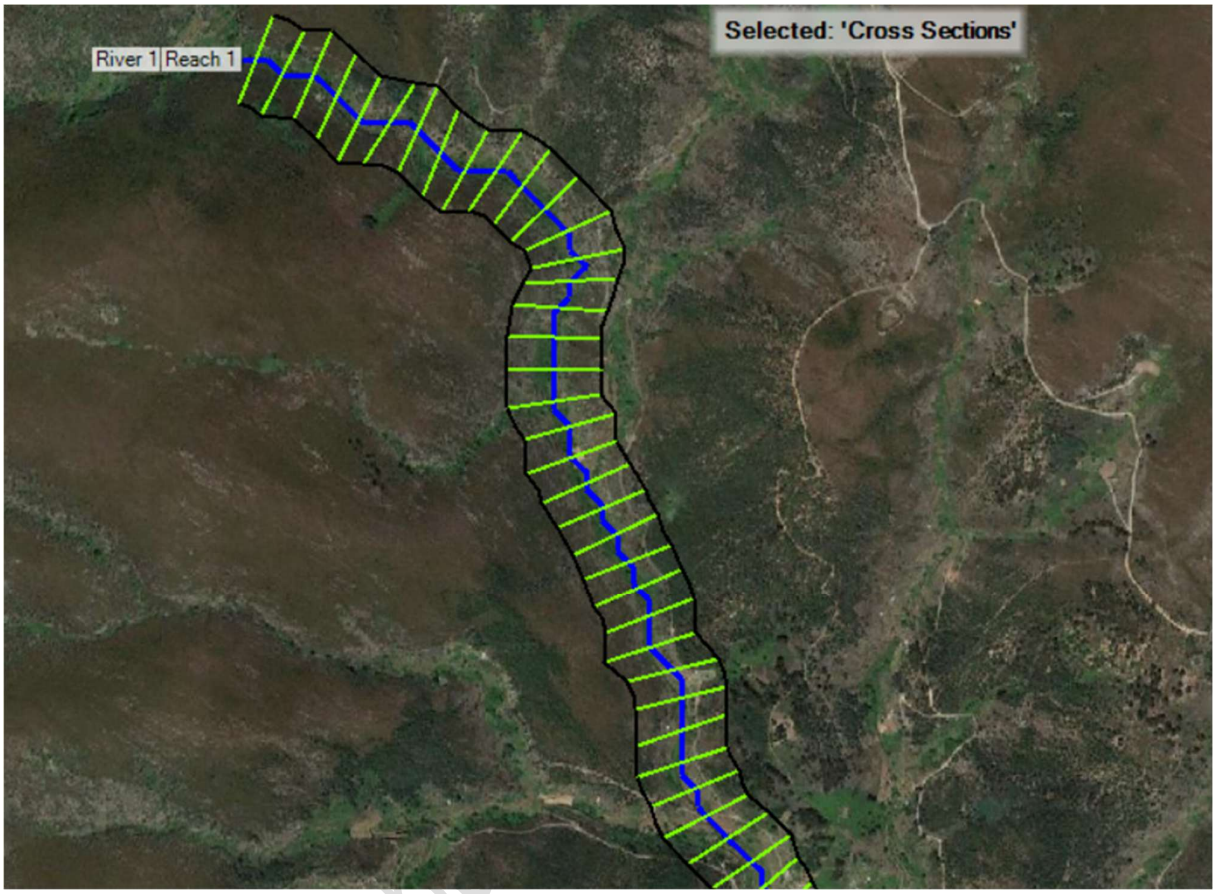


Figura 26. Exemplo de traçado da geometria das linhas de água e respetivas secções transversais

Estas secções transversais são usadas para extrair os dados de elevação do terreno ao longo dos fundos de vale onde escoam linhas de água relevantes para a análise (**Figura 27**). Devem ser perpendiculares à direção de escoamento, devem abranger a extensão da área inundável a ser modelada e devem ser desenhadas da margem esquerda para a margem direita da linha de água. Consideraram-se os nós ("*junctions*") como os pontos de confluência de linhas de água onde leitos e caudais podem gerar cheias.

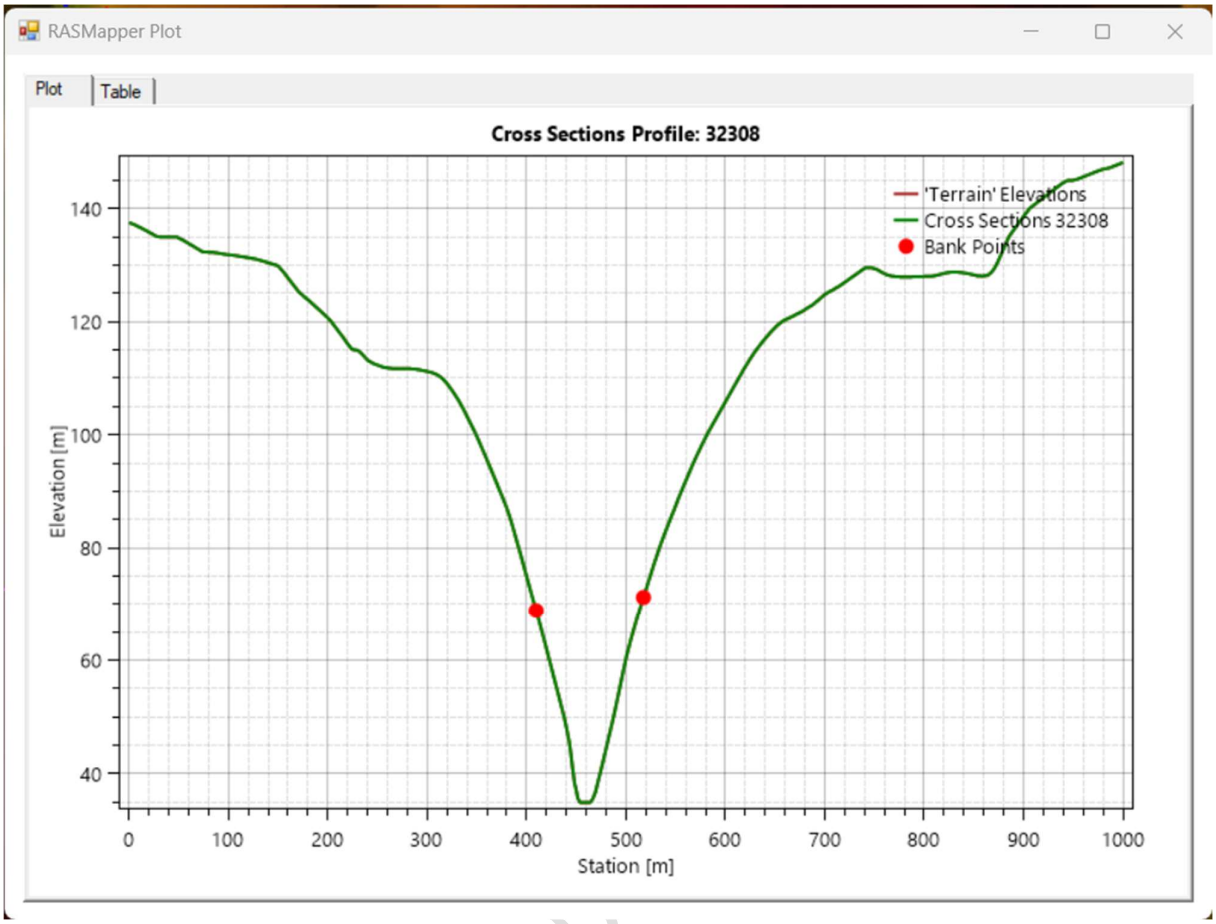


Figura 27. Exemplo de geometria da secção transversal de uma linha de água

ii. Dados hidráulicos

Os dados hidráulicos são transmitidos ao modelo através dos coeficientes de perda de energia e de rugosidade de *Manning*. No caso do modelo de estudo, analisaram-se os valores dos coeficientes de *Manning* apresentados no **Quadro 38**, com base na Carta de Ocupação do Solo (COS) da DGT, de 2018 à escala 1.25 000. É utilizado pelo *HEC-RAS* para atribuir diferentes rugosidades a diferentes ocupações do solo interferindo diretamente na velocidade de escoamento (**Figura 28**).

Quadro 38. Coeficiente de *Manning* com base na ocupação do solo das bacias

Tipo de ocupação do solo	Valor de Mannnig
Núcleos em espaço rústico	0,05
Áreas Agrícolas	0,04
Áreas de Baixas Aluvionares	0,03
Áreas edificadas compactas	0,06
Áreas edificadas fragmentadas e não estruturadas	0,05

Proposta para D

Tipo de ocupação do solo	Valor de Mannnig
Matos e incultos	0,06
Áreas de indústria, comércio, logística e armazenagem	0,05
Espaços vazios sem construção	0,03
Áreas edificadas dispersas	0,05
Povoamentos florestais	0,06

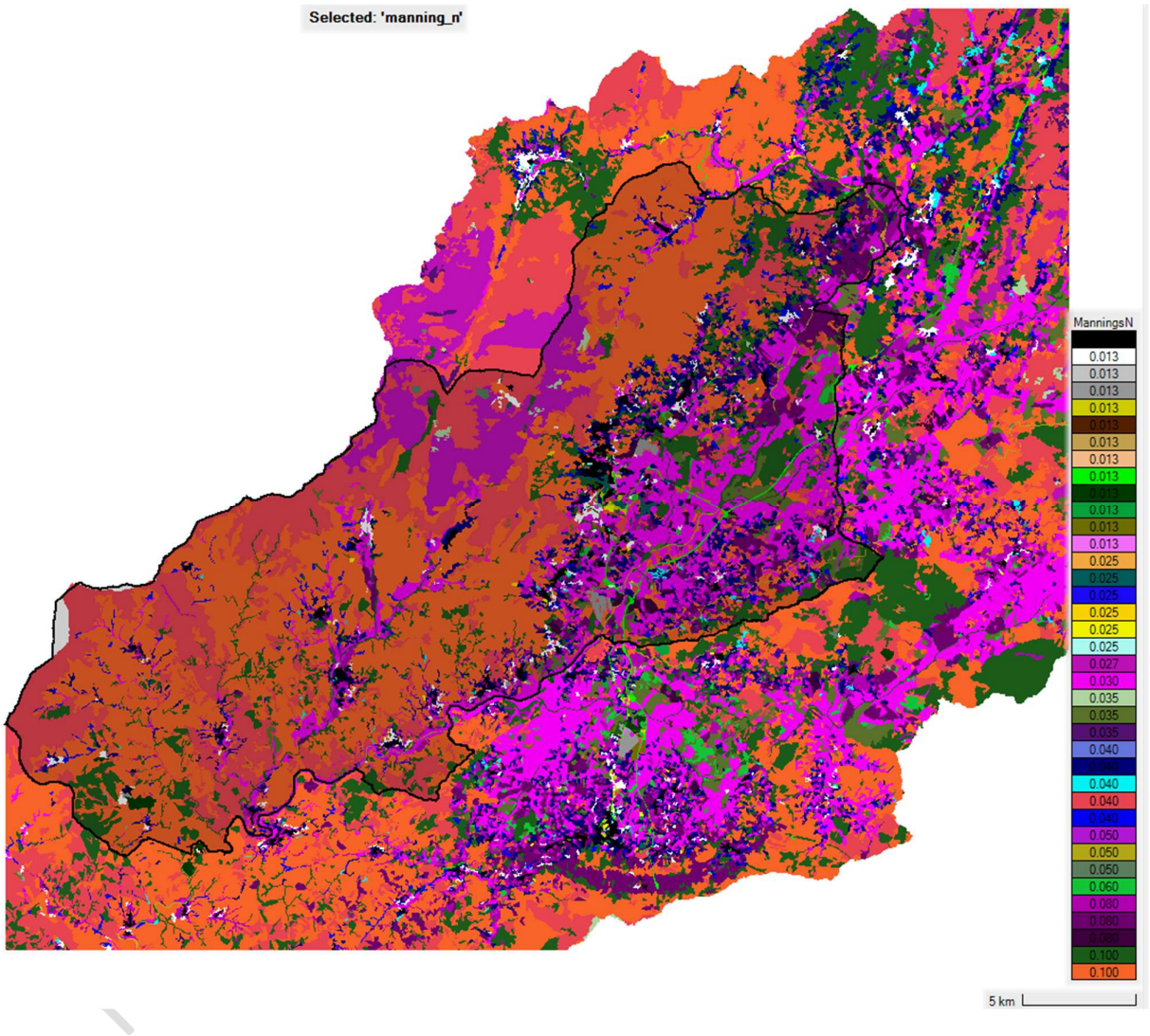


Figura 28. Valores do coeficiente de rugosidade Manning n adotados no estudo

iii. Dados de escoamento

Os dados de escoamento necessários para a determinação dos níveis da água consistem em regimes de escoamento, caudais de ponta de cheia e condições de fronteira. Os caudais de escoamento são introduzidos no modelo em pontos estratégicos da rede de drenagem (e.g., confluência dos afluentes). Estes foram avaliados pelo produto do caudal de ponta de cheia unitário da bacia hidrográfica em análise e da respetiva área de contribuição da bacia para a secção de escoamento (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

4.2. Simulação

i. Inserção dos dados de entrada no modelo

Os dados de entrada no modelo *HEC-RAS* correspondem aos dados geométricos, hidrológicos, e condições de fronteira. No painel ***Geometric Data***, importou-se a geometria criada no *RAS Mapper*, esta contendo a informação da topologia da rede hidrográfica, e permitindo a introdução dos valores do coeficiente de rugosidade de Manning para os cálculos hidráulicos.

Estabeleceu-se como condição de fronteira de jusante, em cada linha de água, a altura normal de escoamento *Normal Depth*. Para as condições de fronteira de montante, avaliaram-se os caudais afluentes à linha de água a serem introduzidos na ferramenta de dados de escoamento - esta ferramenta permite inserir dados de caudal em secções específicas. Estabeleceu-se, portanto, como condição de fronteira de montante o respetivo caudal afluente calculado para um período de retorno de 100 anos e inseriram-se dados de caudal nos pontos estratégicos (confluências com linhas de água com ordem de *Strahler* igual ou superior a 2).

ii. Definição do plano geral e execução da modelação hidráulica

Para cálculo das zonas inundadas associadas às linhas de água, simulou-se o escoamento através do *Steady Flow Simulation*. Esta simulação calcula o perfil do escoamento em canais e permite obter o nível de água decorrente do escoamento superficial em regime permanente (*steady state).* O procedimento de cálculo baseia-se na solução da equação da energia e as perdas são avaliadas com recurso à equação de *Manning-Strickler*.

Proposta para Discussão Pública

4.3. Áreas inundáveis

4.3.1. Resultados de modelação – áreas inundáveis para o concelho da Covilhã

Os resultados obtidos pela simulação do escoamento nas linhas de água em estudo podem ser consultados visualmente para variáveis como a profundidade do escoamento, velocidade, zonas de inundação, entre outras.

As áreas inundáveis no concelho da Covilhã para um período de retorno de 100 anos estão apresentadas na **Figura 29**. Estas áreas são relativas às principais linhas de água das bacias hidrográficas e respetivos afluentes e excluem as áreas definidas pela Agência Portuguesa do Ambiente no seu Plano de Gestão dos Riscos de Inundações (APA, 2019). Estas áreas são relativas às principais linhas de água das bacias hidrográficas da ribeira de Beijames, ribeira de Corges, ribeira de Cortes, ribeira de Porsim, ribeira de Caria, e do rio Zêzere.

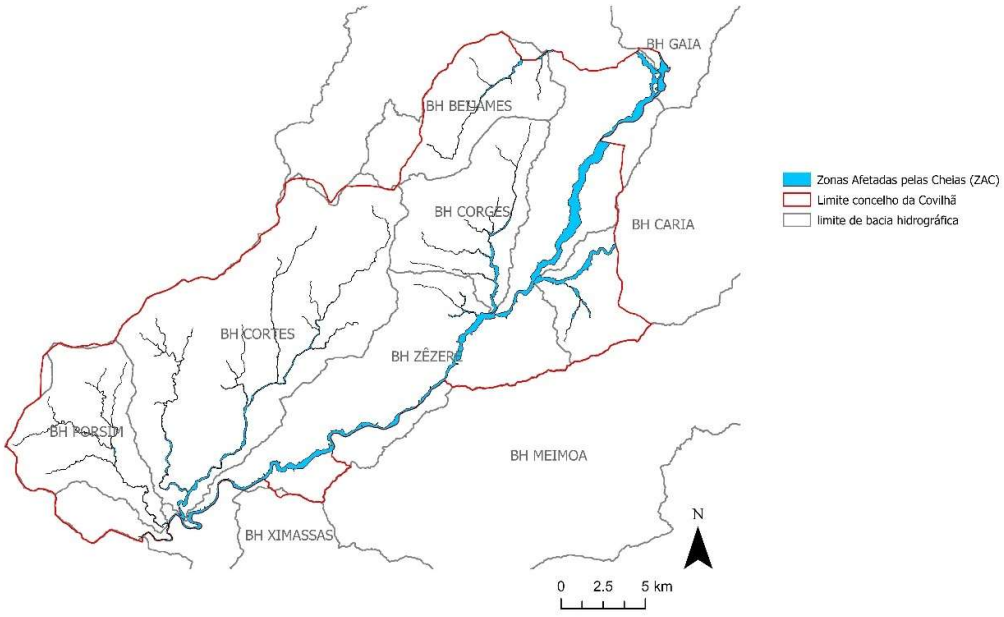


Figura 29. Resultado da simulação correspondente ao perfil das áreas inundáveis no concelho da Covilhã por bacia hidrográfica

As variáveis exportadas permitem não só a representação cartográfica do polígono da área inundável

(**Figura 29**), mas também a quantificação da sua área, (**Quadro 39**).

Quadro 39. Áreas inundáveis no concelho da Covilhã para um período de retorno de 100 anos para as bacias hidrográficas em estudo

Bacia hidrográfica (rio)	Área inundada (m2)	Área inundada (%)
BH CORTES	3 028 722	14.4
BH CARIA	1 665 676	7.9
BH GAIA	746 104	3.6
BH CORGES	1 325 101	6.3
BH PORSIM	690 410	3.3
BH BEIJAMES	618 926	3.0
BH ZÊZERE	12 902 757	61.5
Total	20 977 697	100

O concelho da Covilhã apresenta um potencial de zonas afetadas pelas cheias da ordem dos 21 km^2. O rio Zêzere é o que mais contribui para a ZAC (representando 61,5% do total da área potencialmente afetada pelas cheias), seguindo-se a ribeira de Cortes e de Caria e respetivos afluentes (**Quadro 39**). As freguesias mais afetadas (**Quadro 40**) são as freguesias de Casegas e Ourondo (263,3 ha), Vale Formoso e Aldeia de Souto (262,6 ha), e Teixoso e Sarzedo (261,6 ha), correspondentes a 37,5 % do total da área inundável (**Figura 30**).

Quadro 40. Áreas inundáveis nas freguesias do concelho da Covilhã para um período de retorno de 100 anos

Freguesia	Área inundada (ha)	Área inundada (%)
Aldeia de São Francisco de Assis	19.9	0.9
Boidobra	178.2	8.5
Cortes do Meio	42.0	2.0
Dominguizo	41.3	2.0
Erada	28.4	1.4
Ferro	105.2	5.0
Orjais	161.6	7.7
Paul	84.7	4.0
Peraboa	193.7	9.2
São Jorge da Beira	18.3	0.9
Sobral de São Miguel	19.7	0.9
Tortosendo	53.0	2.5
Unhais da Serra	16.8	0.8
Verdelhos	50.4	2.4
Barco e Coutada	165.0	7.9
Cantar-Galo e Vila do Carvalho	1.1	0.1
Casegas e Ourondo	263.3	12.6

Proposta para Discussão Pública

Freguesia	Área inundada (ha)	Área inundada (%)
Covilhã e Canhoso	61.5	2.9
Peso e Vales do Rio	69.4	3.3
Teixoso e Sarzedo	261.6	12.5
Vale Formoso e Aldeia do Souto	262.6	12.5

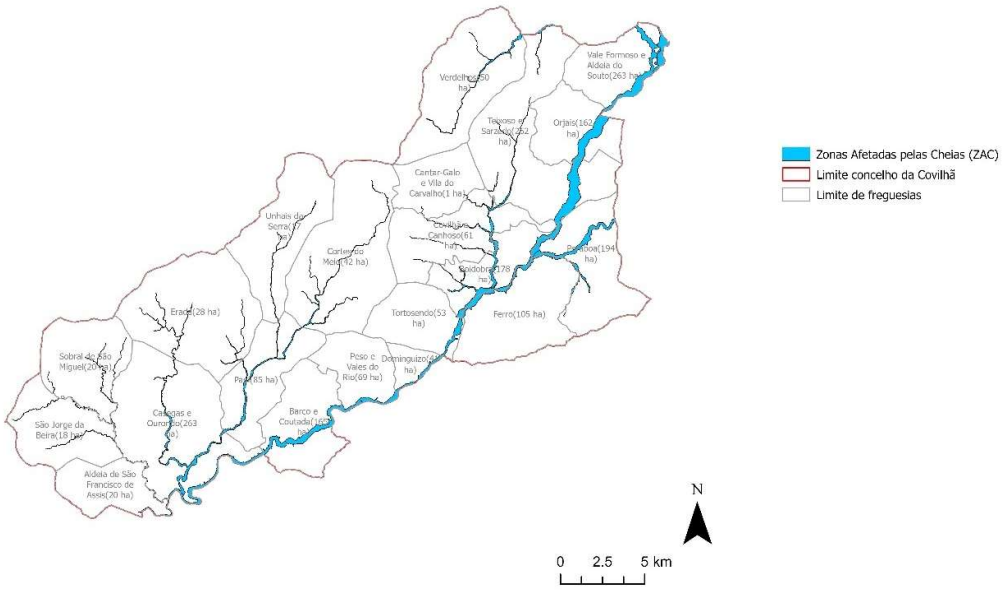


Figura 30. Resultado da simulação correspondente ao perfil das áreas inundáveis no concelho da Covilhã por freguesia

4.3.2. Comparação dos resultados das áreas inundáveis simuladas face aos registos de cheias/inundações da ANEPC

Foram analisados os pontos de cheia da base de dados da ANEPC para 2018 a 2024, com o objetivo de verificar a sua incidência nos resultados da delimitação das Zonas Ameaçadas pelas Cheias (ZAC).

A análise destes dados permitiu identificar que apenas nove ocorrências integram a área delimitada como ZAC, uma vez que a maioria dos pontos parecem estar associados a fenómenos de inundações urbanas, possivelmente resultantes de fenómenos precipitação extrema, como falhas nos sistemas de drenagem das águas pluviais, considerando a sua localização (Figura 31).

Proposta para

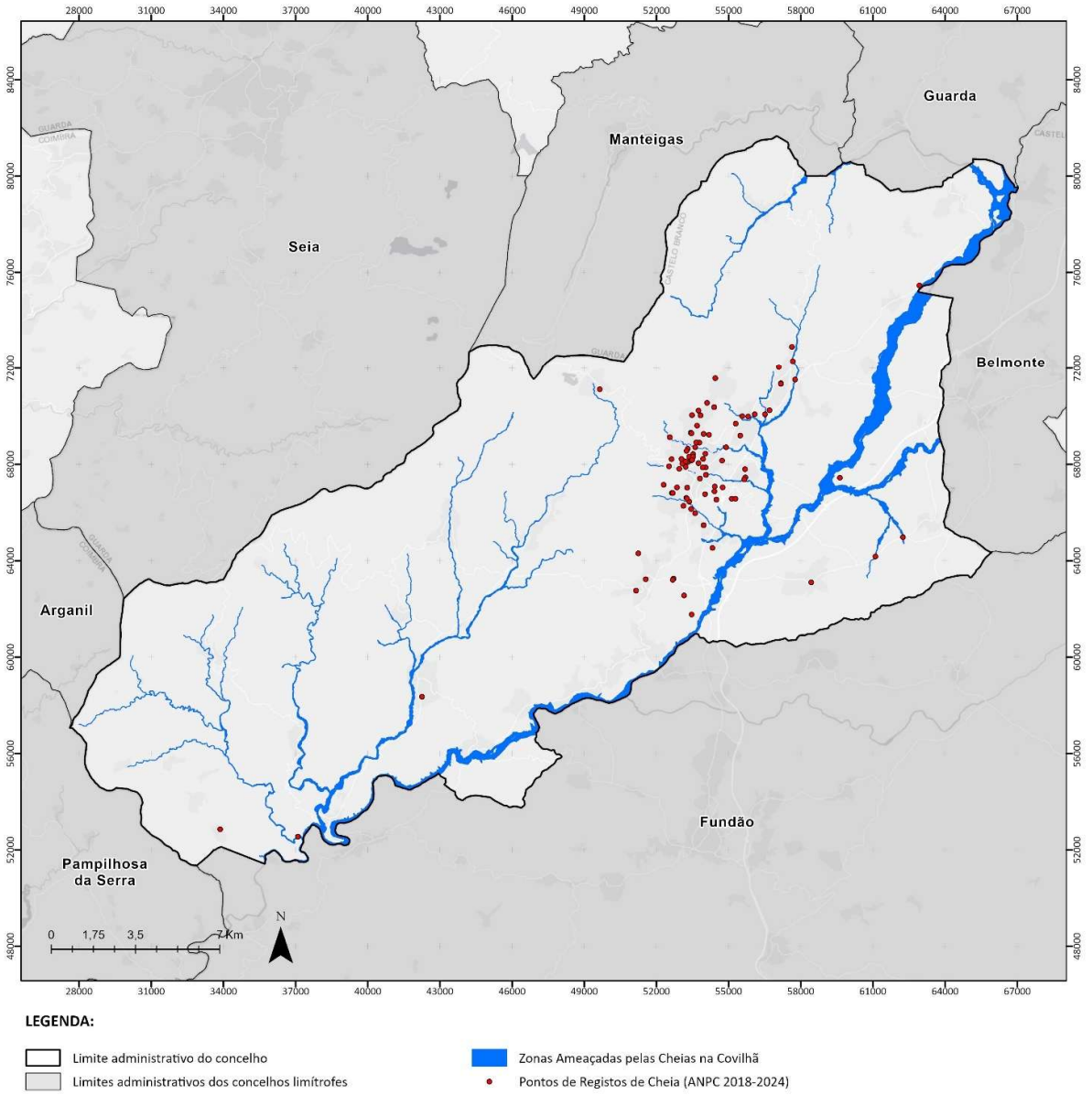


Figura 31. Incidência de áreas inundadas nos registos de cheias/inundações da ANEPC (APA, 2024)

A análise comparativa entre os registos da ANEPC e a ZAC foi compilada no Quadro 41. Ressalva-se que, conforme já referido, 53% dos registos tem uma localização estimada, devido aos dados fornecidos não estarem georreferenciados, não terem cota altimétrica associada e não possuírem uma descrição detalhada da sua localização.

Quadro 41. Análise da incidência de áreas inundadas nos registos de cheias/inundações da ANEPC

ID	Data	Descrição	Coordenadas geográficas (DD)	Incidência em ZAC	Análise
1	09/03/2018	Rua Comendador Campos Melo Nº 70	7,5041225°W	Não	Sem linhas de água na envolvente,

ID	Data	Descrição	Coordenadas geográficas (DD)	Incidência em ZAC	Análise
	10:47		40,2821283°N		provável registo de inundação urbana.
2	09/03/2018 11:22	EN 18 - Orjais	7,3923254°W 40,3455333°N	Não	Não foi possível determinar a localização exata deste ponto. A EN encontra-se numa cota muito superior à cota assumida pela ZAC da Covilhã e também pela ZAC de Belmonte. Troço da EN também não está abrangido pela Zona Adjacente.
3	09/03/2018 20:50	COVILHA#COVILHA_SAO_PEDRO COVILHA_CANHOSO CTB#COVILHA 6200-344: @INTERMARCHE (SUPERMERCADO#105734)	7,4932121°W 40,2706050°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
4	14/03/2018 12:57	Quinta da Meirinha lote 19	7,4945292°W 40,2476649°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
5	17/03/2018 10:41	LG SANTO ANTONIO 1 COVILHA#BRR_STO_ANTONIO COVILHA_CANHOSO CTB#COVILHA 6200-047: ESTE	7,5142432°W 40,2682916°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
6	21/04/2018 16:05	Rua Calçada São Martinho, Nº6 - fracção F	7,5073043°W 40,2780657°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
7	20/05/2018 18:05	Rua da Quinta Sol N.º16	7,5086348°W 40,2634696°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
8	20/05/2018 18:16	Faculdade Ciências Humanas	7,5149741°W 40,2890902°N	Sim	Edifício adjacente à linha de água.
9	20/05/2018 18:34	Rua do Covelo	7,4750597°W 40,2765740°N	Não	Apesar da proximidade a uma linha de água com ZAC (a este), verifica-se uma diferença de cotas bastante significativa, sendo provavelmente um registo de inundação urbana.
10	20/05/2018 18:46	Rotunda do Rato	7,5105785°W 40,2772800°N	Sim	
11	26/08/2019 05:06	Avª Frei Heitor Pinto	7,5063556°W 40,2848524°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
12	26/08/2019 05:36	Quinta da França	7,4320458°W 40,2735469°N	Não	As edificações da quinta estão a cota muito superior à cota assumida pela ZAC da Covilhã. Também não está abrangida pela Zona Adjacente.
13	26/08/2019 05:50	Avª Don Infante Henrique	7,4934052°W 40,2687712°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
14	26/08/2019 05:57	Rua Santo António	7,5117147°W 40,2703601°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
15	26/08/2019 07:45	Avenida Frei Heitor Pinto	7,5063556°W 40,2848524°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
16	17/10/2019 06:20	Largo de Santo António Bloco 1 R/C Dto	7,5138805°W 40,2682992°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
17	16/12/2019 17:02	Escola Quinta das Palmeiras	7,5004376°W 40,2736223°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
18	16/12/2019 19:20	Urbanização Bela Vista lote 12	7,5066575°W 40,2702799°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
19	19/12/2019 18:23	Hotel da Serra da Estrela	7,5339459°W 40,2916664°N	Não	Apesar da proximidade a uma linha de água (a Sul), a direção da escorrência é oposta, sendo provavelmente um registo de inundação urbana.
20	19/12/2019 20:55	CTB#COVILHA: @COVILHA (CONCELHO#122989)	7,7452499°W 40,1537110°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
21	19/12/2019	R INFANTE DOM HENRIQUE COVILHA	7,4934052°W	Não	Sem linhas de água na envolvente,

Proposta para Discussão

ID	Data	Descrição	Coordenadas geográficas (DD)	Incidência em ZAC	Análise
	21:14	COVILHA_CANHOSO CTB#COVILHA 6200	40,2687712°N		provável registo de inundação urbana.
22	19/12/2019 21:18	R INDUSTRIA 88	7,5046603°W 40,2907154°N	Não	Apesar da existência de uma pequena linha de água a Norte, existe diferença de cotas bastante significativa. Provável registo de inundação urbana.
23	19/12/2019 21:19	Travessa da Reboleirada	7,6368323°W 40,1928240°N	Não	Arruamento a uma cota muito superior à cota assumida pela ZAC da Covilhã. Provável registo de inundação urbana.
24	19/12/2019 21:34	Rua do Cabeço	7,5704580°W 40,2659226°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
25	19/12/2019 22:00	Parque Industrial do Tortosendo	7,5049217°W 40,2228574°N	Não	Parque Industrial a uma cota muito superior à cota assumida pela ZAC da Covilhã. Não está abrangido pela Zona Adjacente. Provável registo de inundação urbana.
26	19/12/2019 22:00	Aldeia de São Francisco de Assis	7,7356902°W 40,1435752°N	Não	A aldeia encontra-se a cota muito superior em relação às pequenas linhas de água na envolvente, as quais não formam ZAC. Existência de ZAC no limite da freguesia, junto ao rio Zêzere.
27	19/12/2019 23:00	Centro Comercial	7,5056177°W 40,2818928°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
28	20/12/2019 11:37	Rua Mateus Fernandes n.93	7,4987794°W 40,2809678°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
29	20/12/2019 13:08	Rua Manuel Alçada Padez	7,4684612°W 40,2974796°N	Sim	
30	20/12/2019 14:30	Confecções Toque Dourado	7,5085712°W 40,2300315°N	Não	Apesar da existência de uma pequena linha de água a Norte, esta encontra-se distante e com uma diferença de cotas significativa. Provável registo de inundação urbana.
31	20/12/2019 16:21	R INDUSTRIA 82 COVILHA CANTAR_GALO_VILA_CARVALHO CTB#COVILHA 6200: ESTE	7,5044971°W 40,2905771°N	Não	Apesar da existência de uma pequena linha de água a Norte, existe uma diferença de cotas significativa. Provável registo de inundação urbana.
32	20/12/2019 16:50	Lameirão de baixo	7,5016814°W 40,2934000°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
33	20/12/2019 17:20	Shopping Estrela	7,4976461°W 40,2777101°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
34	20/12/2019 17:35	Rua da Tapada n.20	7,5041528°W 40,2973163°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana decorrente da escorrência de água da encosta (sem características para inclusão em ZAC).
35	20/12/2019 18:15	Rua das Almas	7,4795106°W 40,2968419°N	Não	Existência de ZAC na proximidade, mas sem atingir a cota do arruamento. Eventual falta da capacidade de vazão do coletor das águas pluviais, quando o leito se encontra em situação de cheia. Grelha existente no ponto associado à cota assumida.
36	20/12/2019 18:30	Avenida 8 Março	7,4606036°W 40,3090181°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
37	20/12/2019 19:03	Fabrica Alçada e Pereira	7,5154718°W 40,2783347°N	Sim	Edifício adjacente à linha de água.
38	20/12/2019 19:48	Quinta do Covelo n.30 B	7,4781992°W 40,2739724°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.

Proposta para Discussão

ID	Data	Descrição	Coordenadas geográficas (DD)	Incidência em ZAC	Análise
39	20/12/2019 20:13	Joaquim Pereira Espiga nº11	7,4977427°W 40,2828217°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
40	20/12/2019 20:19	EM507 n.70 - Boidobra	7,4987505°W 40,2562407°N	Não	Apesar da existência de uma pequena linha de água na envolvente, esta drena no sentido oposto. Provável registo de inundação urbana.
41	20/12/2019 20:30	Rua dos Namorados n.17	7,5089772°W 40,2791778°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
42	20/12/2019 21:06	Av. 8 de Março nº 15 2Cave drt.	7,4605463°W 40,3088428°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
43	20/12/2019 21:20	Rua Manuel Alçada Padez	7,4684612°W 40,2974796°N	Sim	
44	21/12/2019 05:18	VIA SEM NOME COVILHA FERRO CTB#COVILHA 6200	-	-	Não foi possível determinar a localização exata deste ponto.
45	21/12/2019 07:00	Rua Mateus Fernandes - Frutaria Miminhos da Fruta	7,4987794°W 40,2809678°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
46	21/12/2019 08:52	Bairro dos Penedos Altos	7,5005543°W 40,2870483°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
47	21/12/2019 09:50	Quinta Clarabóia Lote 12	7,5136247°W 40,2362352°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
48	21/12/2019 11:40	Rua 1º Maio n8	7,5009588°W 40,2990833°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana decorrente da escorrência de água da encosta (sem características para inclusão em ZAC).
49	21/12/2019 11:57	Praça Dr. Duarte Simões	7,4990176°W 40,2777447°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana decorrente da escorrência de água da encosta (sem características para inclusão em ZAC).
50	21/12/2019 14:54	Rua Manuel Alçada Bloco 11	7,4733668°W 40,2974930°N	Não	Apesar da existência de linhas de água e ZAC na envolvente, existe diferença de cotas bastante significativa. Provável registo de inundação urbana.
51	19/10/2020 22:50	R SAO DOMINGOS 1 LAMEIRAO 6200-393_COVILHA 050333: PRX.	7,4967487°W 40,3018732°N	Não	Pequenas linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana decorrente da escorrência de água da encosta (sem características para inclusão em ZAC).
52	19/10/2020 23:02	Av. São Salvador n.15	7,5037358°W 40,2828353°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
53	06/11/2020 17:10	Ponte Pedonal dos Penedos Altos	7,5027554°W 40,2853491°N	Sim	
54	06/11/2020 17:10	Infantário Abrigo dos Pequeninos	7,5068456°W 40,2839717°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
55	08/11/2020 14:20	VIA URBANIZACAO QUINTA DO POLITO 14 SETE_CAPOTES 6200-817_COVILHA 050335_050305: PRX.	7,5029914°W 40,2607121°N	Não	Apesar da existência de uma linha de água a Norte com formação de ZAC, esta encontra-se ainda distante e existe diferença de cotas bastante significativa. Provável registo de inundação urbana.
56	08/11/2020 14:30	rua montes erminios nº 49	7,5142134°W 40,2809602°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
57	08/11/2020 14:30	Av montes erminios nº14	7,5093880°W 40,2809914°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
58	08/11/2020 14:35	Av. 8 Março nº15 2ª cave drt	7,4605462°W 40,3088438°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.

Proposta para Discussão

ID	Data	Descrição	Coordenadas geográficas (DD)	Incidência em ZAC	Análise
59	08/11/2020 14:41	Centro Hospitalar Cova da Beira - Hemodiálise	7,4925136°W 40,2657001°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
60	08/11/2020 14:53	Av. Viriato nº23	7,5272545°W 40,2361729°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
61	08/11/2020 15:07	Rua da capela Gibaltar	7,4549970°W 40,3229405°N	Não	Apesar da existência de uma linha de água a Este com formação de ZAC, esta encontra-se ainda distante e existe diferença de cotas bastante significativa. Provável registo de inundação urbana.
62	08/11/2020 16:25	N18 SENTIDO V.Formoso»» Covilha // Zona de ORJAIS	7,3923254°W 40,3455333°N	Não	EN a cota muito superior à cota assumida pela ZAC da Covilhã e também pela ZAC de Belmonte. Troço da EN também não está abrangido pela Zona Adjacente.
63	15/06/2021 17:00	Ponte Pedrinha	7,4536553°W 40,3103714°N	Sim	
64	15/06/2021 17:00	Urbanização Quinta da Claraboia	7,5141078°W 40,2358495°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
65	15/06/2021 17:01	Parque Industrial do Tortosendo	7,5049217°W 40,2228574°N	Não	Parque Industrial a cota muito superior à cota assumida pela ZAC da Covilhã. Também não está abrangido pela Zona Adjacente. Provável registo de inundação urbana.
66	29/10/2021 22:04	Boidobra	-	-	Não foi possível determinar a localização exata deste ponto.
67	29/10/2021 22:04	Santo António	-	-	Não foi possível determinar a localização exata deste ponto.
68	30/10/2021 01:54	Rua Grupo Recreativo Refugiense n 4	7,5071191°W 40,2664084°N	Não	Apesar da existência de uma linha de água a Sul com formação de ZAC, esta encontra-se ainda distante e existe diferença de cotas bastante significativa. Provável registo de inundação urbana.
69	01/11/2021 11:43	Escola Secundária Quinta das Palmeiras	7,5004376°W 40,2736223°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
70	23/03/2022 15:18	Rua dos Combatentes Grande Guerra N41	7,5036575°W 40,2818218°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
71	29/03/2022 17:45	R EIXO TCT COVILHA 6200-191 050335	7,5048859°W 40,2622483°N	Não	Apesar da existência de uma linha de água a Nordeste com formação de ZAC, esta encontra-se ainda distante e existe diferença de cotas bastante significativa. Provável registo de inundação urbana.
72	29/03/2022 18:02	Avenida Infante D Henrique	7,4934052°W 40,2687712°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
73	13/09/2022 07:49	Alameda Pêro da Covilhã, 6200-507 Covilhã, Portugal	7,4979920°W 40,2677880°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
74	13/09/2022 08:47	Rua Formosa	7,5060429°W 40,2799760°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
75	14/09/2022 10:57	Escola do Teixoso	7,4614207°W 40,3151941°N	Não	Apesar da existência de uma linha de água a Oeste com formação de ZAC um pouco a jusante, esta encontra-se ainda distante e existe diferença de cotas bastante significativa. Provável registo de inundação urbana.
76	14/09/2022 23:55	Rua das Escolas	7,4932874°W 40,3002692°N	Não	Apesar da existência de uma linha de água a Norte, esta encontra-se ainda distante e existe diferença de cotas bastante significativa. Provável registo

Proposta para Discussão

ID	Data	Descrição	Coordenadas geográficas (DD)	Incidência em ZAC	Análise
					de inundação urbana.
77	23/11/2022 13:00	ASM Covilha	7,5081340°W 40,2807878°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
78	08/12/2022 11:58	Rua da Senhora do Rosário	7,5073564°W 40,2800614°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
79	08/12/2022 12:25	Casal da Serra	7,5307422°W 40,2458558°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
80	11/12/2022 14:00	Câmara Municipal da Covilhã	7,5045214°W 40,2804950°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
81	12/12/2022 09:22	Praça do Município	7,5042619°W 40,2805727°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
82	12/12/2022 14:20	Sitio do Rego de Agua	7,4926212°W 40,3111253°N	Não	A escorrência da água processa-se ao longo do arruamento construído sobre o talvegue. O arruamento assume mesmo a designação "rego de água". Sem características para delimitação como ZAC.
83	12/12/2022 18:00	EM 512 - Casegas	7,6977339°W 40,1406968°N	Sim	
84	12/12/2022 18:33	Rua da Escola	7,4766650°W 40,2967050°N	Não	Apesar da existência de uma linha de água a Sul com formação de ZAC, esta encontra-se ainda distante e existe diferença de cotas bastante significativa. Provável registo de inundação urbana.
85	13/12/2022 01:40	Estrada Municipal 503	7,3798284°W 40,3723269°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
86	13/12/2022 16:13	Rua Vasco da Gama	7,5010899°W 40,2794105°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
87	15/12/2022 07:41	Quinta do Chorão - Rua da Torre n.5	7,4896027°W 40,2802902°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
88	15/12/2022 20:15	Urbanização Ribeiro de Flandres lote 9	7,4985117°W 40,2903560°N	Não	Apesar da existência de um curso de água na proximidade, este não apresenta características para formação de ZAC (proximidade à cabeceira, bacia drenante de pequena dimensão).
89	16/12/2022 11:50	Rua dos Pinheiros n.32 - Quinta do Covelo	7,4784103°W 40,2769830°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
90	20/12/2022 08:14	Rua José Calheiros	7,5058374°W 40,2650061°N	Não	Apesar da existência de uma linha de água a Sul com formação de ZAC, existe diferença de cotas bastante significativa. Provável registo de inundação urbana.
91	20/12/2022 08:39	Ribeira de Flandres	7,4958985°W 40,2899195°N	Não	Apesar da existência de um curso de água na proximidade, este não apresenta características para formação de ZAC (proximidade à cabeceira, bacia drenante de pequena dimensão).
92	20/12/2022 08:53	Parque Industrial	7,4806340°W 40,2895626°N	Não	Parque Industrial a cota muito superior à cota assumida pela ZAC da Covilhã. Provável registo de inundação urbana.
93	20/12/2022 13:29	Rua Manuel Alçada Padez n.11	7,4733668°W 40,2974930°N	Não	Apesar da existência de linhas de água e ZAC na envolvente, existe diferença de cotas bastante significativa. Provável registo de inundação urbana.
94	08/01/2023 15:13	Hotel Luna	7,5491696°W 40,3072291°N	Não	Hotel a cota muito superior à cota assumida pela ZAC da Covilhã. Provável registo de inundação urbana.

Proposta para Discussão

ID	Data	Descrição	Coordenadas geográficas (DD)	Incidência em ZAC	Análise
95	08/01/2023 19:09	Rua da Grila	7,4850216°W 40,2659882°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
96	08/01/2023 20:15	Travessa da Rua da grila 6	7,4831761°W 40,2659967°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
97	07/06/2023 21:38	Refúgio	7,5068282°W 40,2662106°N	Não	Apesar da existência de uma linha de água a Sul com formação de ZAC, esta encontra-se ainda distante e existe diferença de cotas bastante significativa. Provável registo de inundação urbana.
98	07/06/2023 22:00	Alameda da Europa	7,4975012°W 40,2750005°N	Não	Troço da linha de água encontra-se entubado, possível inundação urbana.
99	02/09/2023 15:45	Vila do Carvalho	7,4931713°W 40,3118327°N	Não	Apesar da proximidade a uma linha de água (a oeste), existe diferença de cotas bastante significativa, sendo provavelmente um registo de inundação urbana.
100	02/09/2023 16:25	urb. das Nogueiras	7,5182649°W 40,2714004°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
101	16/09/2023 15:33	Estrada da Ladeirinha, 6200-760 Covilhã, Portugal	7,5320069°W 40,2319293°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
102	16/09/2023 15:41	6200-024, Covilhã, Portugal	7,4787701°W 40,2731840°N	Sim	Assumiram-se as coordenadas dos campos de ténis, parcialmente abrangidos pela ZAC.
103	16/09/2023 15:44	MedUBI, Covilhã e Canhoso, CB, Portugal	7,4893126°W 40,2702491°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
104	16/09/2023 15:56	Covilhã, CB, Portugal	7,4733094°W 40,2602604°N	Não	Apesar da proximidade a uma linha de água (a este) com formação de ZAC, esta encontra-se ainda distante e existe diferença de cotas bastante significativa, sendo provavelmente um registo de inundação urbana.
105	16/09/2023 16:20	QTA CLARA BOIA	7,5141078°W 40,2358495°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
106	16/09/2023 16:30	Complexo Hab. das Nogueiras	7,4546403°W 40,3175301°N	Não	Complexo habitacional a cota muito superior à cota assumida pela ZAC da Covilhã. Provável registo de inundação urbana.
107	16/09/2023 16:42	Ruas das Quintãs	7,4463924°W 40,2345218°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
108	16/09/2023 16:50	Rego de Água	7,4926212°W 40,3111253°N	Não	A escorrência da água processa-se ao longo do arruamento construído sobre o talvegue. O arruamento assume mesmo a designação "rego de água". Sem características para delimitação como ZAC.
109	17/09/2023 11:10	Av Cidade do Rio de Janeiro	7,4876223°W 40,2852275°N	Não	Coletor com capacidade de vazão. O município não tem registos de cheias que tenham afetado este arruamento.
110	17/10/2023 09:55	Rua Formosa	7,5060429°W 40,2799760°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
111	17/10/2023 13:33	Continente Bom Dia	7,4827247°W 40,2940944°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
112	17/10/2023 17:50	Rua Rego d'Água	7,4926212°W 40,3111253°N	Não	A escorrência da água processa-se ao longo do arruamento construído sobre o talvegue. O arruamento assume mesmo a designação "rego de água". Sem características para delimitação como

Proposta para Discussão

ID	Data	Descrição	Coordenadas geográficas (DD)	Incidência em ZAC	Análise
					ZAC.
113	17/10/2023 18:10	Avenida Frei Heitor Pinto	7,5063556°W 40,2848524°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
114	17/10/2023 18:44	EM 506	7,4149667°W 40,2439614°N	Sim	EM intersetada por ZAC em dois pontos.
115	24/10/2023 08:48	PAVILHAO DESPORTIVO	7,5021556°W 40,2870890°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
116	24/10/2023 18:25	Cantar Galo R. 30junho 80	7,4999536°W 40,2972012°N	Não	Sem linhas de água na envolvente, provável registo de inundação urbana.
117	08/11/2023 19:35	ALAMEDA DA EUROPA	7,4975012°W 40,2750005°N	Não	Troço da linha de água encontra-se entubado, possível inundação urbana.
118	17/01/2024 08:30	Ourondo	7,6788360°W 40,1482735°N	Não	Apesar da proximidade a uma linha de água (a sul), com formação de ZAC, esta encontra-se ainda distante e existe diferença de cotas bastante significativa. Provável registo de inundação urbana.
119	17/01/2024 08:35	Quinta da Amoreira	7,4661623°W 40,2988989°N	Não	Quinta a cota muito superior à assumida pela ZAC da Covilhã. Provável registo de inundação urbana.
120	25/02/2024 18:08	Eixo TCT	7,5048859°W 40,2622483°N	Não	Apesar da existência de uma linha de água a Nordeste com formação de ZAC, esta encontra-se ainda distante e existe diferença de cotas bastante significativa. Provável registo de inundação urbana.
121	?	EM 506	7,4015093°W 40,2511481°N	Sim	EM intersetada por ZAC em dois pontos.

Estes dados, pela natureza da sua origem, sobretudo associada a fenómenos de inundação urbana, não permitem tirar conclusões consistentes acerca da delimitação das ZAC, ao contrário do que sucede na comparação com os registos municipais efetuada no subcapítulo seguinte.

4.3.3. Comparação dos resultados das áreas inundáveis simuladas face aos registos municipais históricos de cheias

Como descrito anteriormente, a utilização do software SIG, associado a um modelo hidráulico (ex.: HEC-RAS), é um importante instrumento na simulação da hidrodinâmica dos cursos de água analisados, permitindo que, de acordo com os resultados da simulação de escoamento, se delimitem as Zonas Ameaçadas pelas Cheias para o concelho da Covilhã.

Contudo, importa salientar que as simulações/resultados estão sempre dependentes da qualidade/detalhe da informação de base utilizada, principalmente da cartografia de base que permite a obtenção do Modelo Digital de Terreno.

Neste contexto, torna-se essencial proceder a uma comparação entre os resultados das simulações

Proposta para Discussão

e situações concretas ocorridas no concelho, mais especificamente uma comparação com os registos históricos de cheias. Salienta-se que os registos têm as suas limitações, relativamente à fidelidade da informação levantada/registada (que por vezes se baseia na memória ou testemunhos da população local) e, por outro lado, à própria exatidão/precisão do registo dos pontos de cheias que daí resulta (e que pode, num ou noutro caso, levar a erros de localização e/ou erros de mapeamento). Quando existem registos de cheia já muito antigos, pode também colocar-se a questão de terem ocorrido alterações à topografia de terreno, seja à larga escala (ex.: em áreas bastante a montante, algumas das quais até fora do concelho) ou pequena escala (ex.: elevação do terreno em certas áreas, construção de taludes e/ou muros, mesmo fora do domínio hídrico, que tenham precisamente o objetivo de repetição de episódios de cheia anteriormente ocorridos). Como se considera, para elaboração do modelo digital do terreno, a melhor cartografia existente à data, não é possível que estas alterações sejam tidas em conta quando se compara eventuais diferenças entre registos de cheia e resultados de delimitação que resultam da modelação hidráulica efetuada.

De modo a corroborar (em certa medida) os resultados da simulação das áreas inundáveis para o concelho da Covilhã, apresenta-se uma análise comparativa com os registos históricos de cheia conhecidos. Conforme descrito anteriormente no capítulo **2.10. Registos históricos de cheias (Dados do município e trabalho de campo)**, observam-se 18 pontos com registos de cheia, localizados, principalmente no rio Zêzere.

Como se observa na Figura 32, dos 18 registos, 17 encontram-se abrangidos pela cota das áreas inundáveis que resultam da modelação hidráulica.

Proposta para Discussão Pública

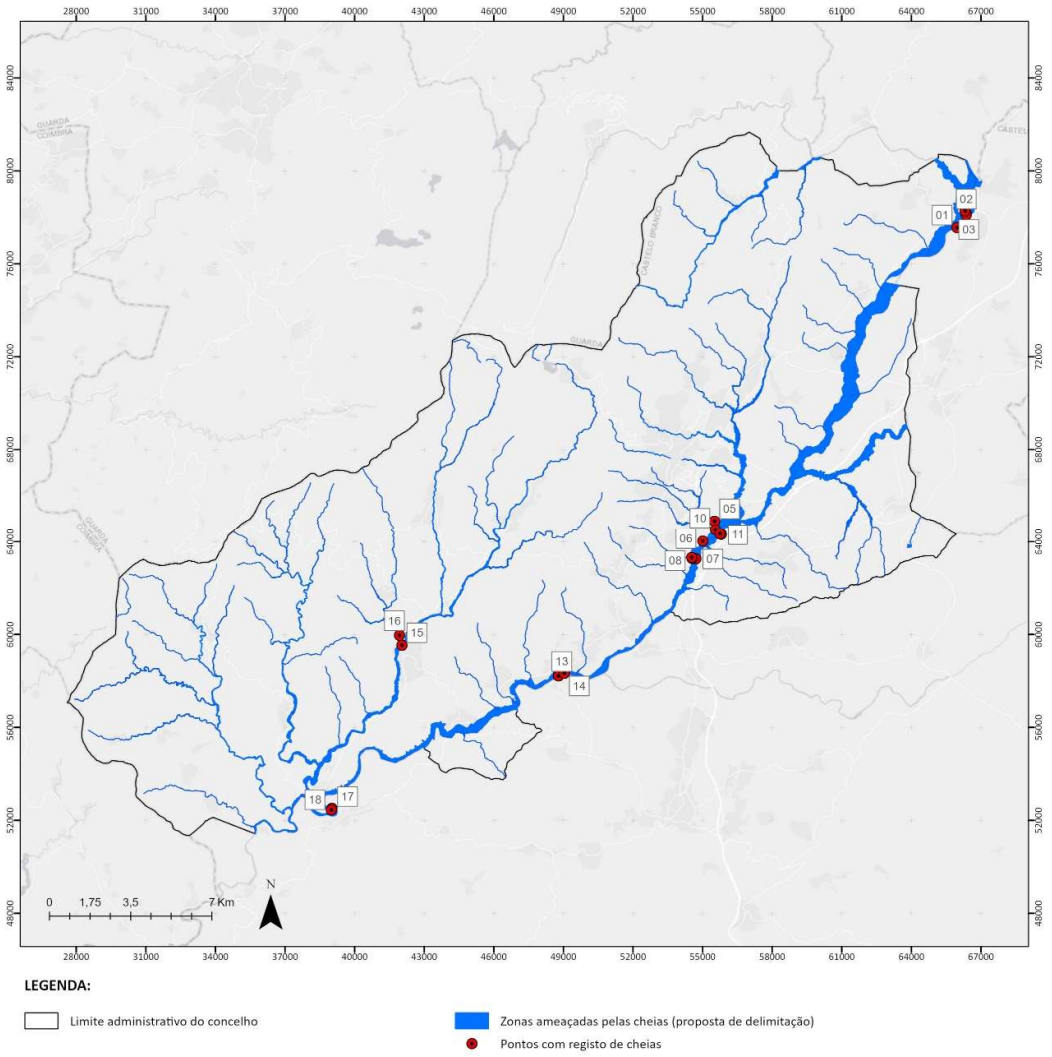


Figura 32. Pontos com registos de cheia em sobreposição com as Zonas Ameaçadas pelas Cheias (simulação) do concelho da Covilhã

Apresenta-se, de seguida, uma análise da sobreposição dos pontos com registos de cheia e das áreas inundáveis (resultantes da simulação) – em termos de localização espacial (Figura 33 e Figura 34) – bem como uma análise comparativa entre as cotas de cheia registadas e a altimetria da cartografia de base homologada do concelho da Covilhã.

Proposta p

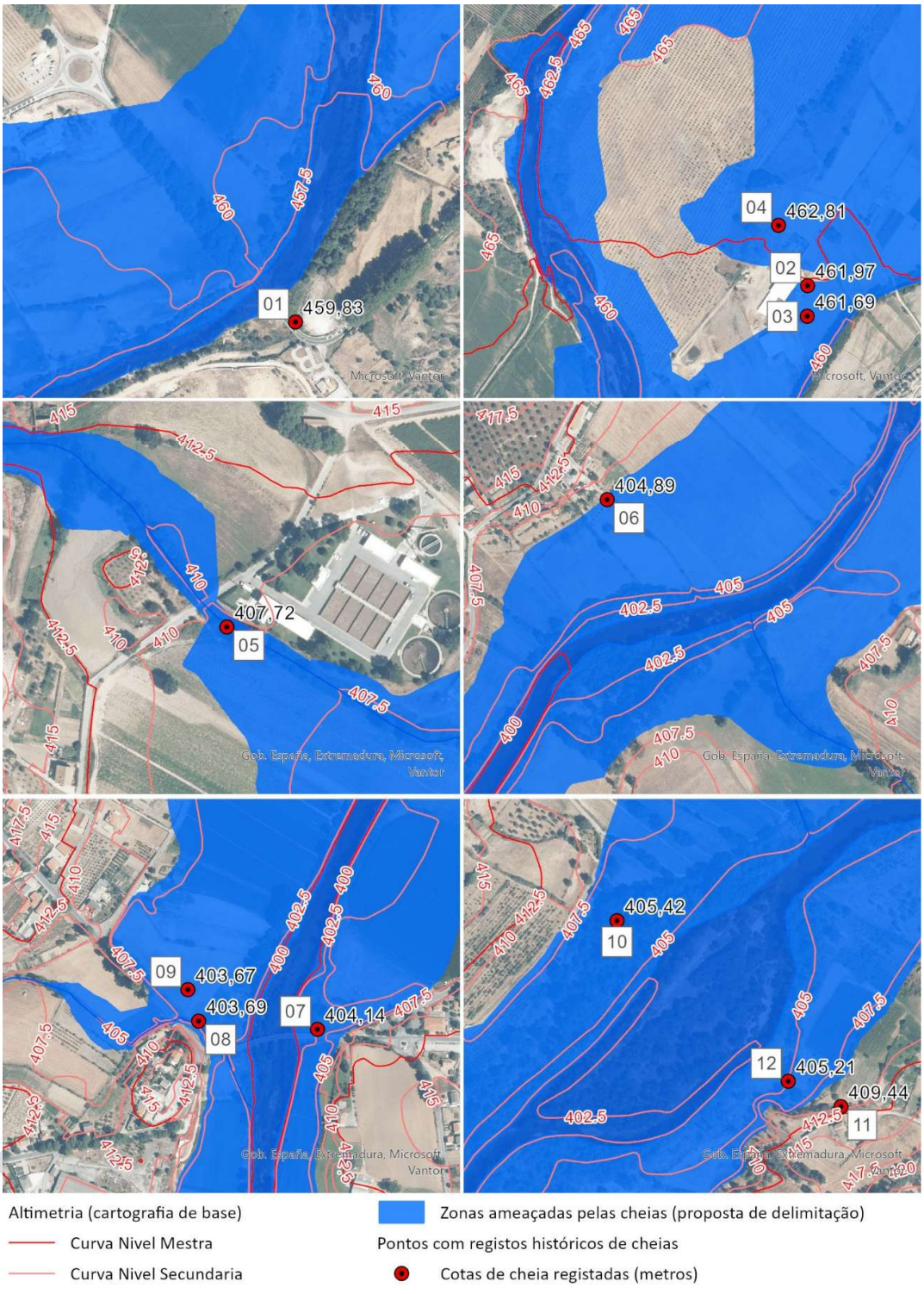


Figura 33. Sobreposição das áreas inundáveis resultantes da simulação com os pontos com registos de cheia (ponto 01, até ponto 12) e representação das curvas de nível (cartografia de base)

No Ponto 01, segundo o registo histórico de cheias, atingiu-se a cota de 459,83 m (registo de cheia datado de 08 de janeiro de 1996, registado no concelho Belmonte), verificando-se que a área inundável resultante da simulação é superior a este registo, abrangendo áreas entre os 660 m e 662,5 m.

Nos Pontos 02, 03 e 04, registaram-se cotas de cheias de 461,97 m, 461,97 m e 462,81 m, respetivamente, verificando-se que a área inundável resultante da simulação abrange as referidas cotas, sendo até superior aos registos. Neste contexto, importa ainda referir os dados da ficha de caracterização relativa a estes registos de cheia, constante do Anexo I, onde se observa:

"A Senhora Susana, funcionária da vacaria e residente no local desde 2010, identificou três pontos onde a água chegou em dezembro de 2022: junto à vacaria (cota 461.97 metros), junto ao comedouro das vacas localizado a sul (cota 461,69 metros) e no terreno situado a norte da habitação (cota 462.81 metros). Reportou, também, que a cheia não atingiu o edifício onde permanecem os animais, nem a casa onde habita. A testemunhante referiu, ainda, que o que motivou o alagamento dos terrenos terá eventualmente sido o desmoronamento da ponte sobre a Ribeira da Gaia provocado pela força das águas e que, numa hora, os campos ficaram todos alagados. Com o desabamento da ponte foram feitos caminhos para a passagem das pessoas, circunstância que facilitou a entrada das águas. Para controlar a entrada das águas pelos campos e minimizar o impacto da cheia, a população tomou a iniciativa de colocar pedras junto ao caminho de acesso. Desde 2010, a Senhora Susana não se recorda de ter ocorrido cheias tão graves como as de dezembro de 2022."

No Ponto 05 (localizado na Ribª da Boidobra, adjacente a ETAR), observa-se uma cota de cheia na ordem dos 407,72 m, verificando-se que a área inundável resultante da simulação abarca este ponto, sendo até ligeiramente superior aos 410 m. Segundo a ficha de caracterização do registo de cheia, observa-se:

"Não foi possível recolher testemunhos no local. No entanto, ao longo da Ribeira da Boidobra foi possível identificar sacos de plástico e outros detritos presos na vegetação existente nas suas margens, bem como linhas de musgo no talude da ETAR da Boidobra e nas pedras, cuja cota identificada é de 407.72 metros. No local foi também possível verificar que a ETAR se localiza numa cota consideravelmente superior à dos vestígios de cheia existentes na margem da ribeira, nomeadamente 411.14 metros."

No Ponto 06 observa-se uma cota de cheia na ordem dos 404,89 m, verificando-se que a área

Proposta para Discussão Pública

inundável resultante da simulação abarca este ponto, mostrando-se ligeiramente superior ao registo. Segundo a ficha de caracterização do registo de cheia, observa-se:

A Senhora Dulce, cujo pai reside no local há cerca de 18 anos, referiu que não tem memória da água do rio atingir a habitação. No entanto, no ano 2000, recorda-se que, quando a ponte de Caria (concelho de Belmonte) desabou, a água do rio chegou aos terrenos próximos da habitação, galgando os muros de pedra, mas sem avançar pela horta ou atingir o pátio localizado nas traseiras da habitação.

Nos Pontos 07, 08 e 09 (Zona da Ponte Pedrinha), registaram-se cotas de cheias entre 404,14 m, 403,69 m e 403,67 m, respetivamente, verificando-se que a área inundável resultante da simulação abarca as mesmas, sendo até superior aos registos, situando-se entre os 405 m e 407,5 m. Neste contexto, importa ainda referir os dados da ficha de caracterização relativa a estes registos de cheia:

No Restaurante 1.º de Maio, localizado próximo do local, foi possível encontrar uma fotografia das cheias de 2000. Nessa fotografia, datada de 07 de dezembro de 2000, é possível observar que o nível da água atingiu a parte inferior da plataforma da ponte, cuja cota identificada (plataforma da margem esquerda do rio) é de 404.14 metros, não atingindo a cota do Parque de Campismo do Tortosendo localizado a nascente. No entanto, foi também possível comprovar que o terreno agrícola situado na margem direita do rio constitui uma zona inundável, tendo sido identificada a cota de 403.69 metros e, mais a poente, ainda a cota de 403.67 metros.

Nos Pontos 10 e 12, registaram-se cotas de cheias de 405,42 m e 405,21 m, respetivamente. Verifica-se que a área inundável resultante da simulação abrange as áreas destes registos, sendo até superior aos mesmos, situando-se acima dos 407,5 m. Note-se que a cota de cheia registada no Ponto 11 não é abarcada pela área de cheia simulada, situação detalhada mais abaixo neste documento.

Proposta para Discussão Pública

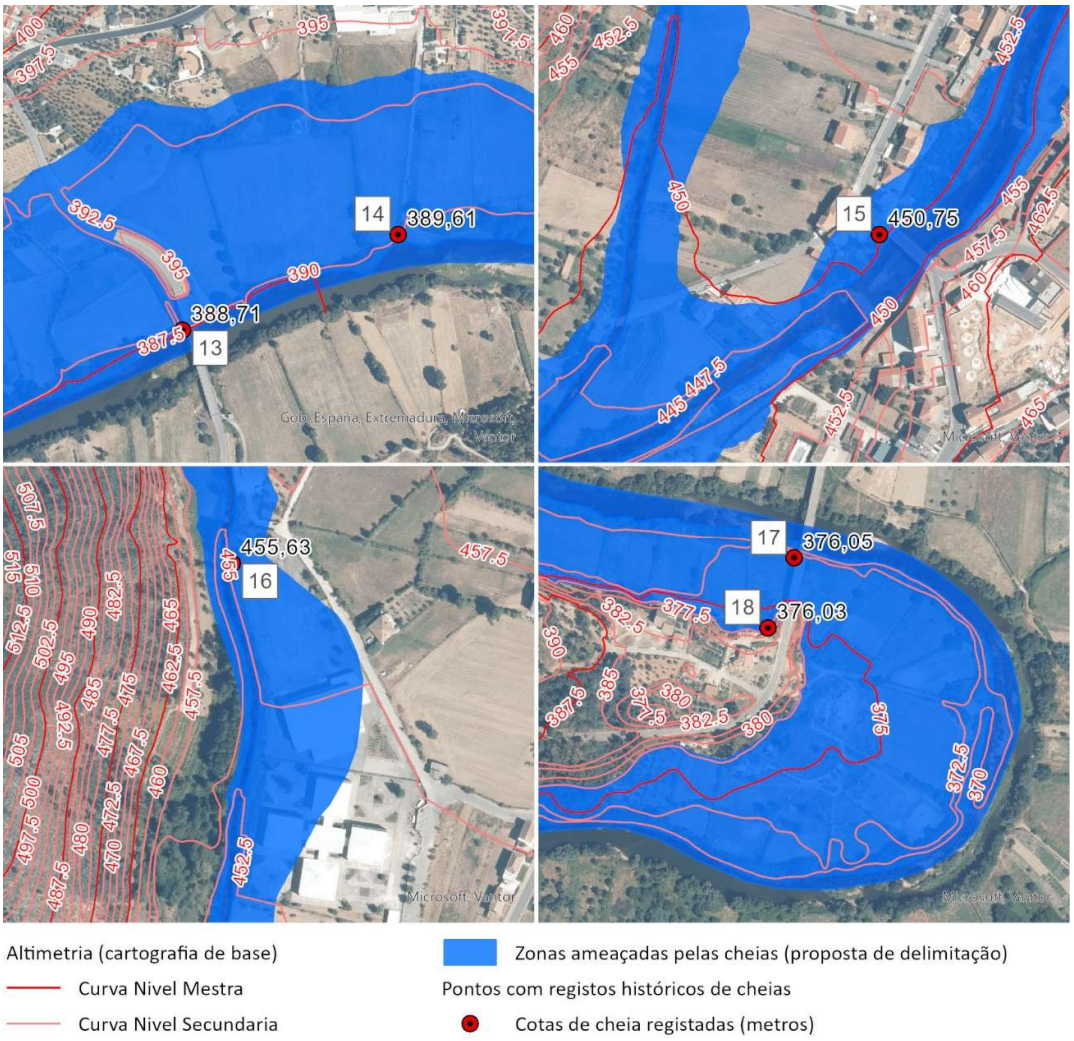


Figura 34. Sobreposição das áreas inundáveis resultantes da simulação com os pontos com registos de cheia (ponto 13 até ponto 18) e representação das curvas de nível (cartografia de base)

Nos Pontos 13 e 14 (Zona da Ponte Carlos Pinto), registaram-se cotas de cheias entre 388,71 m e 389,61 m, respetivamente. Verifica-se que a área inundável resultante da simulação, abarca estes registos, sendo até superior aos mesmos, situando-se, de forma expressiva, acima dos 392,5 m. Neste contexto, importa ainda referir os dados da ficha de caracterização relativa a estes registos de cheia:

Não foi possível obter testemunhos no local. A Ponte Carlos Pinto foi construída em 2003, não havendo registos nem vestígios de qualquer cheia no local. A observação dos indícios da cheia de dezembro de 2022 (areia nas margens, vegetação derrubada e detritos presos nos ramos) permitiu identificar a cota 388.96, situando-se os terrenos agrícolas envolventes na cota 390.97 metros. A

montante, num ponto de alargamento do Rio Zêzere, evidências na margem direita relativas à cheia mais recente (dezembro de 2022) permitiram identificar a cota 389.61 metros.

No Ponto 15 (localizado adjacentemente à rua da Ponte – ribeira do Paúl), regista-se uma cota de 450,75 m. Verifica-se que a área inundável resultante da simulação, abarca este registo, mostrando até ligeiramente superior. Neste contexto, importa ainda referir os dados da ficha de caracterização relativa a estes registos de cheia:

O Senhor António Emílio Lopes, residente na margem direita da Ribeira do Paul, junto à ponte, identificou o nível atingido pelas águas da ribeira no dia 12 de dezembro de 2022. Para o efeito, partilhou um vídeo que o mesmo realizou, tendo sido identificada a cota de 450.75 metros. O testemunhante referiu, ainda, que conta o número de pedras visíveis dos talha-mares da ponte para perceber se a água poderá entrar em casa, ou seja, quando a água atinge a linha superior da sétima pedra, na junção dos ângulos da estrutura. No entanto, não se recorda de a água ter entrado na sua habitação, sendo que o nível sobe invariavelmente quando as comportas a montante são abertas. No local existe um açude e um canal de desvio das águas da ribeira a sudoeste da ponte.

No Ponto 16 (localizado na Ribª da Erada, adjacente à Escola Básica do Paúl), observa-se um registo cota de cheia de 455,63 m, verificando-se, que a área inundável resultante da simulação abarca o registo, mostrando-se até ligeiramente superior a este. Observa-se que a área inundável resultante da simulação abrange a Escola Básica do Paúl. Contudo, segundo os dados da ficha de caracterização do registo de cheia, não se verifica a ocorrências de cheias neste equipamento. Neste âmbito, importa salientar, que neste troço da ribeira existe um grande desnível entre leito e margem, existindo ainda um muro de vedação do recinto escolar, formando, numa eventual cheia, uma barreira contra o galgamento das águas. Provavelmente esta informação não se traduz no modelo digital de terreno, podendo levar, plausivelmente, a uma simulação da zona de cheia sobredimensionada. No entanto e na ausência de melhor informação altimétrica (considerando uma posição preventiva ao risco para a população) assumem-se os dados da simulação. Neste âmbito importa ainda referir os dados da ficha de caracterização relativa a este registo de cheia:

A Senhora Engenheira Isabel Matias, uma das primeiras alunas inscritas na Escola Básica de Paul, indicou o ponto máximo atingido pela água da ribeira de que tem memória, cuja cota identificada é de 455.63 metros. A escola encontra-se vedada por um gradeamento sobre um muro com cerca de 0.70/0.80 metros de altura, impedindo a entrada da água no recinto escolar.

Nos Pontos 17 e 18 (Zona da ponte de Ourondo), registaram-se cotas de cheias de 376,05 m e 376,03

Proposta para Discussão Pública

m, respetivamente. Salienta-se que o Ponto 17 encontra-se registado (marcação no ano de 2006) num dos pilares da Ponte. O Ponto 18 corresponde a uma transposição da cota marcada no pilar para a margem direita do rio Zêzere. Verifica-se que a área inundável resultante da simulação, abarca as cotas de cheia registadas, sendo até ligeiramente superior a estas. Neste contexto, importa ainda referir os dados da ficha de caracterização relativa a estes registos de cheia:

O Senhor Fernando, residente no local, referiu que, em novembro ou dezembro de 2006, os Serviços de Castelo Branco marcaram um dos pilares da ponte sobre o Rio Zêzere com o nível atingido pela água da cheia nesse ano, cuja cota identificada é de 376.05 metros. O testemunhante garantiu, ainda, que aquela terá sido a cota máxima atingida, desde sempre, pelas águas, provocando a inundação de uma edificação e do galinheiro, cuja cota identificada é de 375.06 metros (1 metro abaixo da cota da marca na ponte). Na margem direita do Rio Zêzere existem também evidências da subida das águas em dezembro de 2022, nomeadamente vegetação derrubada, detritos presos nos ramos e movimentação de areias, atingindo uma cota (não identificada) consideravelmente inferior à registada no pilar da ponte.

Relativamente ao ponto com registo de cheia não abrangido pela simulação (pontos 12), observa-se que este se localiza na margem esquerda do rio Zêzere, embora não abrangido pela simulação das áreas inundáveis, considera-se que tal facto poderá advir da falta de rigor do modelo digital de terreno utilizado.

Através da análise da cota abrangida pela cheia (simulação), observa-se que esta, se estabelece acima da cota dos 407,5 m – intervalo altimétrico entre 407,5 m e 410 m, que por sua vez, admite a cota do registo de cheia (409,44 m). Observa-se que a cota de cheia se apresenta, homogeneamente, nas duas margens do rio, abrangendo dois pontos com registos de cheia (ponto 10 e 12).

Proposta para Discussão Pública

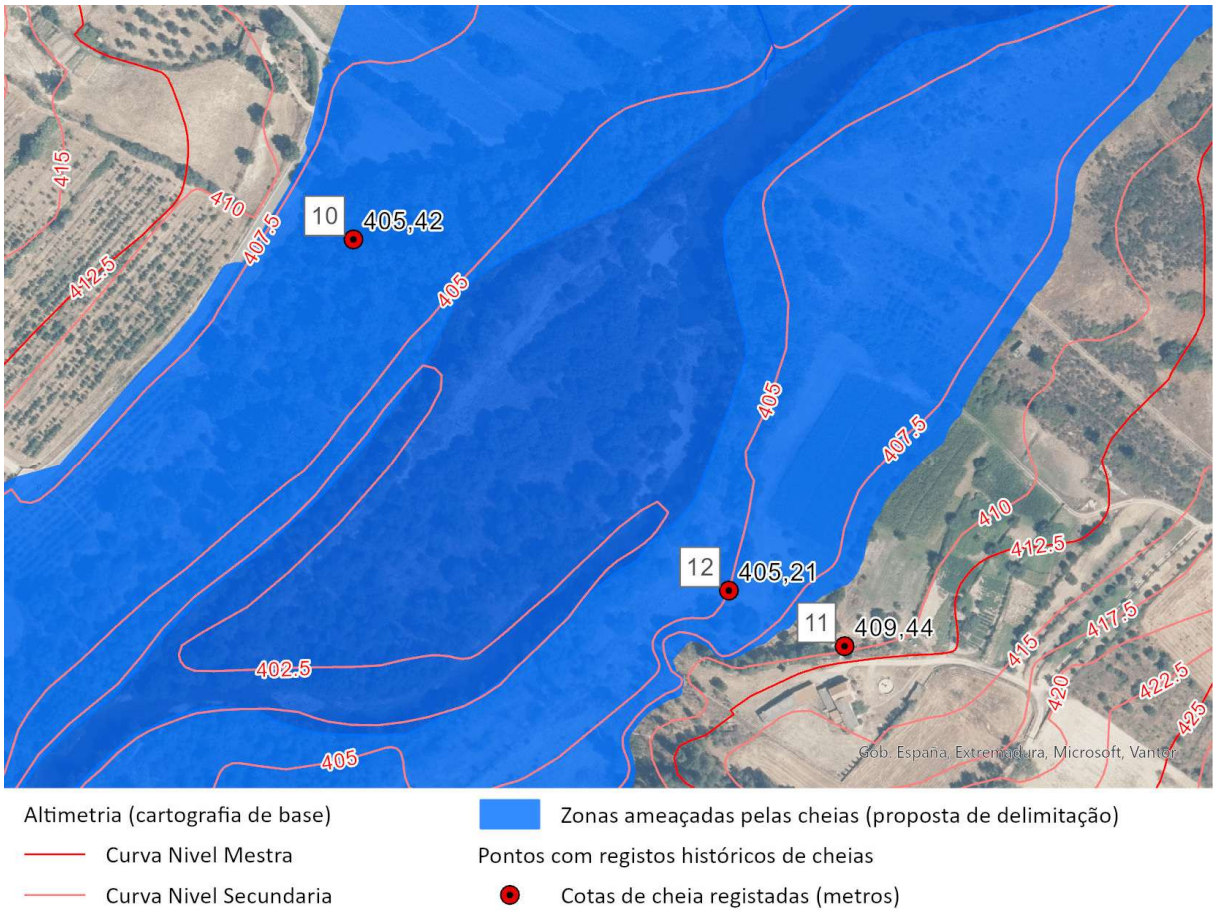


Figura 35. Sobreposição do registo de cheia (ponto 10, 11 e 12) na zona ameaçada pela cheia (simulação) e representação das curvas de nível (cartografia de base)

Salienta-se ainda, que o ponto com registo de cheia se localiza numa ligeira depressão do terreno, detalhe não apresentado na cartografia de base e consequentemente não plasmado no modelo digital de terreno (Figura 36).

Proposta para

Figura 36. Zona de depressão não plasmada no modelo digital do terreno – local de medição da cota identificada pela testemunha na margem esquerda do Rio Zêzere (registo fotográfico retirado do Anexo I)

Neste contexto importa ainda observar o exposto na ficha de caracterização do Anexo I:

"A Senhora Maria Estela, filha dos proprietários da quinta localizada na margem esquerda do Rio Zêzere, identificou dois locais onde a cheia terá chegado em dois momentos distintos. A testemunhante recordou que, há cerca de 50 anos, a água do rio aproximou-se da habitação, cuja cota identificada é de 409.44 metros. Mais recentemente, em dezembro de 2022, a água terá atingido a cota 405.21 metros, cujos vestígios são ainda visíveis no terreno.

Na margem direita do Rio Zêzere são também visíveis os vestígios da última cheia (dezembro de 2022), nomeadamente árvores de pequeno porte derrubadas e detritos presos nos ramos, sendo a cota máxima identificada de 405.42 metros."

Proposta para Discussão Pública

4.3.4. Comparação dos resultados das áreas inundáveis simuladas com a Zona Adjacente em vigor

Como descrito anteriormente, a ZA do rio Zêzere foi aprovada pela Portaria n.º 849/87, de 3 de novembro, sendo, posteriormente, revogada pela Portaria n.º 1053/93, de 19 de março, na qual, com base em novos estudos e levantamentos, se procedeu à nova delimitação da ZA para o rio Zêzere. A ZA classificada segundo a Portaria n.º 1053/93, de 19 de março, é a que ainda vigora atualmente.

Relativamente à comparação dos resultados da simulação da ZAC (2097,9 ha) para todo o concelho da Covilhã, face a ZA em vigor (2379 ha), observa-se um decréscimo de 281,1 ha (Figura 37).

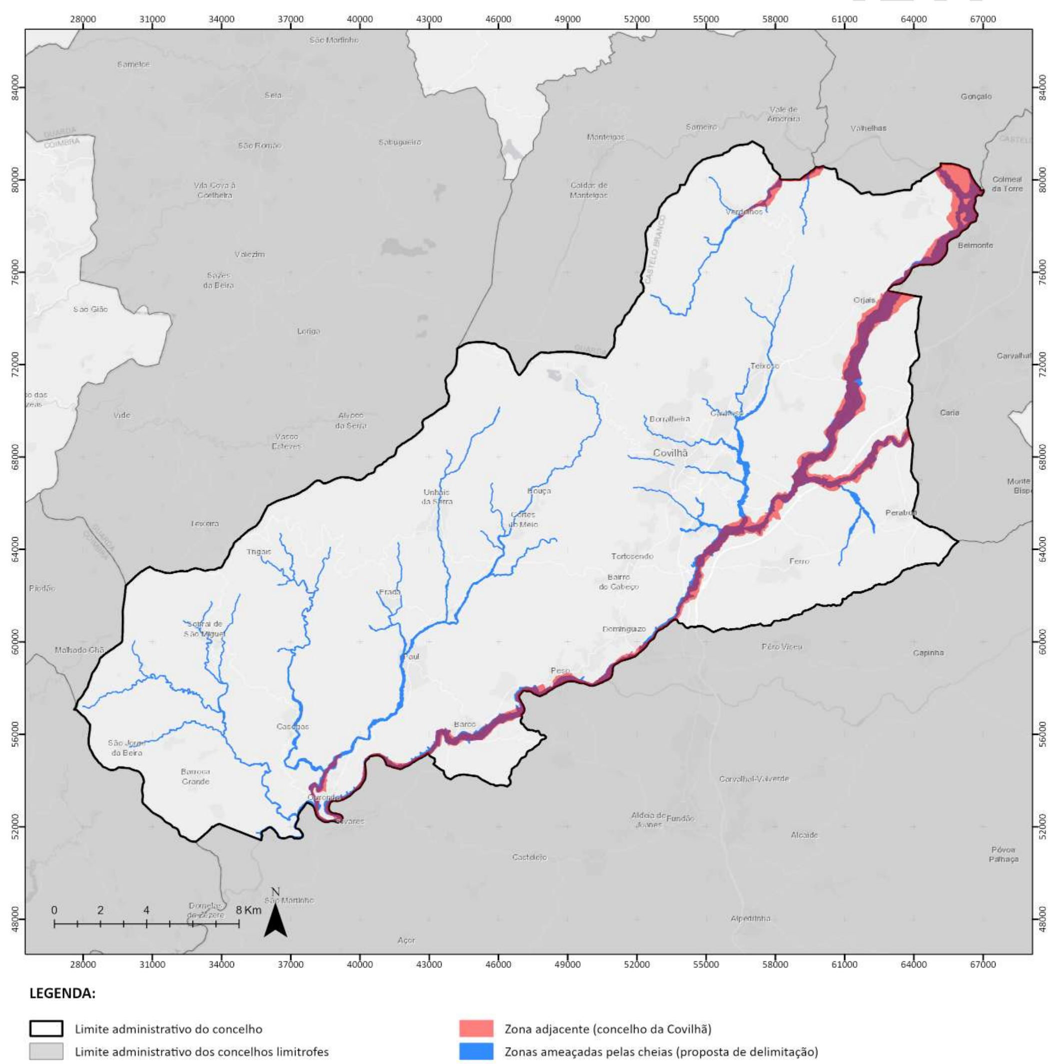


Figura 37. Sobreposição da Zona Adjacente do rio Zêzere com as áreas inundáveis resultantes da simulação

No entanto, importa salientar que os resultados da simulação das áreas inundáveis, apresentam-se

em bacias/cursos de água que a ZA não contemplou. Assim, considerando apenas os troços que se encontram delimitados como ZA, e fazendo a sua correlação para circunscrição da ZAC, observa-se que a diferença entre a ZA e área inundável simulada é de 779,3 ha: passando de 2379 ha (ZA), para 1599,7 ha (área inundável simulada, circunscrita aos troços abrangidos por ZA) (Figura 38).

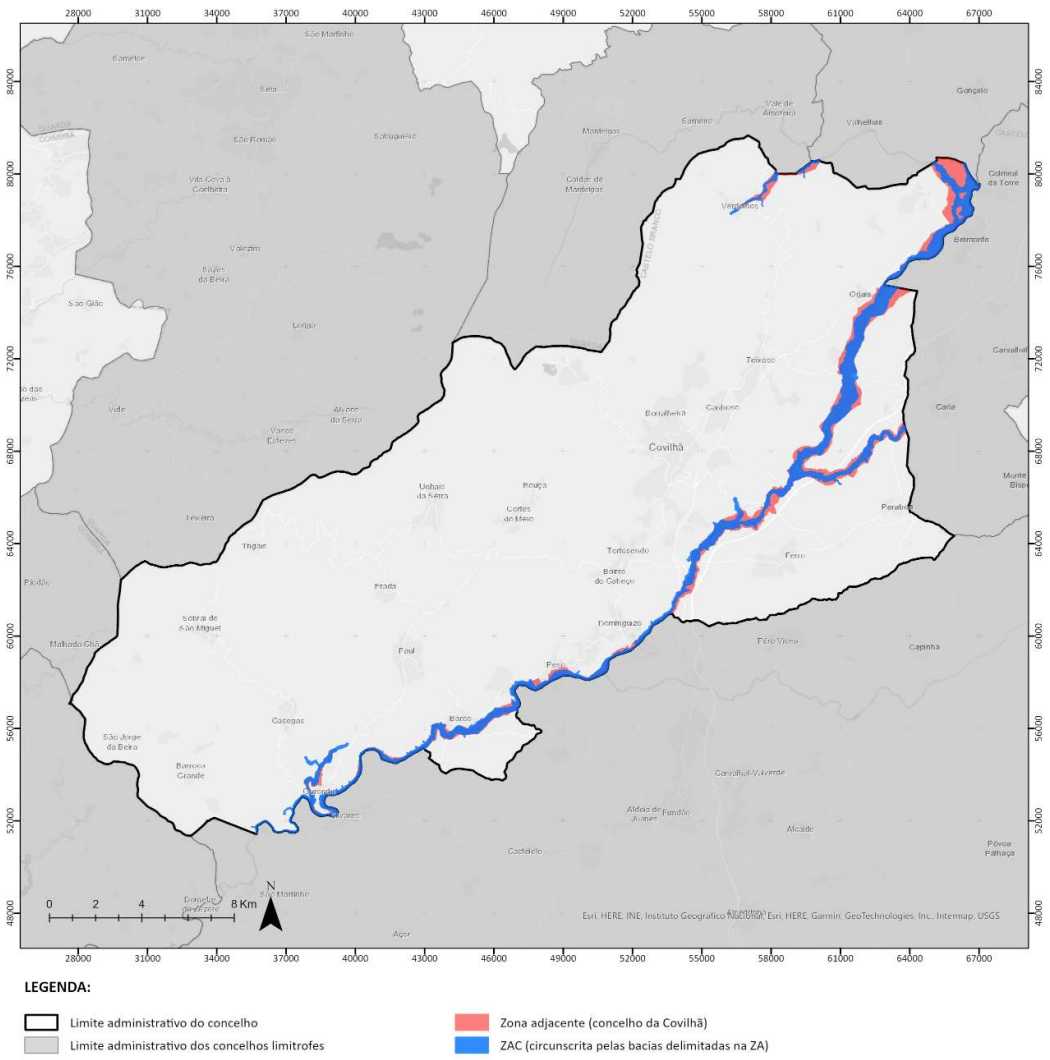


Figura 38. Sobreposição da Zona Adjacente do Zêzere às Zonas ameaçadas pelas cheias (simulação), circunscrita pelas bacias delimitadas na Zona Adjacente

Importa referir que a comparação apenas é possível ao nível dos resultados das delimitações, uma vez que, para o caso da delimitação da ZA, não é possível consultar com muito detalhe quaisquer estudos de base, métodos ou critérios específicos que originaram a sua atual delimitação. Conforme explanado no subcapítulo **2.12. Zona Adjacente do rio Zêzere**, a ZA do Zêzere, classificada primeiramente, pela Portaria n.º 849/87 de 3 de novembro, foi delimitada segundo a área inundável

contiguas às margens estendendo-se até a uma linha de maior cheia com a probabilidade de ocorrência de 100 anos, salvaguardando a várzea e os solos aluvionares presentes. Utilizando-se, à época, uma cartografia de base de escala 1:25 000, foi delimitada a ZA do Zêzere. Posteriormente, e de modo a colmatar algumas imprecisões de delimitação da ZA, foi aprovada a Portaria n.º 1053/93, de 19 de outubro, revogando-se a Portaria n.º 849/87 de 3 de novembro, e retificando-se a delimitação da ZA (em alguns troços) segundo novos estudos e levantamentos. De notar que, mesmo com esta nova delimitação de ZA (sobre uma cartografia à escala 1:25 000), observam-se ainda – quando, por exemplo, comparada a ZA com cartografia militar (à escala 1:25 000) – erros de delimitação, designadamente a existência de cotas diferentes de ZA em ambas as margens de uma mesma secção do curso de água, bem como diversas áreas onde ZA não segue corretamente as curvas de nível.

Comparando, então ambas as áreas (ZA e área inundável simulada) verifica-se que as diferenças resultam, sobretudo, de um muito menor rigor cartográfico que esteve subjacente à delimitação da ZA. Estas situações tornam-se ainda mais evidentes, quando comparada a ZA com a cartografia de base do concelho (elaborada à escala 1:5 000). Neste âmbito, importa referir que a área inundável foi simulada tendo por base, na área do concelho, a cartografia de base à escala 1:5 000 (conferindo um maior detalhe à sua delimitação). O resultado da simulação das áreas inundáveis, como explanado no Ponto anterior, foi ainda corroborada pelos registos históricos de cheias e trabalho de campo associado aos mesmos. Note-se, ainda, que os resultados de simulação das áreas inundáveis, obedeceram aos métodos descritos no presente estudo (assegurando-se o cumprimento das disposições que constam da Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, na sua redação atual).

Na Figura 39, apresentam-se situações do desfasamento entre as áreas inundáveis simuladas e ZA em vigor, onde, de uma forma geral, se pode observar que a área inundável simulada, menos abrangente, percorre o território de forma mais coerente, apresentando ainda, para a mesma secção do curso de água, a mesma cota de cheia em ambas margens, situações que não se verificam na ZA.

Proposta para Discussão Pública

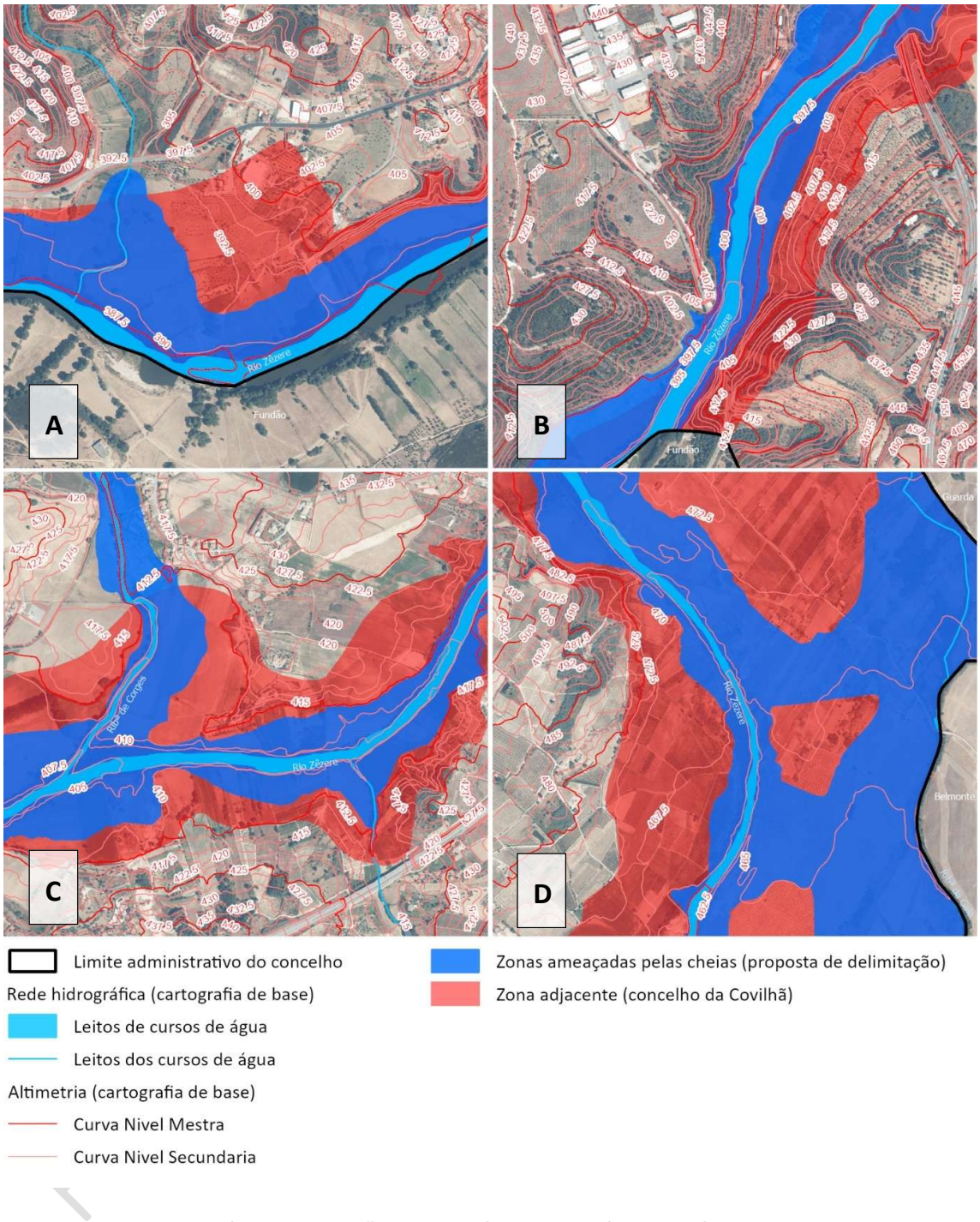


Figura 39. Exemplos, no rio Zêzere, de situações de divergência entre a área inundável simulada e a ZA, sobrepostas à cartografia de base homologada do concelho da Covilhã (escala 1:5 000)

Imagem A – Rio Zêzere, zona sudoeste do lugar de Peso (7°34'16"W 40°11'20"N). Observa-se que a ZA não segue corretamente as curvas de nível, variando, em diversas manchas, e de forma muito abrupta, a cota abrangida. Observam-se, assim, incongruências na potencial cheia representada na ZA, uma que vez que se verifica a presença da ZA acima de zonas declivosas (encostas/taludes),

zonas além das zonas aluvionares e de cultivo. Note-se que, segundo a cartografia de base, as zonas aluvionares, no seu limite exterior, rondam a cota 392,5 m, já a ZA apresenta-se acima da cota 400 m, onde as situações de cheia seriam bastante improváveis. A abrangência da cota 400m leva, a jusante, à delimitação de uma ZA sobredimensionada. Por outro lado, do lado este, observa-se que a área inundável simulada segue corretamente as curvas de nível, abrangendo, de forma mais coerente, as cotas (a rondar os 392,5 m) dos limites dos terrenos cultivados (início da encosta presente). Mais a jusante, observa-se que as áreas inundáveis simuladas se apresentam coerentes com o afluente presente, mantendo a cota de cheia homogénea, entre os 390 m - 392,5m (situação não observada na ZA).

Imagem B – Rio Zêzere, zona sudeste da zona industrial de Tortosendo (7°29'50"W 40°13'23"N). Observa-se que a ZA, além de não seguir corretamente as curvas de nível da cartografia de base, mostra-se com cotas de cheias diferentes entre as duas margens do rio (na margem direita a ZA abrange a cota de 405 m, no entanto, na margem esquerda, abrange a cota de 420 m (abrangendo a encosta da rua da Quita da Raposa), significando um desnível de 15 m). Salienta-se ainda, que a ZA, na margem esquerda, abrange áreas da estrada de ligação da A23 à N18, com cotas acima dos 420 m. Por outro aldo, a simulação das áreas inundáveis mostra-se coerente com as curvas de nível apresentadas pela cartografia de base, seguindo, genericamente, o limite dos terrenos cultivados (cotas entre 402,5 m – 405 m) e o início das zonas mais declivosas. A simulação das áreas inundáveis apresenta-se ainda, coerente com o afluente presente (ribeira da Raposa), mantendo a cota de cheia homogénea, entre os 402,5 m – 405 m.

Imagem C – Rio Zêzere, zona sul do lugar da Quinta da Branca (7°27'45"W 40°15'8"N). Observa-se, similarmente às situações acima descritas, que a ZA não segue corretamente as curvas de nível da cartografia de base, apresentando ainda, incongruências na cota de cheia entre as duas margens do rio Zêzere. Neste contexto importa salientar que a ZA, na mesma secção do rio (p.e. entre o ribeiro de Corges e ribeiro do Minho), apresenta desníveis de até 8m, sendo que, na margem esquerda apresenta um cota de 412,5 m, já na margem direita, apresenta cotas acima dos 420 m, abarcando áreas de encostas. Esta situação de não homogeneidade de cota entre margens, leva ao sobredimensionamento da área de ZA. As áreas inundáveis simuladas apesentam-se coerentes com a topografia apresentada pela cartografia de base, seguindo corretamente as curvas de nível, observando-se, ainda, cotas homogéneas entre as margens do rio Zêzere e os seus afluentes neste troço – ribeiro de Corges e ribeiro do Minho.

Proposta para Discussão Pública

Imagem D – Rio Zêzere, zona este de Vale Formoso (7°21'24"W 40°22'41"N). Observa-se que a ZA, comparativamente as áreas inundáveis simuladas, se apresenta de forma mais abrangente nesta zona do concelho. Esta é uma zona de fronteira entre o concelho da Covilhã, Guarda e Belmonte e, como identificado anteriormente, os concelhos limítrofes carecem de uma cartografia de detalhe igual ou superior à apresentada pelo concelho da Covilhã. Esta incompatibilidade de escalas (apresentadas à escala 1:5 000, 1: 10 000 e 1:25 000), plausivelmente, poderá gerar erros pontuais nas zonas de interface (áreas de menor detalhe) no modelo digital de terreno usado como base na simulação das áreas inundáveis. Contudo, observa-se que a ZA não segue corretamente as curvas de nível da cartografia de base, passando, na mesma secção do rio Zêzere, da cota 477,5 m para a cota 485 m (abarcando zonas de encosta) e, ligeiramente a jusante, regressa a cotas inferiores. Por outro lado, as áreas inundáveis simuladas mostram-se de forma coerente ao longo deste troço do rio Zêzere, acompanhado as curvas de nível, com cotas de cheia homogéneas entre margens.

Na **Figura 40**, apresentam-se situações do desfasamento entre ZAC e ZA em vigor, no rio de Beijames, ribeira da Caría e ribeira do Paúl.

Proposta para Discussão Pública

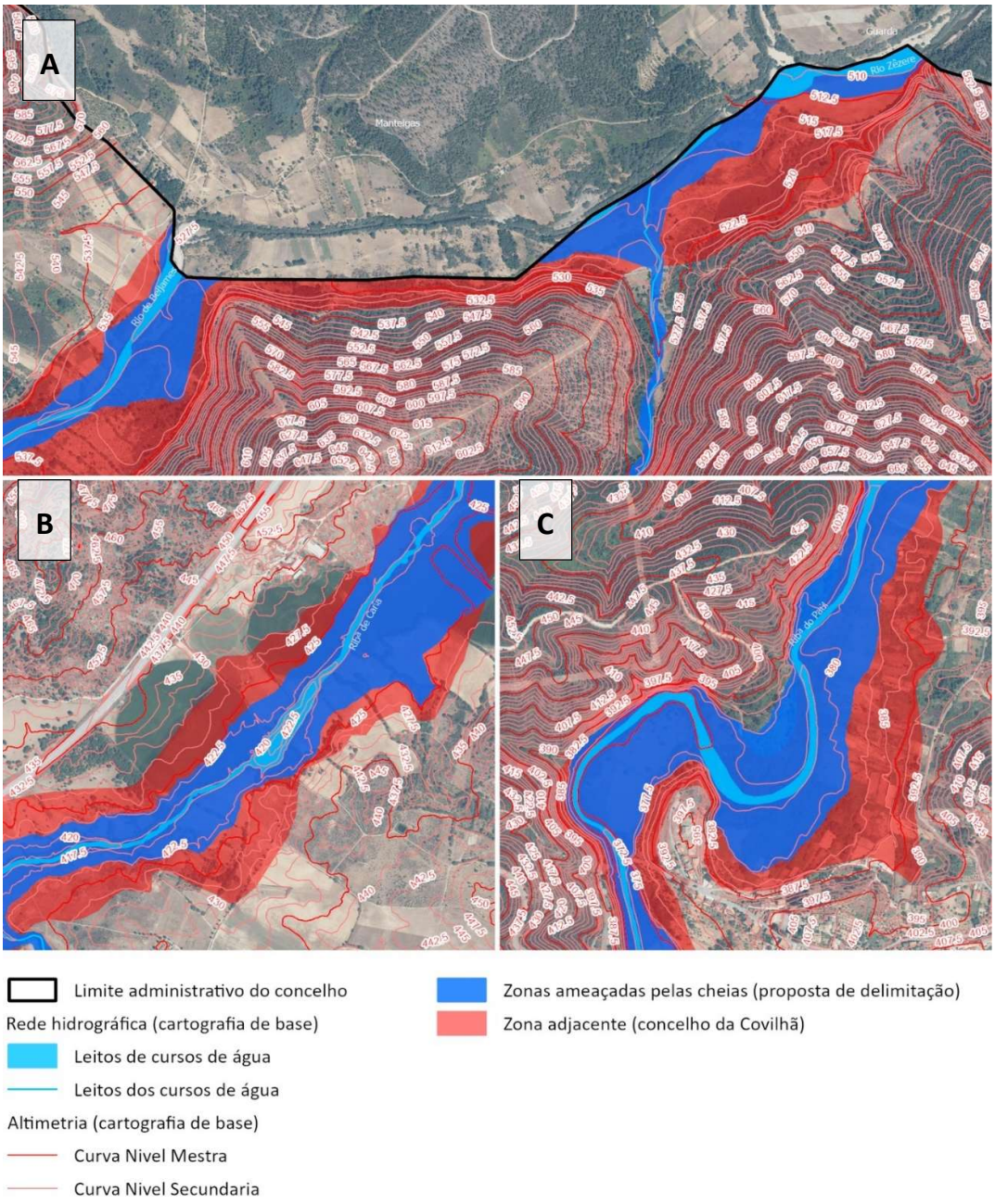


Figura 40. Exemplos, no rio de Beijames (A), ribeira da Caría (B) e ribeira do Paúl (C), de situações de divergência entre a simulação das áreas inundáveis e ZA, tendo por base a cartografia de base do concelho (elaborada à escala 1:5 000)

Imagem A – Rio Beijames, troço entre Verdelhos e foz com o rio Zêzere (7°26'29"W 40°23'12"N). Observa-se que a ZA não segue corretamente as curvas de nível, variando, em diversas áreas, a cota abrangida. Observa-se ainda que, na mesma secção do rio, a ZA apresenta cotas de cheia distintas nas duas margens, situação observada, por exemplo, no ponto de entrada do rio no concelho de Manteigas, onde na margem direita apresenta uma cota acima dos 542,5 m, e na margem esquerda

apresenta 532,5 m (desnível de 10 m). Observam-se ainda incongruências na potencial cota de cheia resultante da ZA, uma que vez que se verifica a presença da ZA acima de zonas declivosas (encostas), zonas além das zonas de cultivo/pastagem. A abrangência de cotas mais elevadas leva, nas zonas a jusante (principalmente na zona da foz com o rio Zêzere), à delimitação de uma ZA sobredimensionada. Por outro lado, as áreas inundáveis simuladas seguem, numa forma mais coerente, a topografia, nunca ultrapassando o início das encostas existentes. As áreas inundáveis simuladas apresentam-se, ainda, com cotas de cheia homogéneas entre as margens dos cursos de água presentes (rio de Beijames e ribeiro de Sarzedo).

Imagem B – Ribeira da Caría, em todo o troço presente no concelho da Covilhã. Observa-se que a ZA não segue corretamente a topografia presente, variando, em diversas áreas, as cotas de cheia apresentadas. A ZA, entrada no concelho da Covilhã, abrange cotas mais elevadas (sobreposta com zonas de encosta com presença de matos), observando-se ainda, para a mesma secção da ribeira, cotas distintas entre margens, tendo-se na margem esquerda uma cota de 432,5 m, já na margem direita apresenta a cota acima dos 437,5 m (zona de encostas), significando um desnível de 5 m. A abrangência de cotas mais elevadas leva, a jusante, à uma delimitação sobredimensionada de ZA. Por outro lado, as áreas inundáveis simuladas apresentam-se com cotas homogéneas entre as margens da ribeira, bem como do seu afluente, ribeiro da Pontinha, observando-se ainda coerentes com a topografia ao longo do transcurso dos cursos de água.

Imagem C – Ribeira do Paúl, zona norte da localidade de Ourondo (7°40'56"W 40°9'3"N). Observa-se que a ZA, para a mesma secção da ribeira, não apresenta cotas homogéneas entre as margens, denotando-se ainda que a mesma não segue coerentemente as curvas de nível da cartografia de base. Neste contexto, importa salientar que, para o troço apresentado na figura, a ZA na margem esquerda da ribeira, encontra-se delimitada pela cota 385 m (situação similar à verificada nas áreas inundáveis simuladas), e, no seu transcurso para jusante, observa-se a sua alteração (subidas e descidas) acima da cota dos 390 m (desníveis de 5 m), regressando a cotas mais baixas (377,5 m) já na foz com o rio Zêzere. A abrangência de cotas mais elevadas (zonas de encostas) leva ao sobredimensionamento de ZA. Por outro lado, as áreas inundáveis simuladas mostram-se coerentes com a topografia, com cotas de cheia homogénea nas duas margens do curso de água.

Proposta para Discussão Pública

5. Conclusão

As cheias são conhecidas como fenómenos que provocam a destruição de infraestruturas (edifícios, estradas, etc.) e terrenos ribeirinhos essencialmente agrícolas, deixando, por vezes, a população e várias entidades impotentes perante o fenómeno.

O concelho da Covilhã é um concelho frequentemente atingido por cheias naturais. A distribuição das precipitações nas bacias associadas ao concelho da Covilhã apresenta alguma variabilidade. O período de análise comum a todas as estações, mostra-se, através da comparação (análise) com séries mais longas, representativo do comportamento da precipitação anual.

Verifica-se uma variação sazonal clara entre os meses mais chuvosos e os meses menos chuvosos, apresentando-se duas estações bem definidas sendo a do período chuvoso (outubro a abril) e o seco (maio a setembro).

Das estações utilizadas na caracterização, todas apresentam uma forte correlação entre si.

O conjunto de procedimentos descritos ao longo do presente estudo dão cumprimento ao disposto na Portaria n.º 336/2019 de 26 de setembro (Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro), permitindo, deste modo, a delimitação das Zonas Ameaçadas pelas Cheias, com a melhor informação disponível à data.

Esta delimitação/integração das áreas inundáveis simuladas na tipologia REN Zonas Ameaçadas pelas Cheias será indispensável para que se faça uma ocupação correta dos leitos de cheia, com vista a um adequado ordenamento do território à escala municipal.

Proposta para Discussão Pública

6. Bibliografia

Agência Portuguesa do Ambiente (2022). Planos de Gestão dos Riscos de Inundações. https://apambiente.pt/agua/planos-de-gestao-dos-riscos-de-inundacoes. Consultado: 20 maio 2022

APA (2019). Planos de Gestão dos Riscos de Inundações. Agência Portuguesa do Ambiente. https://apambiente.pt/agua/planos-de-gestao-dos-riscos-de-inundacoes. Consultado: 10 setembro 2023

Brandão, C. (1995) - Análise de precipitações intensas. Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos, IST, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.

Brandão, C.; Rodrigues R. R.; Costa, J.P. (2001) - Análise de fenómenos extremos. Precipitações intensas em Portugal Continental, Instituto Nacional da Água. Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos, Instituto da Água, Lisboa.

Broxton, P. D.; Troch, P. A.; Lyon, S. W. (2008). Understanding the Importance of Aspect on Mountain Catchment Hydrology. In Proceedings of the AGU Fall Meeting Abstracts; Vol. 2008, pp. H31E-0929.

Chow, V. T.; Maidment, D. R.; Mays, L. W. (1988) Applied Hydrology. McGraw-Hill International Student Edition, Singapura.

Cláudia Brandão e Rui Rodrigues (1998) – "Modelação Hidrológica de Cheias Afluentes a Barragens como Mecanismo de Auxílio à Gestão de Albufeiras", 4º Congresso da Água, FIL, Lisboa (Portugal).

CNT (2017). Recomendação Técnica N.º1/2017. Orientações Estratégicas de Âmbito Nacional e Regional Critérios para a delimitação da Reserva Ecológica Nacional. CNT 17.11.2017

Correia, F. N. (1984b) - Alguns procedimentos adoptados pelo Soil Conservation Service para o estudo do impacto da urbanização nos caudais de cheia, ITH 7, LNEC, Lisboa.

Correia, F.N. (1984) – Proposta de um método para a determinação de caudais de cheia em pequenas bacias naturais e urbanas, ITH6, LNEC, Lisboa.

DGT. 2020. Normas e Especificações Técnicas para a Cartografia Topográfica Vetorial e de Imagem. Direção de Serviços de Geodesia, Cartografia e Informação Geográfica da Direção-Geral do Território.

Equipa DISASTER (2012). Web-SIG DISASTER. DISASTER - Desastres naturais de origem hidro-geomorfológica em Portugal: base de dados SIG para apoio à decisão no ordenamento do território

Proposta para Discussão Pública

e planeamento de emergência (FCT - PTDC/CS-GEO/103231/2008).

Horton, R.E. (1932) Drainage-Basin Characteristics. Transactions: American Geophysical Union, 13, 348-352.

Hydrologic Engineering Center (HEC). (2012). HEC-HMS Hydrologic Modeling System, User's Manual, Version 4.0, CPD-74A. Hydrologic Engineering Center, U.S. Army Corps of Engineers, Davis, CA.

Leal, M. (2011) - As cheias rápidas em bacias hidrográficas da AML Norte: factores condicionantes e desencadeantes, dissertação de mestrado em Geografia Física e Ordenamento do Território, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Lisboa.

Loureiro, J. M. (1984) - Expressão para o Cálculo do Caudal de Cheia em Cursos de Água de Portugal, Recursos Hídricos, 5(1), pp. 53-78.

LTHIA (2015) – LTHIA Basic Model. Purdue University. https://engineering.purdue.edu/mapserve/LTHIA7/documentation/runoff.htm#:~:text=For%20a%20fixed%20return%20interval%2C%20as%20watershed%20size,for%20runoff%20allows%20more%20infiltration%20and%20other%20losses

Wright-McLaughlin Engineers. 1969. Urban storm drainage criteria manual. Vol. I and II. Prepared for the Denver Regional Council of Governments, Denver, Colorado.

Nicolau, R. (2002) - Modelação e Mapeamento da Distribuição Espacial da Precipitação - Uma Aplicação a Portugal Continental, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Doutor.

NRCS. (2004). National Engineering Handbook: Part 630 (Hydrology). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. https://irrigationtoolbox.com/NEH/Part630_Hydrology/H_210_630_09.pdf

Portela, M.; Silva, A.; Melim, C. (2000) - O efeito da ocupação urbana nos caudais de ponta de cheias naturais em pequenas bacias hidrográficas, 5º Congresso da água, "Água e o desenvolvimento sustentável": desafios para o novo século.

Portela, M; Hora, G. (2002) - Aplicação da fórmula racional à analise de cheias em Portugal Continental: valores do coeficiente C. , 6º Congresso da água, A água é d'ouro".

Quintela, A. C. (1984) - Hidrologia de águas superficiais, Curso Internacional de Hidrologia Operativa. M.E.S., S.E.O.P., Direcção-Geral dos Recursos e Aproveitamento Hidráulicos, Lisboa.

Proposta para Discussão Pública

Rahimzadeh, O, Bahremand, A, Noura, N, Mukolwe, M. (2019). Evaluating flood extent mapping of two hydraulic models, 1D HEC-RAS and 2D LISFLOOD-FP in comparison with aerial imagery observations in Gorgan flood plain, Iran. Natural Resource Modeling. 32:e12214. https://doi.org/10.1111/nrm.12214

Ramos, C. (1994) – Condições geomorfológicas e climáticas das cheias da Ribeira de Tera e do Rio Maior (bacia hidrográfica do Tejo), Dissertação de doutoramento em Geografia Física, Faculdade de Letras. Universidade de Lisboa.

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

Ramos, C. (2009) Dinâmica Fluvial e Ordenamento do Território (Programa de Unidade Curricular do 2º ciclo), SLIF- 6, Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, Lisboa.

Reis, E. (1996) - Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica na análise morfológica de Bacias Hidrográficas, Dissertação de mestrado em Hidráulica e Recursos Hídricos, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Reis, E. (2006) – As bacias hidrográficas das Ribeiras da Serra de Grândola – dinâmica hidrológica e factores condicionantes, Dissertação de doutoramento em Geografia Física, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, Lisboa.

Rodrigues, R. R. (1986) – Avaliação das disponibilidades hídricas superficiais com base na precipitação. Introdução ao Planeamento e Gestão de Recursos Hídricos, vol. 4,

Santos, P.P., Pereira, S., Reis E., Zêzere, J.L., Garcia, R.A.C., Oliveira, S.C., Santos, M. (2019). Aplicação de um processo de análise hierárquica para a avaliação municipal da suscetibilidade a cheias rápidas em Portugal continental. Centro de Estudos Geográficos, IGOT, Universidade de Lisboa.

Schumm, S. A. (1956) Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy, Geol. Soc. America Bulletin.

Temez, R. 1978, Calculo hidrometeorologico de caudales maximos en pequenas cuencas naturales, MOPU, Direccion General de Carreteras, Madrid.

USACE. (2010) HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic, References Manual V4.1. Davis, C.A.: US Army Corps of Engineers - Hydraulic Engineering Center.

Proposta para Discussão Pública

Anexos

Proposta para Discussão Pública

Anexo I – Registos históricos de cheia no concelho da Covilhã (trabalho de campo)

IDENTIFICAÇÃO PONTO DE PARTIDA

ID	**01**
Designação	**VALE FORMOSO**
Concelho	Covilhã
Freguesia	UF de Vale Formoso e Aldeia do Souto
Local	EN 18 (fronteira com Belmonte)
Coord. Geogr. (formato DMS)	40º21'51.61"N 7º21'24.491"W (ponte sobre o Rio Zêzere)

Ponto partida trabalho de campo Localização cotas identificadas

LINHA DE ÁGUA

Designação	Rio Zêzere / Ribeira da Gaia
Caracterização[3]	Em estado natural
Tipo[4]	Permanente
Área envolvente[5]	Rural (Agrícola)

Rio Zêzere

OCORRÊNCIA DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

[3] Em estado natural, Limitada lateralmente ou Confinada

[4] Permanente ou Sazonal

[5] Rural (Agrícola ou Florestal), Periurbana ou Urbana (Residencial ou Industrial)

Registo Histórico	X	Data: 08 de janeiro de 1996	Causa: Precipitação intensa
Registo Epigráfico	X	Qual: Marca na ponte	Cota identificada: 459.83 m / 462.81 m

CONDIÇÕES DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Constrangimentos	Alteração das cotas naturais		Estrangulamento da secção de vazão		
	Áreas impermeabilizadas		Falta de limpeza da linha de água		
	Outro	X	Qual: Desabamento da ponte		

MITIGAÇÃO DO EFEITO DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Elementos construídos	Canal de desvio		Elevação das estruturas (aterro)		
	Dique transversal (açude)		Galeria florestal na orla do rio		
	Dique longitudinal (talude)		Bacia de retenção ou Reservatório		
	Outro	X	Qual: Muro de contenção (norte da habit.)		

REGISTO

Testemunho de populares/pessoas conhecedoras do território

A Senhora Susana, funcionária da vacaria e residente no local desde 2010, identificou três pontos onde a água chegou em dezembro de 2022: junto à vacaria (cota 461.97 metros), junto ao comedouro das vacas localizado a sul (cota 461,69 metros) e no terreno situado a norte da habitação (cota 462.81 metros). Reportou, também, que a cheia não atingiu o edifício onde permanecem os animais, nem a casa onde habita.

A testemunhante referiu, ainda, que o que motivou o alagamento dos terrenos terá eventualmente sido o desmoronamento da ponte sobre a Ribeira da Gaia provocado pela força das águas e que, numa hora, os campos ficaram todos alagados. Com o desabamento da ponte foram feitos caminhos para a passagem das pessoas, circunstância que facilitou a entrada das águas. Para controlar a entrada das águas pelos campos e minimizar o impacto da cheia, a população tomou a iniciativa de colocar pedras junto ao caminho de acesso.

Desde 2010, a Senhora Susana não se recorda de ter ocorrido cheias tão graves como as de dezembro de 2022.

Proposta para Discussão Pública

Fotografias do local

Marca na ponte sobre o Rio Zêzere

Medição da cota da marca na ponte

Vista sobre a vacaria (área inundada em dezembro de 2022)

Recolha de testemunhos junto à vacaria

Ribeira da Gaia

Enrocamento executado pela população para contenção das águas da Ribeira da Gaia em

dezembro de 2022

Proposta para Discussão Pública

IDENTIFICAÇÃO PONTO DE PARTIDA

ID	**02**
Designação	**BOIDOBRA (ETAR)**
Concelho	Covilhã
Freguesia	Boidobra
Local	Rua do Rio Zêzere
Coord. Geogr. (formato DMS)	40º15'4.511"N 7º28'50.642"W (ponte sobre a Ribeira da Boidobra)

LINHA DE ÁGUA

Designação	Ribeira da Boidobra
Caracterização[6]	Em estado natural
Tipo[7]	Sazonal
Área envolvente[8]	Rural (Agrícola) e Periurbana

Ribeira da Boidobra

OCORRÊNCIA DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Registo Histórico ☐ Data: _____ Causa: Precipitação intensa

[6] Em estado natural, Limitada lateralmente ou Confinada

[7] Permanente ou Sazonal

[8] Rural (Agrícola ou Florestal), Periurbana ou Urbana (Residencial ou Industrial)

Registo Epigráfico	X	Qual: Vestígios nas margens	Cota identificada: 407.72 metros

CONDIÇÕES DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Constrangimentos	Alteração das cotas naturais		Estrangulamento da secção de vazão	
	Áreas impermeabilizadas		Falta de limpeza da linha de água	
	Outro		Qual: _____	

MITIGAÇÃO DO EFEITO DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Elementos construídos	Canal de desvio		Elevação das estruturas (aterro)	X
	Dique transversal (açude)		Galeria florestal na orla do rio	
	Dique longitudinal (talude)	X	Bacia de retenção ou Reservatório	
	Outro		Qual: _____	

REGISTO

Testemunho de populares/pessoas conhecedoras do território

Não foi possível recolher testemunhos no local.

No entanto, ao longo da Ribeira da Boidobra foi possível identificar sacos de plástico e outros detritos presos na vegetação existente nas suas margens, bem como linhas de musgo no talude da ETAR da Boidobra e nas pedras, cuja cota identificada é de 407.72 metros.

No local foi também possível verificar que a ETAR se localiza numa cota consideravelmente superior à dos vestígios de cheia existentes na margem da ribeira, nomeadamente 411.14 metros.

Fotografias do local

Versão para discussão pública

Talude junto à ETAR da Boidobra

Detritos na margem da Ribeira da Boidobra

Talude na margem da Ribeira da Boidobra

Nível da ETAR da Boidobra

IDENTIFICAÇÃO PONTO DE PARTIDA

ID	**03**
Designação	**BOIDOBRA**
Concelho	Covilhã
Freguesia	Boidobra
Local	Rua do Rio Zêzere
Coord. Geogr. (formato DMS)	40º14'37.18"N 7º29'14.291"W (habitações na Rua do Rio Zêzere)

Ponto partida trabalho de campo Localização cotas identificadas

LINHA DE ÁGUA

Designação	Rio Zêzere
Caracterização[9]	Em estado natural
Tipo[10]	Permanente
Área envolvente[11]	Rural (Agrícola)

Rio Zêzere

OCORRÊNCIA DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Registo Histórico	☐	Data: _____	Causa: Precipitação intensa

[9] Em estado natural, Limitada lateralmente ou Confinada

[10] Permanente ou Sazonal

[11] Rural (Agrícola ou Florestal), Periurbana ou Urbana (Residencial ou Industrial)

Registo Epigráfico	☐	Qual: _____	Cota identificada: 404.89 metros

CONDIÇÕES DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Constrangimentos	Alteração das cotas naturais	☐	Estrangulamento da secção de vazão	☐
	Áreas impermeabilizadas	☐	Falta de limpeza da linha de água	☐
	Outro	☐	Qual: _____	

MITIGAÇÃO DO EFEITO DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Elementos construídos	Canal de desvio	☐	Elevação das estruturas (aterro)	☐
	Dique transversal (açude)	☐	Galeria florestal na orla do rio	☐
	Dique longitudinal (talude)	☐	Bacia de retenção ou Reservatório	☐
	Outro	☐	Qual: _____	

REGISTO

Testemunho de populares/pessoas conhecedoras do território

A Senhora Dulce, cujo pai reside no local há cerca de 18 anos, referiu que não tem memória da água do rio atingir a habitação. No entanto, no ano 2000, recorda-se que, quando a ponte de Caria (concelho de Belmonte) desabou, a água do rio chegou aos terrenos próximos da habitação, galgando os muros de pedra, mas sem avançar pela horta ou atingir o pátio localizado nas traseiras da habitação.

Fotografias do local

Versão para discussão pública

Pátio nas traseiras da habitação

Muro de pedra para divisão da propriedade

Horta a sudeste da habitação

Medição da cota identificada pelos testemunhos

Recolha de testemunhos no local

IDENTIFICAÇÃO PONTO DE PARTIDA

ID	**04**
Designação	**BOIDOBRA (PONTE PEDRINHA)**
Concelho	Covilhã
Freguesia	Boidobra / Ferro / Tortosendo
Local	Rua Quinta da Raposa
Coord. Geogr. (formato DMS)	40º14'10.248"N 7º29'26.822"W (Parque de Campismo do Tortosendo)

Ponto partida trabalho de campo Localização cotas identificadas

LINHA DE ÁGUA

Designação	Rio Zêzere
Caracterização[12]	Em estado natural
Tipo[13]	Permanente
Área envolvente[14]	Rural (Agrícola)

Rio Zêzere

OCORRÊNCIA DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Registo Histórico	**X**	Data: 07 de dezembro de 2000	Causa: Precipitação intensa
Registo Epigráfico	**X**	Qual: Vestígios nas margens	Cota identificada: 404.14 metros

[12] Em estado natural, Limitada lateralmente ou Confinada

[13] Permanente ou Sazonal

[14] Rural (Agrícola ou Florestal), Periurbana ou Urbana (Residencial ou Industrial)

CONDIÇÕES DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Constrangimentos	Alteração das cotas naturais	☐	Estrangulamento da secção de vazão	☐
	Áreas impermeabilizadas	☐	Falta de limpeza da linha de água	☐
	Outro	☐	Qual: _____	

MITIGAÇÃO DO EFEITO DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Elementos construídos	Canal de desvio	☐	Elevação das estruturas (aterro)	☐
	Dique transversal (açude)	☐	Galeria florestal na orla do rio	☐
	Dique longitudinal (talude)	☐	Bacia de retenção ou Reservatório	☐
	Outro	☐	Qual: _____	

REGISTO

Testemunho de populares/pessoas conhecedoras do território

No Restaurante 1.º de Maio, localizado próximo do local, foi possível encontrar uma fotografia das cheias de 2000. Nessa fotografia, datada de 07 de dezembro de 2000, é possível observar que o nível da água atingiu a parte inferior da plataforma da ponte, cuja cota identificada (plataforma da margem esquerda do rio) é de 404.14 metros, não atingindo a cota do Parque de Campismo do Tortosendo localizado a nascente.

No entanto, foi também possível comprovar que o terreno agrícola situado na margem direita do rio constitui uma zona inundável, tendo sido identificada a cota de 403.69 metros e, mais a poente, ainda a cota de 403.67 metros.

Fotografias do local

Versão para Discussão Pública

Rio Zêzere

Terreno agrícola inundável na margem direita do Rio Zêzere

Evidências de cheia na margem esquerda do Rio Zêzere

Evidências de cheia na margem direita do Rio Zêzere

Fotografia exposta no Restaurante 1.º de Maio (12.7.00)

Fotografia (s/ data) retirada do site https://pj1966.wixsite.com/cidadedacovilha/blank-enerm

IDENTIFICAÇÃO PONTO DE PARTIDA

ID	**05**
Designação	**FERRO**
Concelho	Covilhã
Freguesia	Ferro
Local	Rua da Avessada (aprox.)
Coord. Geogr. (formato DMS)	40º14'43.08"N 7º28'33.989"W (portão da quinta)

Ponto partida trabalho de campo Localização cotas identificadas

LINHA DE ÁGUA

Designação	Rio Zêzere
Caracterização[15]	Em estado natural
Tipo[16]	Permanente
Área envolvente[17]	Rural (Agrícola)

Rio Zêzere

OCORRÊNCIA DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Registo Histórico	**X**	Data: Há cerca de 50 anos	Causa: Precipitação intensa
Registo Epigráfico	**X**	Qual: Vestígios nas margens	Cota identificada: 409.44 m / 405.42 m

[15] Em estado natural, Limitada lateralmente ou Confinada

[16] Permanente ou Sazonal

[17] Rural (Agrícola ou Florestal), Periurbana ou Urbana (Residencial ou Industrial)

CONDIÇÕES DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Constrangimentos	Alteração das cotas naturais	☐	Estrangulamento da secção de vazão	☐
	Áreas impermeabilizadas	☐	Falta de limpeza da linha de água	☐
	Outro	☐	Qual: _____	

MITIGAÇÃO DO EFEITO DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Elementos construídos	Canal de desvio	☐	Elevação das estruturas (aterro)	☐
	Dique transversal (açude)	☐	Galeria florestal na orla do rio	☐
	Dique longitudinal (talude)	☐	Bacia de retenção ou Reservatório	☐
	Outro	☐	Qual: _____	

REGISTO

Testemunho de populares/pessoas conhecedoras do território

A Senhora Maria Estela, filha dos proprietários da quinta localizada na margem esquerda do Rio Zêzere, identificou dois locais onde a cheia terá chegado em dois momentos distintos. A testemunhante recordou que, há cerca de 50 anos, a água do rio aproximou-se da habitação, cuja cota identificada é de 409.44 metros. Mais recentemente, em dezembro de 2022, a água terá atingido a cota 405.21 metros, cujos vestígios são ainda visíveis no terreno.

Na margem direita do Rio Zêzere são também visíveis os vestígios da última cheia (dezembro de 2022), nomeadamente árvores de pequeno porte derrubadas e detritos presos nos ramos, sendo a cota máxima identificada de 405.42 metros.

Fotografias do local

Evidências de cheia na margem direita do Rio Zêzere

Recolha de testemunho no local

Medição da cota identificada pela testemunha na margem esquerda do Rio Zêzere

Evidências de cheia na margem esquerda do Rio Zêzere

IDENTIFICAÇÃO PONTO DE PARTIDA

ID	**06**
Designação	**PESO**
Concelho	Covilhã
Freguesia	Uf de Peso e Vales do Rio
Local	Rua da Atofana (aprox.)
Coord. Geogr. (formato DMS)	40º11'27.442"N 7º33'36.126"W (Ponte Carlos Pinto)

Ponto partida trabalho de campo Localização cotas identificadas

LINHA DE ÁGUA

Designação	Rio Zêzere
Caracterização[18]	Em estado natural
Tipo[19]	Permanente
Área envolvente[20]	Rural (Agrícola)

Rio Zêzere

OCORRÊNCIA DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Registo Histórico		Data: _____	Causa: Precipitação intensa
Registo Epigráfico	X	Qual: Vestígios nas margens	Cota identificada: 389.61 metros

[18] Em estado natural, Limitada lateralmente ou Confinada

[19] Permanente ou Sazonal

[20] Rural (Agrícola ou Florestal), Periurbana ou Urbana (Residencial ou Industrial)

CONDIÇÕES DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Constrangimentos	Alteração das cotas naturais		Estrangulamento da secção de vazão	
	Áreas impermeabilizadas		Falta de limpeza da linha de água	
	Outro		Qual: _____	

MITIGAÇÃO DO EFEITO DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Elementos construídos	Canal de desvio	X	Elevação das estruturas (aterro)	
	Dique transversal (açude)		Galeria florestal na orla do rio	
	Dique longitudinal (talude)		Bacia de retenção ou Reservatório	
	Outro		Qual: _____	

REGISTO

Testemunho de populares/pessoas conhecedoras do território

Não foi possível obter testemunhos no local.

A Ponte Carlos Pinto foi construída em 2003, não havendo registos nem vestígios de qualquer cheia no local.

A observação dos indícios da cheia de dezembro de 2022 (areia nas margens, vegetação derrubada e detritos presos nos ramos) permitiu identificar a cota 388.96, situando-se os terrenos agrícolas envolventes na cota 390.97 metros.

A montante, num ponto de alargamento do Rio Zêzere, evidências na margem direita relativas à cheia mais recente (dezembro de 2022) permitiram identificar a cota 389.61 metros.

Versão para Discussão Pública

Fotografias do local

Evidências da cheia de dezembro de 2022 na envolvente da Ponte Carlos Pinto

Evidências da cheia de dezembro de 2022 a montante da Ponte Carlos Pinto

Medição da cota identificada pelas evidências da cheia de dezembro de 2022

Propo

IDENTIFICAÇÃO PONTO DE PARTIDA

ID	**07**
Designação	**PAUL**
Concelho	Covilhã
Freguesia	Paul
Local	Rua da Ponte
Coord. Geogr. (formato DMS)	40º12'12.424"N 7º38'21.066"W (ponte sobre a Ribeira do Paul)

Ponto partida trabalho de campo Localização cotas identificadas

LINHA DE ÁGUA

Designação	Ribeira do Paul
Caracterização[21]	Limitada lateralmente
Tipo[22]	Permanente
Área envolvente[23]	Urbana (Residencial)

Ribeira do Paul

OCORRÊNCIA DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Registo Histórico	**X**	Data: 12 de dezembro de 2022	Causa: Precipitação intensa

[21] Em estado natural, Limitada lateralmente ou Confinada

[22] Permanente ou Sazonal

[23] Rural (Agrícola ou Florestal), Periurbana ou Urbana (Residencial ou Industrial)

Registo Epigráfico		Qual: _____	Cota identificada: 450.75 metros

CONDIÇÕES DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Constrangimentos	Alteração das cotas naturais		Estrangulamento da secção de vazão	
	Áreas impermeabilizadas		Falta de limpeza da linha de água	
	Outro	X	Qual: Abertura das comportas a montante	

MITIGAÇÃO DO EFEITO DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Elementos construídos	Canal de desvio	X	Elevação das estruturas (aterro)	
	Dique transversal (açude)	X	Galeria florestal na orla do rio	
	Dique longitudinal (talude)		Bacia de retenção ou Reservatório	
	Outro		Qual: _____	

REGISTO

Testemunho de populares/pessoas conhecedoras do território

O Senhor António Emílio Lopes, residente na margem direita da Ribeira do Paul, junto à ponte, identificou o nível atingido pelas águas da ribeira no dia 12 de dezembro de 2022. Para o efeito, partilhou um vídeo que o mesmo realizou, tendo sido identificada a cota de 450.75 metros.

O testemunhante referiu, ainda, que conta o número de pedras visíveis dos talha-mares da ponte para perceber se a água poderá entrar em casa, ou seja, quando a água atinge a linha superior da sétima pedra, na junção dos ângulos da estrutura. No entanto, não se recorda de a água ter entrado na sua habitação, sendo que o nível sobe invariavelmente quando as comportas a montante são abertas.

No local existe um açude e um canal de desvio das águas da ribeira a sudoeste da ponte.

Fotografias do local

Versão para discussão pública

Extrato do vídeo partilhado pela testemunha, comprovativo do nível atingido pela água no dia 12 de dezembro de 2022

Canal de rega, que poderá ter a função de desvio das águas da Ribeira do Paul em caso de cheia

Açude na Ribeira do Paul

Medição da cota identificada pela testemunha na ponte sobre a Ribeira do Paul

IDENTIFICAÇÃO PONTO DE PARTIDA

ID	**08**
Designação	**PAUL (ESCOLA BÁSICA)**
Concelho	Covilhã
Freguesia	Paul
Local	Rua das Escolas
Coord. Geogr. (formato DMS)	40º12'17.867"N 7º38'26.675"W (Escola Básica de Paul)

Ponto partida trabalho de campo Localização cotas identificadas

LINHA DE ÁGUA

Designação	Ribeira da Erada
Caracterização[24]	Em estado natural
Tipo[25]	Permanente
Área envolvente[26]	Rural (Florestal)

Ribeira da Erada

OCORRÊNCIA DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Registo Histórico ☐ Data: _____ Causa: Precipitação intensa

[24] Em estado natural, Limitada lateralmente ou Confinada

[25] Permanente ou Sazonal

[26] Rural (Agrícola ou Florestal), Periurbana ou Urbana (Residencial ou Industrial)

Registo Epigráfico		Qual: _____	Cota identificada: 455.63 metros

CONDIÇÕES DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Constrangimentos	Alteração das cotas naturais		Estrangulamento da secção de vazão	
	Áreas impermeabilizadas		Falta de limpeza da linha de água	
	Outro		Qual: _____	

MITIGAÇÃO DO EFEITO DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Elementos construídos	Canal de desvio		Elevação das estruturas (aterro)	
	Dique transversal (açude)	X	Galeria florestal na orla do rio	
	Dique longitudinal (talude)		Bacia de retenção ou Reservatório	
	Outro	X	Qual: Murete de vedação da escola	

REGISTO

Testemunho de populares/pessoas conhecedoras do território

A Senhora Engenheira Isabel Matias, uma das primeiras alunas inscritas na Escola Básica de Paul, indicou o ponto máximo atingido pela água da ribeira de que tem memória, cuja cota identificada é de 455.63 metros.

A escola encontra-se vedada por um gradeamento sobre um muro com cerca de 0.70/0.80 metros de altura, impedindo a entrada da água no recinto escolar.

Fotografias do local

Versão para discussão pública

Açude na Ribeira da Erada

Medição da cota identificada pela testemunha na margem esquerda da Ribeira da Erada

Proposta para Discussão Pú

IDENTIFICAÇÃO PONTO DE PARTIDA

ID	**09**
Designação	**OURONDO**
Concelho	Covilhã
Freguesia	UF de Casegas e Ourondo
Local	Estrada de Silvares
Coord. Geogr. (formato DMS)	40º8'25.958"N 7º40'30.212"W (ponte sobre o Rio Zêzere)

Ponto partida trabalho de campo Localização cotas identificadas

LINHA DE ÁGUA

Designação	Rio Zêzere
Caracterização[27]	Em estado natural
Tipo[28]	Permanente
Área envolvente[29]	Rural (Agrícola)

Rio Zêzere

OCORRÊNCIA DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Registo Histórico	**X**	Data: nov./dez. de 2006	Causa: Precipitação intensa

[27] Em estado natural, Limitada lateralmente ou Confinada

[28] Permanente ou Sazonal

[29] Rural (Agrícola ou Florestal), Periurbana ou Urbana (Residencial ou Industrial)

Registo Epigráfico	X	Qual: Marca na ponte	Cota identificada: 376.05 metros

CONDIÇÕES DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Constrangimentos	Alteração das cotas naturais		Estrangulamento da secção de vazão	
	Áreas impermeabilizadas		Falta de limpeza da linha de água	
	Outro		Qual: _____	

MITIGAÇÃO DO EFEITO DE CHEIAS/INUNDAÇÕES

Elementos construídos	Canal de desvio		Elevação das estruturas (aterro)	
	Dique transversal (açude)		Galeria florestal na orla do rio	
	Dique longitudinal (talude)		Bacia de retenção ou Reservatório	
	Outro		Qual: _____	

REGISTO

Testemunho de populares/pessoas conhecedoras do território

O Senhor Fernando, residente no local, referiu que, em novembro ou dezembro de 2006, os Serviços de Castelo Branco marcaram um dos pilares da ponte sobre o Rio Zêzere com o nível atingido pela água da cheia nesse ano, cuja cota identificada é de 376.05 metros. O testemunhante garantiu, ainda, que aquela terá sido a cota máxima atingida, desde sempre, pelas águas, provocando a inundação de uma edificação e do galinheiro, cuja cota identificada é de 375.06 metros (1 metro abaixo da cota da marca na ponte).

Na margem direita do Rio Zêzere existem também evidências da subida das águas em dezembro de 2022, nomeadamente vegetação derrubada, detritos presos nos ramos e movimentação de areias, atingindo uma cota (não identificada) consideravelmente inferior à registada no pilar da ponte.

Fotografias do local

Versão para discussão pública

Evidências de subida das águas na margem direita do Rio Zêzere (dezembro de 2022)

Marca na ponte sobre o Rio Zêzere (11.06)

Medição da cota da marca na ponte sobre o Rio Zêzere

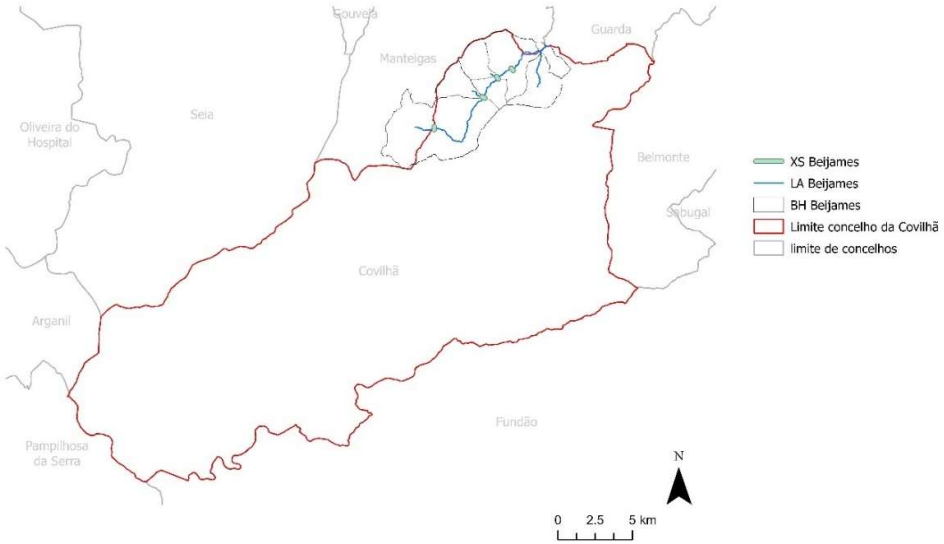
Marca na ponte sobre o Rio Zêzere

Área atingida pela cheia de 2006

Anexo II – Secções de avaliação de caudal de pico de cheia para dimensionamento das ZAC

Proposta para Discussão Pública

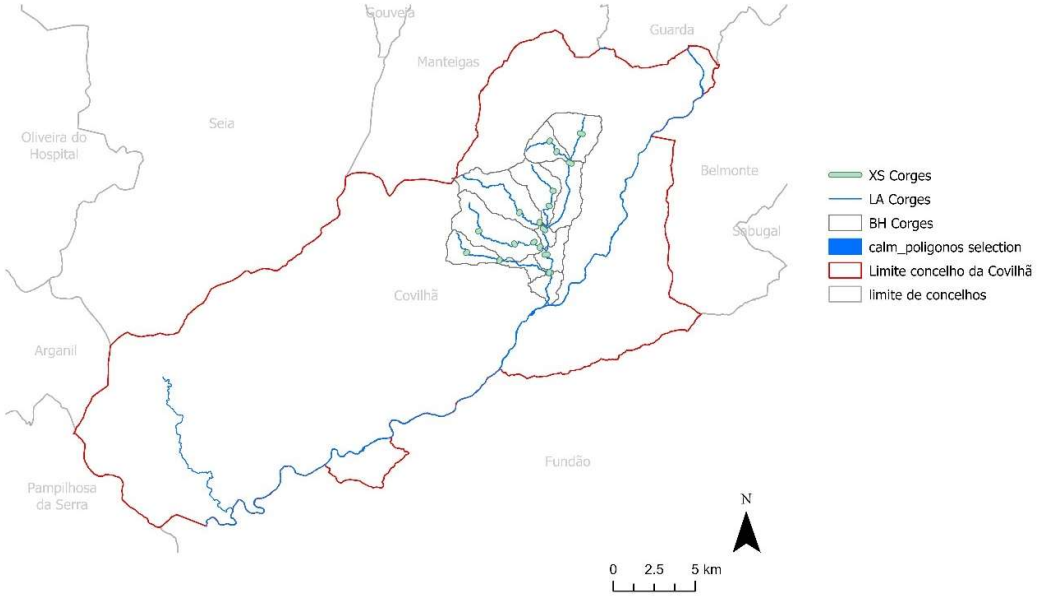
Rio Beijames



River	Reach	River Stat	Qp (m3/s/km2)	Area (km2)	QT (m3/s)	MinChEl (m)	W,S,Elev (m)	CritW,S, (m)	E,G,Elev (m)	E,G,Slope (m/m)	VelChnl (m/s)	FlowArea (m2)	TopWidth (m)	Froude#Chl
rio de Beijames	**Reach 1**	10500	4,99	9,3	46	1089,92	1091,36	1091,36	1091,79	0,009528	2,88	15,96	18,88	1
rio de Beijames	**Reach 1**	4300	4,99	30,2	151	583,15	585,65	585,65	586,33	0,008383	3,66	41,23	30,57	1,01
rio de Beijames	**Reach 1**	2600	4,99	38	189	555,42	558,37		558,52	0,001733	1,73	108,97	77,63	0,47
rio de Beijames	**Reach 1**	1400	4,99	41	205	541,14	544,17		544,31	0,001716	1,7	120,67	88,13	0,46
ribSarzedo	**ribSarzedo**	500	4,99	3,0	17	564,65	565,87	565,87	566,18	0,010821	2,46	6,92	11,19	1
ribCova	**ribCova**	1000	4,99	4,0	20	638,31	640,02	640,02	640,47	0,010494	2,99	6,68	7,32	1
beijamesME01	**beijamesME01**	2511	4,99	2,9	14	728,95	729,92	729,92	730,19	0,01116	2,29	6,11	11,44	1

Proposta para Discussão Pública

Rio Corges



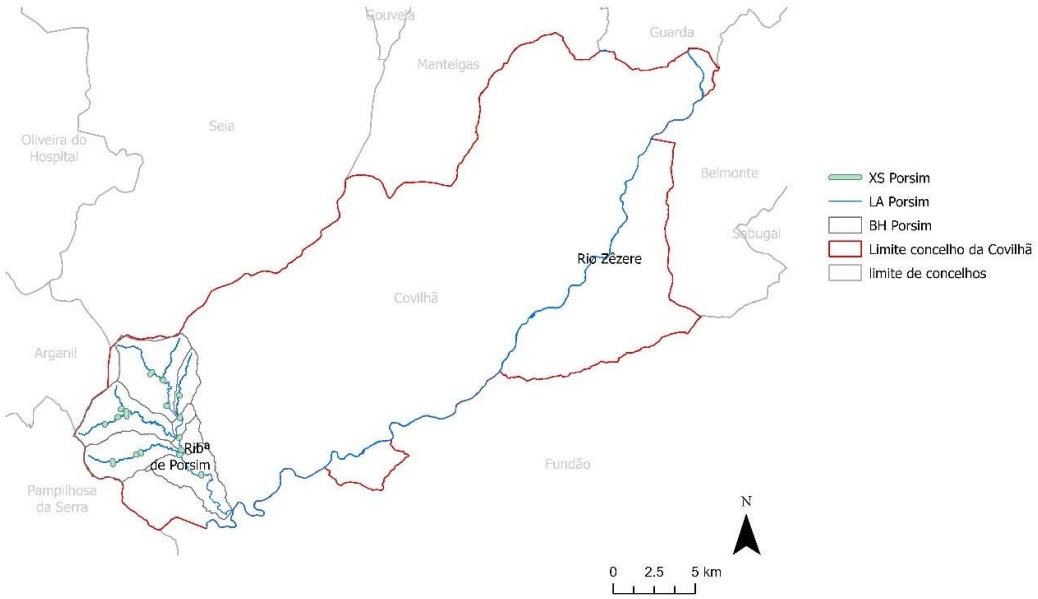
River	Reach	River Stat	Qp (m3/s/km2)	Area (km2)	QT (m3/s)	MinChEl (m)	W,S,Elev (m)	CritW,S, (m)	E,G,Elev (m)	E,G,Slope (m/m)	VelChnl (m/s)	FlowArea (m2)	TopWidth (m)	Froude#Chl
ribMogo	Reach 3	2825	5,10	1,6	8	541,85	542,6	542,6	542,79	0,054798	1,95	4,1	10,82	1,01
ribMogo	Reach 3	1850	5,10	5,0	26	489,69	491,01		491,23	0,008831	2,1	12,39	16,9	0,78
ribGoldra	Reach 5	5650	5,10	2,0	10	810,88	811,61	811,61	811,81	0,136759	2,02	4,94	12,11	1,01
ribGoldra	Reach 5	3450	5,10	3,0	15	559,23	561,09		561,22	0,001661	1,59	9,46	8,94	0,49
ribCorges	Reach 1	12350	5,10	2,2	11	627,34	628,3	628,3	628,58	0,126812	2,35	4,67	8,41	1,01
ribCorges	Reach 1	10300	5,10	7,1	56	538,56	540,56	540,56	541,02	0,015771	3,01	18,63	20,64	1,01
ribCorges	Reach 1	5400	5,10	34,2	175	444,91	446,82	446,75	447,35	0,001345	3,22	54,27	44,15	0,93
ribCorges	Reach 1	3700	5,10	48,8	249	429,56	432,13		432,27	0,005744	1,65	151,15	127,95	0,48
ribCorges	Reach 1	2250	5,10	56,2	288	419,44	423,57		423,71	0,003224	1,65	174,47	115,68	0,43
ribCarpinteira	Reach 10	5250	5,10	3,7	19	767,08	768,43	768,43	768,82	0,11416	2,77	6,86	8,77	1

Proposta para Consulta Pública

River	Reach	River Stat	Qp (m3/s/km2)	Area (km2)	QT (m3/s)	MinChEl (m)	W,S,Elev (m)	CritW,S, (m)	E,G,Elev (m)	E,G,Slope (m/m)	VelChnl (m/s)	FlowArea (m2)	TopWidth (m)	Froude#Chl
ribCarpinteira	Reach 10	2450	5,10	8,4	43	473,59	475,22	475,22	475,65	0,009659	2,88	14,92	17,69	1
ribCarpinteira	Reach 10	950	5,10	10,6	54	438,59	440,36	440,36	440,73	0,010029	2,69	20,1	27,33	1
ribCarpinteira	Reach 10	450	5,10	11,9	61	434,62	435,96		436,03	0,002723	1,24	49,34	82,26	0,51
ribBoidobra	Reach 6	2550	5,10	1,9	10	444,45	445,41		445,44	0,012299	0,82	12,18	18,98	0,33
ribBoidobra	Reach 6	1300	5,10	7,1	36	424,76	425,94		426	0,015711	1,02	35,37	56,11	0,41
ribAzenha	Reach 2	2000	5,10	1,8	9	672,32	673,37		673,57	0,069016	1,98	4,55	6,51	0,76
ribAzenha	Reach 2	1150	5,10	3,6	18	604,2	605,28	605,23	605,56	0,096209	2,34	7,71	11,55	0,91
ribAldCarvalho	Reach 4	2300	5,10	7,1	36	561,5	563,17	562,98	563,48	0,0599	2,44	14,78	14,42	0,77
ribAldCarvalho	Reach 4	500	5,10	10,3	53	452,92	455,22		455,33	0,009418	1,47	36,02	33,4	0,45
ribAguaAlta	Reach 7	3450	5,10	1,5	7	706,47	707,21	707,19	707,41	0,122983	2,02	3,46	7,7	0,97
MDBoidobra	Reach 8	1000	5,10	3,7	19	435,99	436,48	436,48	436,63	0,01382	1,69	11,25	39,66	1,01

Proposta para Discussão Pública

Ribeira de Porsim



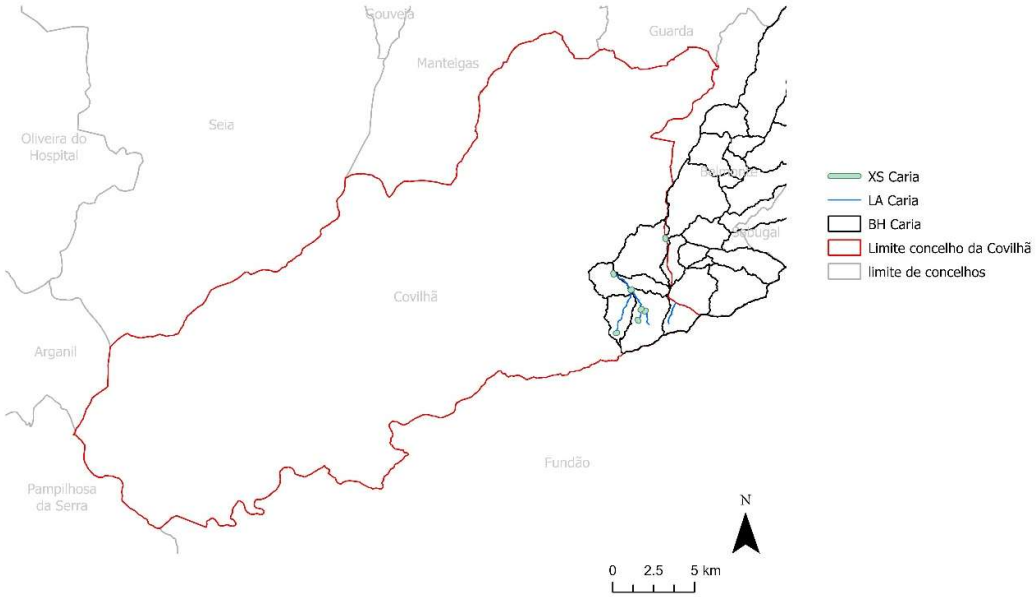
River	Reach	River Stat	Qp (m3/s/km2)	Area (km2)	QT (m3/s)	MinChEl (m)	W,S,Elev (m)	CritW,S, (m)	E,G,Elev (m)	E,G,Slope (m/m)	VelChnl (m/s)	FlowArea (m2)	TopWidth (m)	Froude#Chl
ribPorsim	ribPorsim	14077	4,51	10	45	553,01	555,02	555,02	555,5	0,0163	3,07	14,66	15,26	1
ribPorsim	ribPorsim	11400	4,51	15,3	69	501,06	503,24		503,55	0,014	2,46	28,01	31,01	0,83
ribPorsim	ribPorsim	10250	4,51	19,9	90	484,96	487,32		487,64	0,0068	2,52	35,75	25,33	0,68
ribPorsim	ribPorsim	8450	4,51	34,8	157	466,37	468,51	468,21	468,74	0,0106	2,14	73,46	70,46	0,67
ribPorsim	ribPorsim	7600	4,51	36,4	161	457,59	461,18		461,37	0,0161	1,93	83,41	43,68	0,45
ribPorsim	ribPorsim	7250	4,51	47,6	214	453,36	456,04	456,04	456,92	0,0138	4,14	51,72	30,03	1,01
ribPorsim	ribPorsim	5100	4,51	53,4	241	420,05	427		427,13	0,0043	1,6	150,81	36,46	0,25
ribMalhada	ribMalhada	1600	4,51	2,7	12	555,31	556,1	555,97	556,22	0,0373	1,54	7,81	15,22	0,68
ribCerdeira	ribCerdeira	7482	4,51	2,7	12	704,85	705,91	705,91	706,25	0,0198	2,55	4,71	7,24	1,01
ribCerdeira	ribCerdeira	6311	4,51	5,3	24	617,34	618,28	618,28	618,52	0,0121	2,15	11,15	23,75	1

Propiedad Pública

River	Reach	River Stat	Qp (m3/s/km2)	Area (km2)	QT (m3/s)	MinChEl (m)	W,S,Elev (m)	CritW,S, (m)	E,G,Elev (m)	E,G,Slope (m/m)	VelChnl (m/s)	FlowArea (m2)	TopWidth (m)	Froude#Chl
ribCerdeira	ribCerdeira	5573	4,51	7,9	36	592,95	594,37	594,37	594,71	0,0183	2,57	14,01	20,86	1
ribCebolas	ribCebolas	5390	4,51	3,4	15	636,47	637,9	637,9	638,11	0,0227	2,02	7,44	19,03	1,03
ribCebolas	ribCebolas	3631	4,51	7,5	15	567,9	569,29	569,29	569,66	0,0193	2,69	5,58	7,64	1
ribCebolas	ribCebolas	3300	4,51	8,4	38	560,3	562,36		562,52	0,0298	1,8	21,1	19,46	0,55
ME01Cerdeira	ME01Cerdeira	450	4,51	2,1	10	624,33	625,53		625,64	0,042	1,51	6,6	10,06	0,6
MD01Porsim	MD01Porsim	922	4,51	5,1	23	582,21	583,9		583,96	0,0075	1,14	20,1	21,59	0,38
MD01Porsim	MD01Porsim	20	4,51	10,0	45	554,84	556,35	556,35	556,93	0,0113	3,38	13,33	11,49	1

Proposta para Discussão Pública

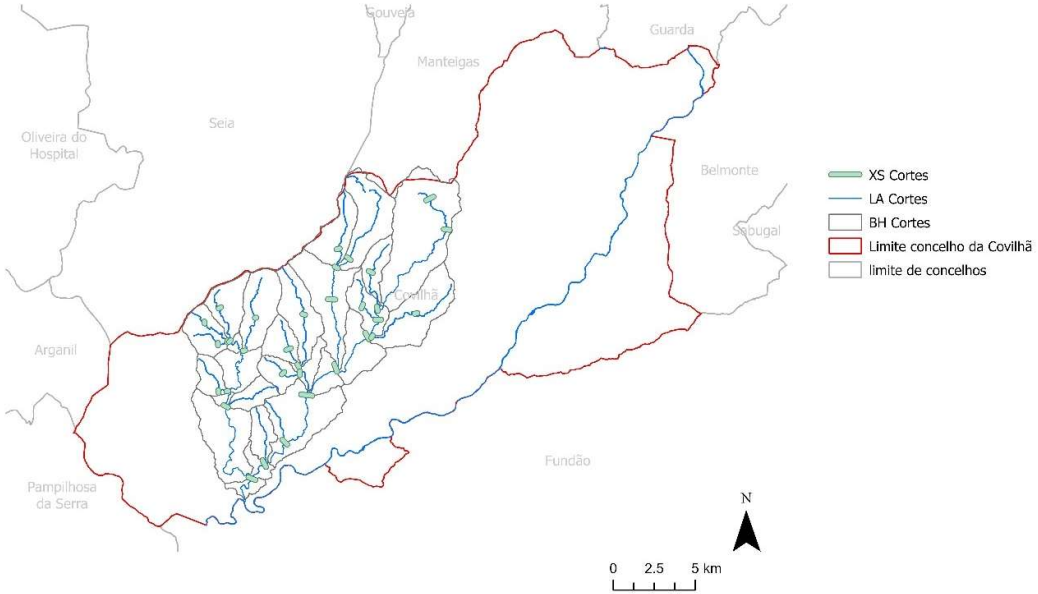
Rio Caria



River	Reach	River Stat	Qp (m3/s/km2)	Area (km2)	QT (m3/s)	MinChEl (m)	W,S,Elev (m)	CritW,S, (m)	E,G,Elev (m)	E,G,Slope (m/m)	VelChnl (m/s)	FlowArea (m2)	TopWidth (m)	Froude#Chl
River 2	Reach 4	2900	2,28	2,4	6	527,41	527,76	527,76	527,88	0,039555	1,56	3,85	15,66	1
ribPontinha	Reach 2	3500	2,28	2,7	6	453,39	453,66	453,66	453,74	0,016348	1,28	4,67	28,21	1,01
ribPontinha	Reach 2	3200	2,28	5,3	13	448,96	449,4	449,4	449,52	0,014824	1,51	8,59	37,67	1,01
ribPontinha	Reach 2	1700	2,28	11,3	27	430,81	431,52	431,43	431,62	0,006643	1,38	19,55	53,89	0,73
Caria	Reach 1	6590	2,28	216,8	516	427,96	432,37		432,47	0,001406	1,43	360,45	212,86	0,3
Caria	Reach 1	1900	2,28	240,0	571	416,14	421,25		421,32	0,000733	1,21	495,71	208,82	0,21

Propiedad Pública

Ribeira de Cortes



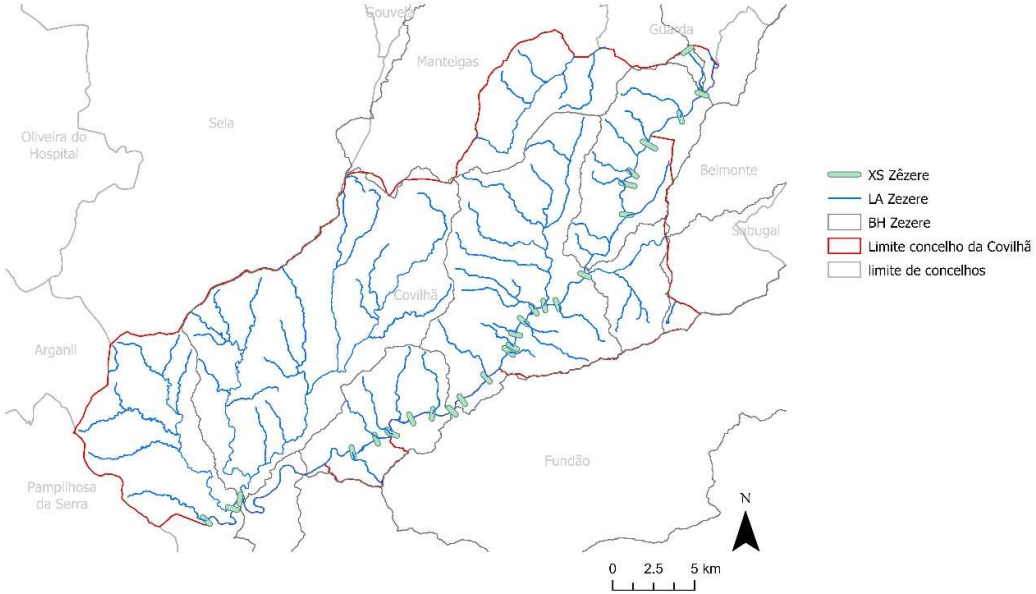
River	Reach	River Stat	Qp (m3/s/km2)	Area (km2)	QT (m3/s)	MinChEl (m)	W,S,Elev (m)	CritW,S, (m)	E,G,Elev (m)	E,G,Slope (m/m)	VelChnl (m/s)	FlowArea (m2)	TopWidth (m)	Froude#Chl
ribTrigais	Reach 4	4082	5,79	1,8	11	637,14	638,17	638,17	638,51	0,019742	2,59	4,25	6,24	1
ribTrigais	Reach 4	1734	5,79	5,8	34	547,98	550,05		550,41	0,069032	2,66	12,78	11,65	0,81
ribTrigais	Reach 4	1575	5,79	5,8	34	540,91	543,61		543,66	0,004838	0,99	34,36	19,04	0,24
ribRabaca	Reach 3	2516	5,79	5,8	34	597,65	599,46	599,46	600	0,106164	3,25	10,45	9,72	1
ribNaveAreia	Reach 18	3879	3,34	3,9	13	1493,45	1494,56	1494,56	1494,86	0,019959	2,41	5,39	9,26	1,01
ribNaveAreia	Reach 18	1282	3,34	3,9	13	1188,13	1189,04	1189,04	1189,3	0,098964	2,29	5,68	10,86	1,01
ribMonteiro	Reach 6	2576	5,79	7,8	45	654,04	656,42	656,42	657,09	0,016858	3,64	12,35	9,13	1
ribMonteiro	Reach 6	1250	5,79	11,0	63	581,52	584,17		584,23	0,005035	1,01	62,08	35,74	0,25
ribMo	Reach 7	657	5,79	2,0	12	590,63	591,85		592,01	0,009754	1,75	6,87	11,16	0,71
ribLobos	Reach 5	13256	5,79	22,0	127	513,09	514,34	514,34	514,86	0,099593	3,19	39,76	38,69	1,01

Propriedade Pública

ribLobos	**Reach 5**	8762	5,79	30,9	179	447,3	451,34		451,56	0,01147	2,09	85,55	29,14	0,39
ribLobos	**Reach 5**	7550	5,79	37,6	197	433,57	438,14		438,45	0,017988	2,47	79,71	29,6	0,48
ribEstrela	**Reach 17**	1326	3,24	6,8	22	884,76	886,39		886,75	0,077771	2,65	8,29	8,16	0,84
ribErada	**Reach 12**	6033	3,24	4,4	14	604,79	605,87	605,87	606,24	0,010794	2,7	5,18	7,06	1,01
ribErada	**Reach 12**	2313	3,24	13,7	44	480,3	482,33	482,33	482,86	0,009613	3,21	13,7	13,07	1
ribErada	**Reach 12**	1782	3,24	17,4	56	473,17	475,35	475,35	475,73	0,010218	2,7	20,7	28,15	1,01
ribCovais	**Reach 9**	4382	3,24	5,6	18	621,45	622,49	622,49	622,76	0,019796	2,34	7,7	14,07	1,01
ribCovais	**Reach 9**	206	3,24	12,3	40	515,21	516,61		516,71	0,024049	1,36	29,32	35,41	0,48
ribCortes	**Reach 1**	24719	3,24	10,5	34	1017,1	1018,91	1018,91	1019,51	0,007873	3,43	9,91	8,25	1
ribCortes	**Reach 1**	18247	3,24	30,3	98	537,09	539,33		539,46	0,011841	1,6	61,37	34,72	0,38
ribCortes	**Reach 1**	17368	3,24	33,7	109	525,24	527,11	527,11	527,83	0,008214	3,76	28,96	20,09	1
ribCortes	**Reach 1**	15997	3,24	47,3	153	508,04	512,54		512,61	0,006683	1,2	127,94	71,12	0,28
ribCortes	**Reach 1**	12628	3,24	85,2	276	479,61	484,1		484,25	0,005562	1,73	159,79	75,03	0,38
ribCortes	**Reach 1**	10064	3,24	109,6	355	443,16	447,64		447,82	0,007862	1,91	185,73	162,61	0,57
ribCortes	**Reach 1**	6050	3,24	121,3	392	402,65	407,46		407,57	0,003737	1,48	265,46	110,18	0,3
ribCortes	**Reach 1**	3692	3,24	127,8	413	386,65	390,64		390,8	0,002736	1,79	230,91	132,11	0,43
ribCortes	**Reach 1**	2334	3,24	176,5	571	379,72	384,36		384,57	0,007391	2	285,61	123,49	0,42
ribCaldeirao	**Reach 10**	2958	3,24	2,1	7	845,58	846,46	846,44	846,71	0,118092	2,22	3,16	5,78	0,96
ribAlforfa	**Reach 19**	10879	3,24	5,3	17	1237,14	1238,27	1238,27	1238,56	0,120101	2,41	7,07	12	1
ribAlforfa	**Reach 19**	6772	3,24	18,7	61	729,34	730,91	730,91	731,44	0,016396	3,23	18,87	18	1,01
ribAlforfa	**Reach 19**	4617	3,24	25,2	82	617,76	619,74	619,32	619,96	0,028886	2,08	39,52	33,64	0,61
MDLobos	**Reach 8**	623	3,24	3,2	10	484,53	485,26		485,38	0,031441	1,5	6,67	13,23	0,67
EradaMD02	**Reach 14**	1222	3,24	2,2	6	504,55	505,12	505,12	505,29	0,013245	1,8	3,33	10,3	1,01
EradaMD01	**Reach 13**	1254	3,24	1,7	7	514,83	515,47	515,42	515,63	0,015846	1,8	3,88	8,82	0,87
CortesMD00	**Reach 11**	1367	3,24	2,0	7	588,97	589,63	589,6	589,77	0,109016	1,66	4,22	11,78	0,88

Proposta para Discussão Pública

Rio Zêzere



River	Reach	Confluência	River Stat	Qp (m3/s/km2)	Area (km2)	QT (m3/s)	MinChEl (m)	W,S,Elev (m)	E,G,Elev (m)	E,G,Slope (m/m)	VelChnl (m/s)	FlowArea (m2)	TopWidth (m)	Froude#Chl
River 1	Reach 1		55300	3,92	182,8	716	473,71	476,87	477,28	0,00	2,84	251,8	144,97	0,69
River 1	Reach 1	rib Gaia	52200	2,34	298,3	698	456,14	460,82	460,92	0,000954	1,38	507,62	328,76	0,35
River 1	Reach 1	rib aldeia souto	50100	2,34	309,5	724	451,28	454,83	454,93	0,0016	1,43	522,18	392,9	0,36
River 1	Reach 1	rib do poulo	47200	2,34	320,4	749	441,43	444,1	444,13	0,001865	0,52	964,78	600,84	0,17
River 1	Reach 1	rib gravancinha	45000	2,34	331,2	775	435,83	438,57	438,75	0,003186	1,86	416,19	376,61	0,57
River 1	Reach 1	rib mourata	44100	2,34	335,8	785	432,38	436,38	436,46	0,001265	1,27	633,38	419,21	0,33
River 1	Reach 1	rib serra esperança	41907	2,34	348,0	814	425,54	429,68	429,74	0,001843	1,06	798,91	654,24	0,27
River 1	Reach 1	rib Pontinha	36800	1,81	602,7	1094	413,65	419,35	419,42	0,002148	1,22	900,32	250,33	0,2
River 1	Reach 1	rib minho	34000	1,81	615,3	1117	405,12	412,19	412,36	0,003054	1,81	617,79	387,7	0,46
River 1	Reach 1	rib corges	33200	1,81	676,2	1227	404,15	409,83	409,94	0,001313	1,47	831,87	399,39	0,33

River	Reach	Confluência	River Stat	Qp (m3/s/km2)	Area (km2)	QT (m3/s)	MinChEl (m)	W,S,Elev (m)	E,G,Elev (m)	E,G,Slope (m/m)	VelChnl (m/s)	FlowArea (m2)	TopWidth (m)	Froude#Chl
River 1	Reach 1	rib boidobra	32500	1,81	688,5	1249	403	408,58	408,63	0,000349	0,97	1331,91	586,75	0,19
River 1	Reach 1	ME01	31500	1,81	698,5	1268	400,4	407,49	407,57	0,00064	1,2	1059,4	508,56	0,26
River 1	Reach 1	MD01	30500	1,81	702,4	1275	399,04	406,22	406,44	0,001239	2,11	604,17	189,32	0,38
River 1	Reach 1	MD02	29700	1,81	709,1	1287	397,88	405,07	405,19	0,001804	1,58	817,69	467,24	0,37
River 1	Reach 1	rib raposa	29211	1,81	713,1	1294	397,52	404,03	404,16	0,001158	1,59	813,61	235,81	0,27
River 1	Reach 1	rib s tiago	27100	1,81	722,1	1310	392,93	399,75	399,95	0,001027	1,94	674,19	223,05	0,36
River 1	Reach 1		25000	1,81	728,0	1321	389,73	396,06	396,08	0,000034	0,31	2107,14	592,27	0,05
River 1	Reach 1	rib meimoa	24000	1,72	1206,9	2077	388,96	395,85	395,89	0,000312	0,87	2481,94	729,55	0,13
River 1	Reach 1	md03	22700	1,72	1211,6	2085	387,99	394,48	394,89	0,001882	2,84	734,1	202,91	0,48
River 1	Reach 1	rib braçal01	21300	1,72	1228,5	2114	387,76	392,83	393	0,001264	1,83	1167,62	440,72	0,35
River 1	Reach 1	MD04	19000	1,72	1235,9	2127	383,21	391,27	391,51	0,002646	2,19	995,59	397,89	0,41
River 1	Reach 1	MD05	17900	1,72	1240,1	2134	381,3	389,96	390,08	0,00054	1,54	1392,63	516,73	0,29
River 1	Reach 1	ME03	16100	1,72	1247,9	2148	379,75	388,08	388,15	0,000248	1,13	1908,7	549,97	0,19
River 1	Reach 1	rib frada	4300	1,67	1534,0	2568	367,43	379,94	380,02	0,000785	1,29	1993,92	231,12	0,14
River 1	Reach 1	rib cerdeira	3500	1,67	1595,0	2670	365,03	379,16	379,21	0,000428	1,01	2699,81	329,23	0,11
River 1	Reach 1	rib casinhas	288	1,67	1606,9	2689	357,18	374,82	374,89	0,000236	1,18	2283,53	210	0,11
ribCasinhas	Reach 1		5021			9	590,9	591,62	591,62	591,82	0,012492	1,96	4,58	11,89
ribCasinhas	Reach 1		2100			46	441,59	443,16	443,16	443,56	0,009716	2,8	16,41	20,53

Proposta para discussão pública

Anexo III – Registos de precipitação máxima diária anual

Registos de precipitação máxima diária anual em CARIA (12M/01UG), COVILHÃ (12L/03G), SILVARES (13K/02UG) e VALHELHAS (11M/01UG).

Ano hidrológico	CARIA (12M/01UG)	COVILHÃ (12L/03G)	SILVARES (13K/02UG)	VALHELHAS (11M/01UG)
1932/33			67	
1933/34			44	
1934/35				
1935/36			68.4	
1936/37			95.8	
1937/38				
1938/39	51.5		98.2	82
1939/40	39.5	62	87.4	64
1940/41	45	58	60.8	104.6
1941/42	51.6	65		68
1942/43	73.4	62.7	128.8	159.4
1943/44	39	54.5	99	50
1944/45	32	56.5		38
1945/46	65	63.5	63	76
1946/47	40	94.4	95	156
1947/48	58.4	85.6	104	78
1948/49	51.4	74		78.2
1949/50	55.2	121.7	95	104
1950/51	75	70.2	90.6	80
1951/52	70.4	151	100.2	128
1952/53	57.6	116.9	100.8	104.8
1953/54	130.2	89.8		111
1954/55	53.2	61	72	71.1
1955/56	89.2	112	100.8	110.6
1956/57	48.4	47.3	30.8	88
1957/58	55.2	162.5		75
1958/59	72.2	98.3	120.6	50.1
1959/60	63	155	195.9	125.3
1960/61	57	84.8	190	180.8
1961/62	104	103.5	120	100.8
1962/63	53.2	133	90.2	88.7
1963/64	70.2	89.8	73.3	70.6
1964/65	74.3	99.6	70.3	111.6
1965/66	63.4	83.2	45.3	130.7
1966/67	60	70		50.2
1967/68	39.1	92.8	53.6	48.6
1968/69	84	122.3	73.8	97.6
1969/70	57	107.2	71	67.2
1970/71	54	74.9	54.2	96.3

Proposta para Discussão Pública

Ano hidrológico	CARIA (12M/01UG)	COVILHÃ (12L/03G)	SILVARES (13K/02UG)	VALHELHAS (11M/01UG)
1971/72	55	82.5	62.5	95.1
1972/73	45.2	120	69.2	102.3
1973/74	75	116		96.5
1974/75	53.5	46	37.7	55.2
1975/76	40.6	48	30.7	69.8
1976/77	85.6	132	63	64.4
1977/78	95	103.2	41.3	93.1
1978/79	64.5	83.5	55.8	113.8
1979/80	45.6	64.5	62.6	57.2
1980/81	30.5	58	37	47.1
1981/82	61	103	59.7	93.4
1982/83	54.1	71		73.5
1983/84	79.5	103	58.2	103.2
1984/85	24.3	106	59.6	50
1985/86	51.6	89		60
1986/87	33.4	70.5	40.8	90.4
1987/88	31.4	106		56.9
1988/89	77.4	133.6	58.5	80.9
1989/90	75	108	61.1	112
1990/91	83.4	104	79.5	122.3
1991/92	22.8	48.5	39.4	49
1992/93	51	69.8	35.5	59
1993/94	48	88.5	69.5	65.6
1994/95	33	55.6		70.8
1995/96	50		39.6	104.5
1996/97				
1997/98	108	111		
1998/99		61		
1999/00		76		
2000/01	96	135		
2001/02	63.5	65.5		
2002/03		67.5	35.8	76.5
2003/04		106.5	52	51.1
2004/05	55.9	96.7		43
2005/06	39	80.6		84.8
2006/07				
2007/08				
2008/09		41.4		
2009/10				
2010/11				
2011/12				
2012/13				
2013/14				
2014/15				
2015/16	42.4			
2016/17		73.3		
2017/18		63.2		

Proposta para Discussão Pública

Ano hidrológico	CARIA (12M/01UG)	COVILHÃ (12L/03G)	SILVARES (13K/02UG)	VALHELHAS (11M/01UG)
2018/19				
2019/20		34		
2020/21		67.7		

Proposta para Discussão Pública

Anexo IV Características das bacias hidrográficas intermédias do rio Zêzere

			ZEZERE TROCO 01	ZEZERE TROCO 02.01	ZEZERE TROCO 02	ZEZERE TROCO 03.01	ZEZERE TROCO 03.02	ZEZERE TROCO 03.03	ZEZERE TROCO 03
	Indicador	Parâmetro	xs 52100	xs 36700	xs 36700	xs fim	xs fim	xs fim	xs fim
Parâmetros geométricos	A	Área (km2)	187.82	360.26	602.70	728.01	1255.49	1354.28	1606.87
	P	Perímetro (km)	106.80	169.40	202.50	200.95	304.69	323.64	323.29
	L	Comprimento do Eixo da Bacia (km)	22.35	31.71	31.56	42.32	55.03	60.13	62.30
	Cb	Comprimento da Linha de Água Principal (km)	34.59	47.04	50.39	62.84	75.30	84.26	89.51
	Am	Altitude mínima da Linha de Água Principal (m)	456.40	414.19	414.19	390.32	375.80	367.71	357.36
	AM	Altitude máxima da Linha de Água Principal (m)	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31
	S	Declive médio da Linha de Água Principal (%)	2.38	1.84	1.72	1.41	1.20	1.08	1.03
	Sm	Declive médio da bacia (%)	31.16	24.23	19.18	18.77	16.35	16.75	18.24
	Hm	Cota média da Bacia (m)	987.86	817.23	711.08	696.86	638.85	659.23	659.20
	hm	Altura média da Bacia (m)	531.45	403.04	296.89	306.55	263.05	291.52	301.84
	Ff	Fator de Forma	0.38	0.36	0.61	0.41	0.41	0.37	0.41
	Kc	Índice de Gravelius	2.18	2.50	2.31	2.09	2.41	2.46	2.26
	Ic	Índice de circularidade (Miller)	0.21	0.16	0.18	0.23	0.17	0.16	0.19
	Ia	Índice de alongamento (Schumm)	0.39	0.38	0.50	0.41	0.41	0.39	0.41
	Ih	Índice de homogeneidade (Pinchmel)	0.63	0.60	1.02	0.68	0.70	0.63	0.70
	St	Hierarquia de Strahler	4	5	5	6	6	6	6
	Sh	Magnitude de Shreve							
	Cb	Comprimento da Linha de Água Principal (km)	34.59	47.04	50.39	62.84	75.30	84.26	89.51
	Ct	Comprimento total dos cursos de água (km)	159.90	307.98	523.75	644.27	1138.80	1228.51	1461.40
	Am	Altitude mínima da Linha de Água Principal (m)	456.40	414.19	414.19	390.32	375.80	367.71	357.36
	AM	Altitude máxima da Linha de Água Principal (m)	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31
	Dd	Densidade de drenagem (Horton)(km/km2)	0.85	0.85	0.87	0.88	0.91	0.91	0.91
	IT	Índice de Torrencialidade							
Tempo de concentração (hr)									
	Am	Altitude mínima da Linha de Água Principal (m)	456.40	414.19	414.19	390.32	375.80	367.71	357.36
	AM	Altitude máxima da Linha de Água Principal (m)	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31	1279.31
	D	Amplitude altimétrica (m)	822.91	865.12	865.12	888.99	903.51	911.60	921.94
	L	Comprimento do Eixo da Bacia (km)	22.35	31.71	31.56	42.32	55.03	60.13	62.30
	Rr	Relação de relevo (Schumm)(m/m)	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
	Ir	Índice de rugosidade (Melton)	0.70	0.74	0.75	0.79	0.82	0.83	0.84
		Corps Engineers	2.39	3.18	3.39	4.16	4.92	5.47	5.78
		Dooge	5.90	8.04	10.05	11.22	14.43	15.15	16.39
		Giandotti	6.58	8.80	10.44	14.43	19.63	20.03	21.20
		Johnstone	6.92	8.60	9.06	10.62	12.11	13.15	13.72
		Kirpich	4.28	5.99	6.49	8.28	10.14	11.51	12.29
		Pasini	12.91	20.20	25.39	32.06	44.33	49.70	55.02
		Pickering	4.29	5.99	6.49	8.29	10.15	11.52	12.30
		Picking	3.26	4.35	4.66	5.76	6.87	7.66	8.11
		Temez	9.02	11.96	12.77	15.67	18.55	20.61	21.78
		Ven te Chow	5.11	6.76	7.22	8.85	10.47	11.63	12.28
		Ventura	11.28	17.77	23.79	28.81	41.08	44.93	50.16
		Soil Conservation Service	2.93	4.39	5.58	6.67	8.11	8.70	8.59
		Tempo de concentração adotado (hr)	5.96	8.27	9.66	11.86	15.16	16.49	17.68

Intensidade de precipitação (mm/hr)

T	a	b	i(mm/h)	I_{24h}(mm)

Proposta para Discussão Pública

			ZEZERE TROCO 01	ZEZERE TROCO 02.01	ZEZERE TROCO 02	ZEZERE TROCO 03.01	ZEZERE TROCO 03.02	ZEZERE TROCO 03.03	ZEZERE TROCO 03
100		368.22	-0.556	5 a 30 min	154.98				
		356.92	-0.562	30 min a 6 h	143.81				
		215.44	-0.463	6h a 48 h	178.33				
CN II	Curve Number II		79.67	78.29	75.183	75.65	76.45	76.78	77.64
CN III	Curve Number III		90.01	89.24	87.45	87.72	88.19	88.38	88.87
C(CiA)	C – CiA (base)		0.527	0.529	0.527	0.532	0.530	0.530	0.531
C(CiA) afetada	C – CiA (dimensionamento)		0.659	0.661	0.658	0.666	0.662	0.662	0.664
l	Giandotti		0.346	0.277	0.197	0.197	0.100	0.100	0.100
hmax	Giandotti (mm)		88.98	104.07	114.07	135.72	160.07	161.82	166.82
z(Loureiro)			0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
CL(Loureiro)			66.90	66.90	66.90	66.90	66.90	66.90	66.90
Tr	Tempo de resposta (hr)		2.65	4.01	5.08	6.14	7.56	8.14	8.06
tp	Tempo para o pico (hr)		3.08	4.64	5.89	7.07	8.65	9.29	9.18
i(100 anos)	Intensidade de precipitação (mm/hr)		19.66	16.32	14.59	13.45	12.28	11.89	11.96
H	Precipitação total no tc (mm)		57.68	71.60	81.50	89.64	99.60	103.42	102.69
H0	Abstrações iniciais (mm)		5.64	6.12	7.29	7.11	6.80	6.68	6.36
Hu	Altura útil de precipitação (mm)		33.76	44.61	49.77	57.68	67.90	71.92	72.42
k	coeficiente		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Pd(Temez)	Precipitação máxima diária (mm)		178.33	178.33	178.33	178.33	178.33	178.33	178.33
P0(Temez)	Perdas iniciais (mm)		5.64	6.12	7.29	7.11	6.80	6.68	6.36
C(Temez)			0.92	0.91	0.89	0.89	0.90	0.90	0.91
Qp (SCS)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)		427.26	719.83	1057.39	1234.14	2048.32	2177.85	2633.32
qp (SCS)	Caudal unitário (m3/s.km2)		2.27	2.00	1.75	1.70	1.63	1.61	1.64
qp (portaria)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)		526.1	687.62	849.58	918.16	1148.66	1184.99	1271.27
qp (portaria)	Caudal unitário (m3/s.km2)		2.80	1.91	1.41	1.26	0.91	0.87	0.79
Qp(CiA)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)		676.40	1078.87	1608.72	1809.58	2834.97	2961.81	3541.91
qp(CiA)	Caudal unitário (m3/s.km2)		3.60	2.99	2.67	2.49	2.26	2.19	2.20
Qp(Giandotti)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)		879.35	1179.70	1296.80	1348.47	1023.88	1094.14	1264.64
qp(Giandotti)	Caudal unitário (m3/s.km2)		4.68	3.27	2.15	1.85	0.82	0.81	0.79
Qp(Loureiro)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)		476.52	608.36	737.84	792.00	971.59	999.58	1065.78
Qp(Loureiro)	Caudal unitário (m3/s.km2)		2.54	1.69	1.22	1.09	0.77	0.74	0.66
Qp(hidrograma unitário SCS)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)		911.60	978.20	1703.00	2992.00	3206.00	3089.80	3318.00
qp(hidrograma unitário SCS)	Caudal unitário (m3/s.km2)		4.85	2.72	2.83	4.11	2.55	2.28	2.06
Qp(Temez)	Pico de cheia de 100 anos (m3/s)		944.67	1486.97	2163.56	2418.29	3836.50	4018.11	4832.97
qp(Temez)	Caudal unitário (m3/s.km2)		5.03	4.13	3.59	3.32	3.06	2.97	3.01
Qp(usado)	Qp(usado)		735.97	989.15	1416.47	1702.62	2278.29	2330.90	2689.47
qp(usado)	qp(usado)		3.92	2.75	2.35	2.34	1.81	1.72	1.67

Proposta para Discussão Pública