



**RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL DO CONCELHO DE
SOUSEL**

- PROPOSTA DE REVISÃO -

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

DISCUSSÃO PÚBLICA

Sousel, novembro de 2024



FICHA TÉCNICA

Coordenação geral

Eng.º Manuel Valério (Presidente da Câmara Municipal de Sousel)

Apoio Técnico CM de Sousel

Eng.º António Dâmaso (Vereador da Câmara Municipal de Sousel)

Arq.ª Alexandra Fale (Chefe da Divisão de Urbanismo, Ambiente, Qualidade e Intervenção)

Arq.ª Teresa Patrão (Técnica Superior)

Dr. Nuno Fernandes (Técnico Superior)

Diretor Executivo e coordenador técnico

Ricardo Tomé (Geógrafo Físico, Msc.)

Gestão de projeto

Ana Isabel Rodrigues (Geógrafa)

Colaboradores técnicos

Ana Isabel Marques (Jurista)

Bogdan Jaranovic (Geógrafo)

Fernando Cabrita (Geógrafo)

Isabel Moraes Cardoso (Jurista)

Jaime Valle (Jurista)

João Marcelino (Geógrafo)

Mónica Sagreiro (Geógrafa)

Rui Mataloto (Arqueólogo)

Sofia Delgado (Eng.ª Química)

Tiago Sousa (Geógrafo)

ESTRUTURA DO PLANO

VOLUME I

Do âmbito e contexto ao enquadramento territorial e quadro de referência estratégico do PDM

VOLUME II

Do conhecimento biofísico ao ordenamento do território

VOLUME III

Da população à socioeconomia

VOLUME IV

Sistema urbano e linhas estruturantes

VOLUME V

Do conhecimento do Património à sua valorização

VOLUME VI

Do estado do ordenamento do território à estratégia de desenvolvimento

VOLUME VII

Planeamento, ordenamento e desenvolvimento do território - condicionantes

Volume VIII

Planeamento, ordenamento e desenvolvimento do território - ordenamento

VOLUME IX

Regulamento do PDM de Sousel

VOLUME X

Avaliação Ambiental Estratégica. Relatório dos Fatores Críticos para a Decisão

VOLUME XI

Avaliação Ambiental Estratégica. Relatório Ambiental

VOLUME XII

Avaliação Ambiental Estratégica. Resumo Não Técnico

VOLUME XIII

Elementos complementares

ÍNDICE GERAL DO PLANO

VOLUME I. DO ÂMBITO E CONTEXTO AO ENQUADRAMENTO TERRITORIAL E QUADRO DE REFERÊNCIA ESTRATÉGICO DO PDM

PARTE I. DA POLÍTICA DE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO AO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE SOUSEL

I.1. Território, Sociedade e o PDM como Instrumento de Planeamento

I.2. Planeamento e ordenamento do território. Da política nacional ao PDM de Sousel

I.3. O PDM de Sousel. Da Dinâmica ao Procedimento de Revisão

I.4. O PDM de Sousel de 2.ª Geração. Ambição e objetivos da revisão

I.5. Metodologia e estrutura do PDM

PARTE II. DO ENQUADRAMENTO TERRITORIAL AO QUADRO DE REFERÊNCIA

II.1. Enquadramento Territorial

II.2. Quadro de referência estratégico

VOLUME II. DO CONHECIMENTO BIOFÍSICO AO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

PARTE III. SISTEMA BIOFÍSICO E AMBIENTAL

III.1. O conhecimento biofísico e ordenamento do território

III.2. O clima e o PDM de Sousel

III.3. Geomorfologia. Do quadro morfoestrutural aos fenómenos perigosos

III.4. Hidrogeologia

III.5. Hidrografia e hidrologia

III.6. Solos. Famílias e tipos

III.7. Ocupação do solo

III.8. Valores Naturais

III.9. Fenómenos perigosos – Uma Análise Integrada

VOLUME III. DA POPULAÇÃO À SOCIOECONOMIA

PARTE IV. AS PESSOAS E A SOCIOECONOMIA

IV.1. População

IV.2. Base Socioeconómica

VOLUME IV. SISTEMA URBANO E LINHAS ESTRUTURANTES

PARTE V. SISTEMA URBANO E LINHAS ESTRUTURANTES

V.1. Estrutura de povoamento e sistema urbano

V.2. Equipamentos

V.3. Infraestruturas

V.4. Acessibilidades e mobilidade territorial

V.5. O ruído

VOLUME V. DO CONHECIMENTO DO PATRIMÓNIO À SUA VALORIZAÇÃO

PARTE VI. DO CONHECIMENTO DO PATRIMÓNIO À SUA VALORIZAÇÃO

VI.1. Conhecer para valorizar o património

VOLUME VI. DO ESTADO DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO À ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO

PARTE VII. DO ESTADO DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO A UMA ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO

VII.1. Ordenamento do território e desenvolvimento e o PDM de Sousel

VII.2. A auscultação dos atores locais. Um contributo fundamental para o planeamento e desenvolvimento

VII.3. A situação existente e o quadro de fundo para a concretização da estratégia para o desenvolvimento

VII.4. A concretização da estratégia rumo ao desenvolvimento sustentável do concelho

VOLUME VII. PLANEAMENTO, ORDENAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO TERRITÓRIO - CONDICIONANTES

PARTE VIII. PLANEAMENTO, ORDENAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO TERRITÓRIO

VIII.1. As condicionantes ao uso do solo

VOLUME VIII. PLANEAMENTO, ORDENAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO TERRITÓRIO - ORDENAMENTO

VIII.2. Proposta de ordenamento

VIII.3. Compatibilidade e conformidade do PDM revisto com os IGT em vigor

VIII.4. Gestão e operacionalização do PDM de Sousel

VOLUME IX. REGULAMENTO DO PDM DE SOUSEL

PARTE IX. REGULAMENTO DO PDM DE SOUSEL

VOLUME X. AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA. RELATÓRIO DOS FATORES CRÍTICOS PARA A DECISÃO

PARTE X. AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA

X.1. Relatório dos Fatores Críticos para a Decisão

VOLUME XI. AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA. RELATÓRIO AMBIENTAL

X.2. Relatório Ambiental

VOLUME XII. AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA. RESUMO NÃO TÉCNICO

X.3. Resumo Não Técnico

VOLUME XIII. ELEMENTOS COMPLEMENTARES

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA DA RESERVA AGRÍCOLA NACIONAL

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA DA RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL

ÍNDICE

1. Enquadramento legal	12
2. Nota metodológica.....	14
3. As tipologias da REN no concelho de Sousel	16
3.1. A REN nas “Áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre”	16
3.1.1. Cursos de água e respetivos leitos e margens.....	16
3.1.2. Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos	26
3.2. A REN nas “Áreas de prevenção de riscos naturais”	61
3.2.1. Áreas com elevado risco de erosão hídrica do solo	61
3.2.2. Zonas ameaçadas pelas cheias	73
3.2.3. Áreas de instabilidade de vertentes	105
4. A proposta de REN para o concelho de Sousel.....	106
4.1. A REN Bruta	106
4.1. Continuidade com a REN de concelhos envolventes	108
5. A Proposta de Exclusões	111
5.1. Enquadramento e Metodologia	111
5.2. Critérios subjacentes às propostas de exclusão	114
5.3. Quantificação das áreas a excluir da REN	115
6. A REN proposta (final)	121
7. Considerações finais	125
8. Bibliografia de referência.....	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1.1. Tipologias da REN de Sousel, por domínios territoriais.....	15
Figura 3.1.1. Ribeira do Monte dos Bordalinhos afetada por cheias no setor jusante.....	19
Figura 3.1.2. Pormenor da delimitação dos cursos de água e respetivos leitos e margens... 23	
Figura 3.1.3. Linhas de água integradas na REN com troços entubados	24
Figura 3.1.4. Litologia.....	28
Figura 3.1.5. Massas de água subterrâneas no concelho.....	31
Figura 3.1.6. Caudais de furos e caudais máximos de nascentes.....	34
Figura 3.1.7. Vale seco na área do Aquífero Estremoz-Cano	37
Figura 3.1.8. Epicarso no sistema aquífero.....	37
Figura 3.1.9. Espessura do solo na área do sistema aquífero	39
Figura 3.1.10. Condições de infiltração na área do aquífero	40
Figura 3.1.11. Vulnerabilidade à contaminação no sistema carbonatada Estremoz-Cano	42
Figura 3.1.12. Profundidade média do nível de água no ano hidrológico 2021/2022	45
Figura 3.1.13. Recarga das massas de água subterrâneas.....	46
Figura 3.1.14. Valoração do Parâmetro A no concelho de Sousel	48
Figura 3.1.15. Valoração do Parâmetro T no concelho de Sousel	50
Figura 3.1.16. Índice de suscetibilidade na Massa de água subterrânea do maciço antigo indiferenciado da bacia do Tejo, no concelho de Sousel.....	52
Figura 3.1.17. Linhas festo originais e corrigidas no concelho de Sousel	54
Figura 3.1.18. Cabeceiras de ordem 2 e 3 em áreas de cruzamento com a rede hidrográfica	57
Figura 3.1.19. Cabeceiras integradas na REN	58
Figura 3.1.20. Aluviões no concelho de Sousel	59
Figura 3.2.1. Diferença entre o Fator R de JRC e PENA (2016).....	63
Figura 3.2.2. Fator R, concelho de Sousel	64
Figura 3.2.3. Fator K, concelho de Sousel.....	65
Figura 3.2.4. Fator L e Fator S.....	68

Figura 3.2.5. Fator LS, concelho de Sousel.....	69
Figura 3.2.6. Generalização das áreas de erosão	70
Figura 3.2.7. Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo que integram a REN	71
Figura 3.2.8. Área de elevada erosão na serra de S. Miguel e área de baixa erosão na base da mesma serra.....	72
Figura 3.2.9. Perfis elaborados no estudo das cheias e inundações	75
Figura 3.2.10. Isolinhas das precipitações associadas ao período de retorno de 100 anos para as durações de 24h	77
Figura 3.2.11. Precipitação diária máxima anual (mm) na estação de Sousel (1932-2007)..	77
Figura 3.2.12. Influência da forma da bacia nos caudais de ponta e tempos de concentração	82
Figura 3.2.13. Zonas ameaçadas pelas cheias no concelho de Sousel	83
Figura 3.2.14. Zonas ameaçadas pelas cheias na confluência entre as ribeiras de Pera Seca na ribeira de Jordana com posterior confluência do ribeiro de Barrocas e da ribeira de Leoas	84
Figura 3.2.15. Zonas ameaçadas por cheias em Santo Amaro	85
Figura 3.2.16. Vista geral da área inundada	86
Figura 3.2.17. Perfis transversais da ribeira de Lupe na área urbana de Santo Amaro.....	87
Figura 3.2.18. Solução de pedra a montante da passagem hidráulica (em cima) e a sul da mesma (em baixo).....	88
Figura 3.2.19. Ribeira de Lupe na aldeia de Santo Amaro	89
Figura 3.2.20. Habitações e estrada inundada em Santo Amaro	92
Figura 3.2.21. Precipitação máxima diária na estação meteorológica de Sousel	92
Figura 3.2.22. Ajustamento das leis estatísticas à amostra de precipitação do posto udométrico de Sousel.....	93
Figura 3.2.23. Inundação na área urbana de Sousel.....	101
Figura 3.2.24. Leito da ribeira das Mulheres – troço entubado	102
Figura 3.2.25. Perfil topográfico na área da ponte na ribeira das Mulheres	102
Figura 3.2.26. Ribeira das Mulheres na passagem da EN372.....	103

Figura 5.1.1. Continuidade entre a proposta de REN e os concelhos envolventes 111

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1. Cursos de água a integrar a REN	19
Quadro 3.2. Epicarso	36
Quadro 3.3. Espessura do solo	38
Quadro 3.4. Condições de infiltração	40
Quadro 3.5. Grau de desenvolvimento da rede cárstica	41
Quadro 3.6. Classes do parâmetro D	44
Quadro 3.7. Classes do parâmetro R	46
Quadro 3.8. Classes do parâmetro A	47
Quadro 3.9. Valoração do parâmetro A no concelho de Sousel	47
Quadro 3.10. Classes do parâmetro T	49
Quadro 3.11. Classes de vulnerabilidade.....	51
Quadro 3.13. Áreas ocupada por cada elemento da tipologia AEIPRA	59
Quadro 3.14. Características das bacias hidrográficas e respetivo tempo de concentração e caudal de ponta de cheia por linha de água.....	81
Quadro 3.15. Caudais de ponta de cheia estimados	90
Quadro 3.16. Estimação da precipitação a partir das leis estatísticas para o posto de Sousel	94
Quadro 3.17. Características morfológicas da bacia hidrográfica da ribeira das Mulheres	95
Quadro 3.18. Coeficiente de rugosidade de Kerby.....	97
Quadro 3.19. Tempo de concentração da bacia da ribeira das Mulheres.....	98
Quadro 3.20. Coeficiente da fórmula racional.....	99
Quadro 3.21. Caudal de ponta de cheia da ribeira das Mulheres.....	100
Quadro 5.1. Quadro síntese das áreas incluídas na REN bruta, por tipologia.....	107
Quadro 5.2. Comparação da Proposta de REN com os concelhos envolventes.....	109
Quadro 6.1. Propostas de exclusões da REN	117

Quadro 6.2. Áreas de exclusão por tipologia	121
Quadro 6.3. Áreas de exclusão por critério	121
Quadro 7.1. REN final	123
Quadro 7.2. Variação das tipologias da REN entre a proposta e a REN em vigor	124
Quadro 7.3. Sobreposição das tipologias de proposta da REN	124

ANEXOS

ANEXO I - Informação relativa às ribeiras do concelho de Sousel

ANEXO II – Estudo hidrológico e hidráulico da Ribeira do Lupe em Santo Amaro (Sousel)

1. ENQUADRAMENTO LEGAL

A Reserva Ecológica Nacional (REN), consagrada através do respetivo regime jurídico (RJREN¹), “é uma estrutura biofísica que integra o conjunto de áreas que, pelo valor e sensibilidade ecológica ou pela exposição e suscetibilidade perante riscos naturais, são objeto de proteção especial”, de acordo com n.º 1 do artigo 2.º. O n.º 2 do mesmo artigo consagra igualmente que a REN constitui uma *restrição de utilidade pública*, à qual se aplica um regime territorial especial que estabelece um conjunto de condicionamentos à ocupação, uso e transformação do solo, identificando os usos e as ações compatíveis com os objetivos desse regime nos vários tipos de áreas.

A REN visa contribuir para a ocupação e o uso sustentáveis do território e tem por **objetivos**:

- a) proteger os recursos naturais água e solo, bem como salvaguardar sistemas e processos biofísicos associados ao litoral e ao ciclo hidrológico terrestre, que asseguram bens e serviços ambientais indispensáveis ao desenvolvimento das atividades humanas;
- b) prevenir e reduzir os efeitos da degradação da recarga de aquíferos, dos riscos de inundação marítima, de cheias, de erosão hídrica do solo e de movimentos de massa em vertentes, contribuindo para a adaptação aos efeitos das alterações climáticas e acautelando a sustentabilidade ambiental e a segurança de pessoas e bens;
- c) contribuir para a conectividade e a coerência ecológica da Rede Fundamental de Conservação da Natureza;
- d) contribuir para a concretização, a nível nacional, das prioridades da Agenda Territorial da União Europeia nos domínios ecológico e da gestão transeuropeia de riscos naturais.

¹ Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional: DL n.º 166/2008, de 22 de agosto, retificado pela Declaração de Retificação n.º 63-B/2008, de 21 de outubro, alterado e republicado pelo DL n.º 239/2012, de 02 de novembro e alterado pelos DL 96/2013, de 19 de julho, DL 80/2015, de 14 de maio, DL 124/2019, de 28 de agosto e DL 11/2023, de 10 de outubro.

O RJREN consagra ainda, no n.º 1 do artigo 9.º, que a delimitação desta *restrição de utilidade pública* é obrigatória, podendo ocorrer em simultâneo com a elaboração, alteração ou revisão de plano municipal (n.º 1 do art.º 15.º) e deve obedecer às orientações estratégicas de âmbito nacional e regional, publicadas pela Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, alterada pela Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro.

No processo de revisão do PDM de Sousel, a proposta de REN apresenta-se, assim, em conformidade com RJREN, com as orientações estratégicas (nomeadamente no que respeita às tipologias a integrar), bem como as respetivas metodologias de delimitação e as áreas a excluir.

De sublinhar a estreita articulação com a Administração da Região Hidrográfica do Tejo e Oeste e com a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo (CCDR Alentejo), em concreto no afinamento das metodologias a usar na delimitação das tipologias previstas no RJREN, cuja experiência decorrente da aplicação prática à realidade municipal é ainda parca.

A proposta da REN foi desenvolvida com base em cartografia vetorial (altimetria) à escala 1: 10 000 (2020), e ortofotomapas 1: 10 000 (CMS, 2019), ambos georreferenciados, suportada por trabalho de campo e apoiada pelas potencialidades de gestão e manipulação de informação geográfica conferida pelos sistemas de informação geográfica (SIG). Tomou-se ainda em consideração a REN eficaz para o concelho¹.

Com a presente memória descritiva pretende-se, assim, apresentar a proposta de **REN Bruta** para o concelho de Sousel, anotando as metodologias que estiveram na base da delimitação das diferentes tipologias. Tendo em conta que a proposta de ordenamento se encontra já

¹ Aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 115/99, de 4 de outubro, com a correção material publicada pelo Despacho (extrato) n.º 4209/2014, de 21 de março, e alterada pelos Despachos n.ºs 10591/2018, de 15 de novembro e 5957/2020, de 1 de junho.

bastante estabilizada, entende-se oportuna a apresentação das **propostas de exclusão**, bem como a **delimitação da REN final**.

2. NOTA METODOLÓGICA

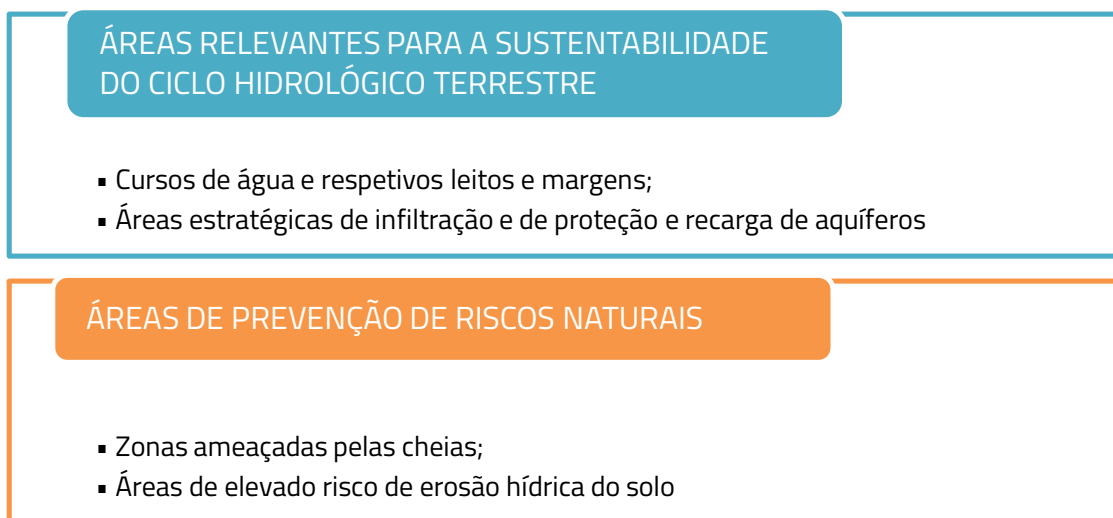
A metodologia subjacente à presente memória descritiva procura responder às orientações estratégicas de âmbito nacional e regional, publicadas Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro e alterada pela Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro, as quais compreendem as diretrizes e os critérios para a delimitação das áreas integradas na REN a nível municipal, bem como às respetivas alterações introduzidas no Anexo I do Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto¹.

Após uma apresentação das **tipologias** de REN abrangidas pela presente proposta de delimitação, de acordo com os grandes **domínios territoriais** onde se inserem (*vd.* Figura 3.1.1), expõem-se, para cada uma delas, os seguintes aspetos:

- a. conceito;
- b. critérios e metodologias para a delimitação;
- c. fontes de informação;
- d. cartograma com a representação da tipologia.

¹ Que procede à quarta alteração ao Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto.

Figura 3.1.1. Tipologias da REN de Sousel, por domínios territoriais



Fonte: Adaptado de RJREN

As seguintes tipologias, referidas no artigo 4.º do RJREN, não são representadas no concelho de Sousel, designadamente:

a) As áreas de proteção do litoral:

Faixa marítima de proteção costeira;

Praias;

Barreiras detríticas;

Tômbolos;

Sapais;

Ilhéus e rochedos emersos no mar;

Dunas costeiras e dunas fósseis;

Arribas e respetivas faixas de proteção;

Faixa terrestre de proteção costeira;

Águas de transição e respetivos leitos, margens e faixas de proteção;

b) As áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre:

Lagoas e lagos e respetivos leitos, margens e faixas de proteção;

Albufeiras que contribuam para a conectividade e coerência ecológica da REN, bem como os respetivos leitos, margens e faixas de proteção;

c) As áreas de prevenção de riscos naturais:

- Zonas adjacentes;
- Zonas ameaçadas pelo mar;
- Áreas de instabilidade de vertentes.

3. AS TIPOLOGIAS DA REN NO CONCELHO DE SOUSEL

3.1. A REN NAS “ÁREAS RELEVANTES PARA A SUSTENTABILIDADE DO CICLO HIDROLÓGICO TERRESTRE”

À luz do RJREN, a REN do concelho de Sousel contempla dois domínios, nomeadamente as **áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre** e as **áreas de prevenção de riscos naturais** (vd. Figura 3.1.1). Para a sua concretização foram consideradas todas as tipologias que as integram¹ e que serão caracterizadas de seguida.

3.1.1. CURSOS DE ÁGUA E RESPETIVOS LEITOS E MARGENS

CONCEITO

A definição de cursos de água constante do regime jurídico da REN determina a seleção das linhas de água identificadas na cartografia de base que possuem as características mínimas para serem integradas na REN. Para efeitos de delimitação a nível municipal consideram-se os leitos normais dos cursos de água que drenam bacias hidrográficas com um valor mínimo de 3,5 km².

¹ No âmbito das áreas de prevenção de riscos naturais foi efetuada a análise das áreas de instabilidade de vertentes. Contudo as características do território em estudo e a ausência de ocorrência de fenómenos associados, levaram à conclusão da não representatividade desta tipologia em sede de REN (vd. Capítulo 3.2.3 do presente documento).

Consideram-se, também, nesta tipologia, as albufeiras dos pequenos aproveitamentos hídricos, cuja dimensão não justifique a sua integração na tipologia albufeiras. As margens correspondem a uma faixa de terreno contígua ou sobranceira à linha que limita o leito das águas, com largura legalmente estabelecida, nelas se incluindo as praias fluviais. A definição da margem tem por base o disposto na Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos (LTRH)¹, podendo tomar o valor de 50 m, 30 m ou 10 m, consoante respeite a águas navegáveis ou flutuáveis sujeitas à jurisdição das autoridades marítimas ou portuárias, restantes águas navegáveis ou flutuáveis, ou águas não navegáveis nem flutuáveis.

CRITÉRIOS E METODOLOGIA PARA A DELIMITAÇÃO

A seleção dos cursos de água do concelho foi feita a partir das linhas de água constantes na cartografia de base, à escala 1:10 000 (CMS, 2019), confirmadas no Índice Hidrográfico e Classificação Decimal dos Cursos de Água de Portugal (DGRAH, 1981), tendo sido consideradas as mais importantes em função das áreas das suas bacias de drenagem (*vd.* Quadro 3.1).

A definição das linhas de água a integrar na REN foi efetuada através de critérios estabelecidos pela Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, alterada pela Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro, integrando-se na REN as linhas de água que:

1. apresentam uma bacia hidrográfica de pelo menos 3,5 km² de área;
2. cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias;
3. cursos de água de ordem igual ou superior a 3 na classificação de *Strahler* e com relevante interesse ecológico.

¹ Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro, alterada pela Declaração de Retificação n.º 4/2006, de 11 de janeiro e pelas Leis n.º 78/2013, de 21 de novembro, 34/2014, de 19 de junho e 31/2016, de 23 de agosto.

A delimitação das bacias hidrográficas com área total superior a 3,5 km² foi realizada através do Modelo Digital de Terreno (MDT, escala 1:10 000) e através da confrontação do MDT com as linhas de água da cartografia de base.

Para se determinar a hierarquia da rede hidrográfica foi utilizado o índice de *Strahler* (1964), onde a cada um dos cursos de água é atribuído um número de ordem, sendo que todos que não tenham afluentes são considerados como cursos de água de primeira ordem e sempre que dois cursos de água da mesma ordem se juntam, dão origem a um curso de água da ordem seguinte (LENCASTRE e FRANCO, 1984). Assim, quanto maior o número de ordem, maior o número de tributários e maior a capacidade de drenagem do fluxo gerado pela bacia.

A classificação de *Strahler* foi utilizada de forma a integrar as linhas de água que apresentavam área inferior a 3,5 km² e com uma classificação de pelo menos 3, na ordem de *Strahler*. Paralelamente, verificou-se que estas linhas de água contêm algum valor ecológico, devido à existência de vegetação ribeirinha, evidenciando alguma importância ecológica (*vd.* Quadro 3.1).

Todas as linhas de água onde se verificam cheias e inundações também foram integradas na REN, de acordo com as orientações da Portaria. Assim, as linhas de água que apresentam cheias e inundações no seu setor jusante, onde as cheias ocorrem por afluência do caudal da linha de água secundária para a linha de água principal, também foram consideradas (*vd.* Figura 3.1.1). Este é o caso de diversas linhas de água de reduzidas dimensões (*vd.* Quadro 3.1).

Figura 3.1.1. Ribeira do Monte dos Bordalinhos afetada por cheias no setor jusante



Fonte: Cartografia de base: CM SOUSEL/ INFOPORTUGAL, S.A. (2019)

Desta forma, no concelho de Sousel são identificadas 75 linhas de água que integram a REN (vd. Quadro 3.1).

Quadro 3.1. Cursos de água a integrar a REN

N.º	Classificação decimal	Curso de água	Área da bacia hidrográfica (km ²)	Comprimento do curso de água (km)	Critério
1	301 21 35 25	Ribeira de Almadafe	215,8	39,0	Bacia superior a 3,5 km ²
2	-	Afluente 1 - Rib. de Almadafe	0,8	0,9	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
3	-	Afluente 2 - Rib. de Almadafe	0,6	0,1	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
4	-	Afluente 3 - Rib. de Almadafe	0,7	0,2	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
5	-	Herdade da Retorta	1,4	3,6	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
6	-	Monte do Mouchão	0,3	1,5	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
7	-	Vale da Baleia	0,3	0,9	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
8	301 21 35 25 04	Ribeira da Reforminha	14,0	6,0	Bacia superior a 3,5 km ²

9	-	Afluente 1 - Rib. da Reforminha	0,2	0,35	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
10	-	Alcatruz	3,1	3,3	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
11	-	Barroca Nova	1,1	2,3	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
12	301 21 35 25 06	Ribeira da Marateca	5,2	5,1	Bacia superior a 3,5 km²
13	-	Afluente 1 - Rib. da Marateca	0,5	1,2	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
14	-	Afluente 2 - Rib. da Marateca	0,1	0,4	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
15	-	Barbeiras	2,6	2,4	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
16	-	Pereiro	0,5	1,3	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
17	-	Monte do Carrascal	0,8	1,9	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
18	-	Ribeira do Barroqueiro	2,7	3,6	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
19	301 21 35 25 08	Ribeira do Vale da Madeira	4,1	4,8	Bacia superior a 3,5 km²
20	301 21 35 25 10	Ribeira da Fonte	10,4	6,3	Bacia superior a 3,5 km²
21	-	Afluente 1 - Rib. da Fonte	1	1,6	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
22	-	Afluente 2 - Rib. da Fonte	0,4	0,9	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
23	-	Monte dos Enganos	0,2	0,7	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
24	301 21 35 25 12	Ribeira das Leoas	5,0	4,5	Bacia superior a 3,5 km²
25	-	Afluente 1 - Rib. das Leoas	1	3,4	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
26	301 21 35 25 14	Ribeira das Barrocas	9,6	6,5	Bacia superior a 3,5 km²
27	-	Afluente 1 - Ribeiro das Barrocas	0,8	0,7	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
28	301 21 35 25 16	Ribeira da Pêra Seca	5,0	4,5	Bacia superior a 3,5 km²
29	-	Monte da Macarra	0,5	0,3	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
30	301 21 35 25 01	Ribeira da Jordana	14,0	8,5	Bacia superior a 3,5 km²
31	-	Monte do Seronheiro	2	1,1	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
32	301 21 35 29	Ribeira do Alcorrego	122,6	27,5	Bacia superior a 3,5 km²
33	-	Afluente 1 - Rib. de Alcorrego	0,5	0,8	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
34	301 21 35 29 02	Ribeira da Carreira	3,5	2,1	Bacia superior a 3,5 km²
35	301 21 35 29 04	Ribeira dos Coitos	8,4	5,1	Bacia superior a 3,5 km²
36	301 21 35 29 01	Ribeira de Banamar	8,8	7,0	Bacia superior a 3,5 km²
37	301 21 35 29	Ribeira do Vale Freixo	32,5	8,2	Bacia superior a 3,5 km²

38	301 21 35 29 03 05	Ribeira da Francaria	9,6	3,5	Bacia superior a 3,5 km ²
39	301 21 35 29 05	Ribeira do Lameirão	7,5	5,0	Bacia superior a 3,5 km ²
40	301 21 35 29 07	Ribeira do Vale da Pipa	4,0	2,8	Bacia superior a 3,5 km ²
41	301 21 35 31 07	Ribeira da Caniceira	11,3	6,5	Bacia superior a 3,5 km ²
42	30J 21 35 31 09	Ribeira de Sousel	152,6	35,0	Bacia superior a 3,5 km ²
43	-	Monte do Buziã	1,2	2,7	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
44	301 21 35 31 09 01	Ribeira do Paço Branco	7,7	4,2	Bacia superior a 3,5 km ²
45	301 21 35 31 09 03	Ribeira do Arrepiado	6,0	4,5	Bacia superior a 3,5 km ²
46	301 21 35 31 09 05	Ribeira da Saianda	5,8	2,8	Bacia superior a 3,5 km ²
47	-	Monte da Torre	1,3	3	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
48	-	Afluente 1 – Monte da Torre	0,6	1,3	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
49	301 21 35 31 09 07	Ribeira das Mulheres	11,5	5,2	Bacia superior a 3,5 km ²
50	-	Vale da Junça	0,7	1	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
51	301 21 35 31 09 09	Ribeira da Camuja	20,6	6,0	Bacia superior a 3,5 km ²
52	-	Monte Ruivo	0,9	1,4	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
53	-	Monte do Freixial	0,2	0,3	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
54	301 21 35 31 09 09 02	Ribeira dos Olivais	9,3	8,5	Bacia superior a 3,5 km ²
55	301 21 35 31 11	Ribeira de Lupe	49,4	19,0	Bacia superior a 3,5 km ²
56	-	Afluente 1 - Rib. de Lupe	1,2	1,6	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
57	301 21 35 31 19	Ribeira da Ana Loura	201,8	33,0	Bacia superior a 3,5 km ²
58	301 21 35 31 19 01	Ribeira da Rabasquinha	4,0	2,5	Bacia superior a 3,5 km ²
59	301 21 35 31 19 03	Ribeira das Cevados	5,2	4,2	Bacia superior a 3,5 km ²
60	-	Ribeira das Águas Férreas	4,3	2,7	Bacia superior a 3,5 km ²
61	-	Ribeira da Zambujeira	3,8	3,2	Bacia superior a 3,5 km ²
62	-	Ribeira da Alvarinha	1,5	1,6	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
63	-	Ribeira do Monte do Forte	2,5	3,4	Ordem igual ou superior a 3 na classificação de Strahler e com relevante interesse ecológico
64	-	Ribeira do Monte do Quinhão	1,7	1,9	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias

65	-	Ribeira da Varandinha	0,7	1,1	Ordem igual ou superior a 3 na classificação de Strahler e com relevante interesse ecológico
66	-	Ribeira do Calço	3	1,5	Ordem igual ou superior a 3 na classificação de Strahler e com relevante interesse ecológico
67	-	Ribeira do Monte Alvo da Aravia	2	2,7	Ordem igual ou superior a 3 na classificação de Strahler e com relevante interesse ecológico
68	-	Ribeira de Marranoto	1	2,3	Ordem igual ou superior a 3 na classificação de Strahler e com relevante interesse ecológico
69	-	Ribeira do Monte dos Bordalinhos	2,1	3,4	Ordem igual ou superior a 3 na classificação de Strahler e com relevante interesse ecológico
70	-	Ribeira do Monte da Estrela	2,1	2,1	Ordem igual ou superior a 3 na classificação de Strahler e com relevante interesse ecológico
71	-	Ribeira de Serva	1	2	Ordem igual ou superior a 3 na classificação de Strahler e com relevante interesse ecológico
72	-	Cabanas	0,7	1,3	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
73	-	Herdade do Lameirão	0,5	0,8	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
74	-	Malhada da Caeira	0,5	1,2	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias
75	-	Mesericórdia	1,3	0,7	Cursos de água associados a zonas ameaçadas pelas cheias

*A **Negrito** identificadas as principais linhas de água do concelho

Fonte: DGRAH, 1981

Após a identificação e integração dos cursos de água, foi definido um **buffer de 10 metros**, a partir do **curso de água** (linha) ou do seu **leito menor** (polígono¹) nas situações em que a sua mancha tem expressão, designadamente, os leitos das ribeiras de Almadafe, Jordana, Leoas, Barrocas, Sousel e Ana Loura, correspondente à **margem**, de acordo com a LTRH (*vd.* Figura 3.1.2).

São também integrados todos os planos de água, delimitados a partir da cartografia de base, que coincidem com os cursos de água e cuja dimensão não justifique a sua inclusão na

¹ No caso da representação do leito do curso de água através de um polígono, o buffer de 10 m foi criado a partir da linha do limite do leito da linha de água.

tipologia “albufeiras”. Com efeito, para os planos de água são delimitadas as respetivas margens, com a largura de 10 metros, segundo o disposto na LTRH.

Figura 3.1.2. Pormenor da delimitação dos cursos de água e respetivos leitos e margens

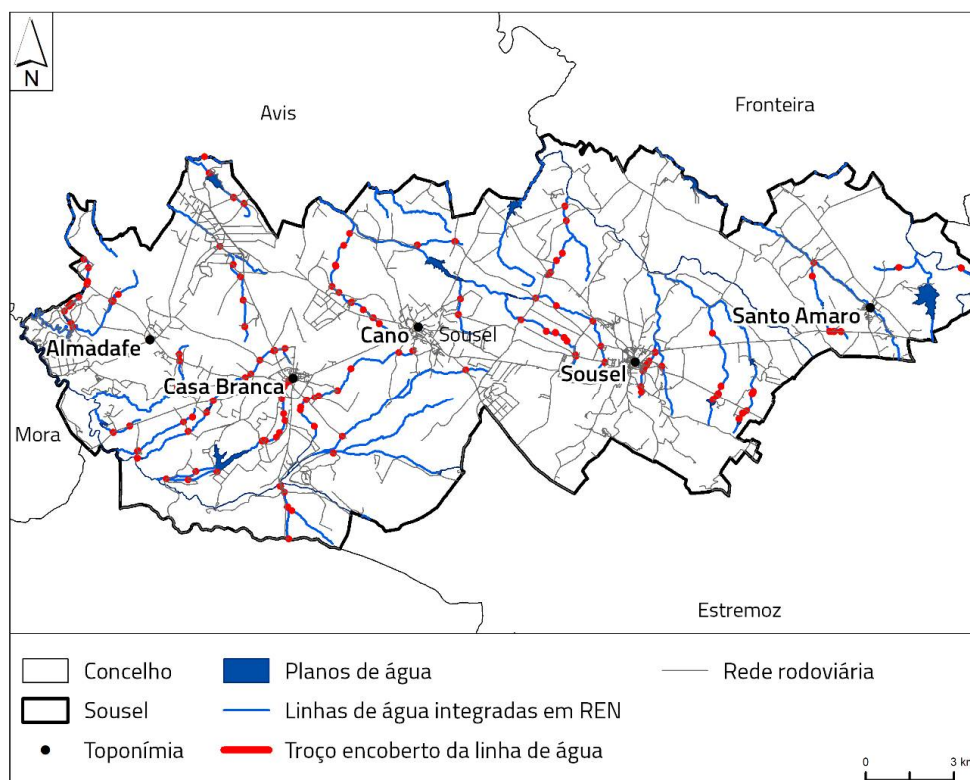


Fonte: Cartografia de base: CM SOUSEL/ INFOPORTUGAL, S.A. (2019)

Praticamente todas as linhas de água integradas na REN encontram-se intervencionadas antropicamente, sendo, no total do concelho identificados 318 troços entubados (vd. Figura 3.1.3). A maior parte das intervenções realizadas nas linhas de água ocorrem através de passagens hidráulicas para atravessar estradas e caminhos rurais, mas também a jusante de charcos/planos de água que permitem o controlo do escoamento a jusante. Pese embora se verifique que a maioria das linhas de água da REN apresenta algum tipo de intervenção, atendendo a que mesma ocorre numa extensão inferior a 100m, foram as respetivas linhas de água consideradas para efeitos de REN.

Contudo, foram retirados três setores de linhas de água da proposta da REN, uma vez que têm uma extensão superior a 100 m e não apresentam condições para a respetiva renaturalização, não cumprindo, desta forma, os objetivos desta tipologia. A primeira encontra-se em Sousel e apresenta 104 m, tendo sido este troço da ribeira das Mulheres retirado das linhas de água da REN. A segunda linha de água encontra-se em Casa Branca, na ribeira da Fonte, atravessando esta localidade de norte para sul, numa extensão de 593 m. Por fim, a terceira linha de água canalizada localiza-se em Santo Amaro, sendo um afluente da ribeira de Lupe, totalizando uma extensão de 228,6 m.

Figura 3.1.3. Linhas de água integradas na REN com troços entubados



Fonte: Cartografia de base: CM SOUSEL/ INFOPORTUGAL, S.A. (2019); CAOP, DGT (2022)

Assim, na proposta de REN as linhas de água apresentam uma extensão de 229,3 km e uma área de 197 ha (correspondentes a planos de água e leitos em formato poligonal). A REN que se encontra em vigor apresentava uma rede hidrográfica de aproximadamente 191 km, sem existirem áreas de polígonos que integram a tipologia das linhas de água. Desta forma,

verifica-se que as linhas de água integradas na REN sofreram um ligeiro acréscimo em termos de extensão. As diferenças entre a REN proposta e a REN em vigor verificam-se não só em relação à extensão da rede hidrográfica, mas também em relação à sua forma (representada atualmente através de polígonos e linhas) e ao seu traçado. Estas diferenças são essencialmente devidas à alteração da cartografia de base usada, uma vez que a proposta foi elaborada tendo como base a cartografia à escala 1:10 000. Considera-se por esse motivo que existe um importante acréscimo na qualidade da informação apresentada, sendo a mesma mais próxima da realidade do território. Verifica-se que algumas linhas de água de menores dimensões e que se encontravam integradas em REN não são mantidas na versão atual, correspondendo a linhas de água que não cumprem os critérios definidos na atual metodologia para a integração em REN. As margens das linhas de água ocupam uma área total de 575,6 ha.

FONTES DE INFORMAÇÃO

CM SOUSEL, INFOPORTUGAL, S.A. (2019). Cartografia de base de Sousel, Formato Vetorial;

DGRAH (1981), Índice Hidrográfico e Classificação Decimal dos Cursos de Água de Portugal;

Lei da Água (Lei n.º 58/2005, na redação atual) e Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos (Lei n.º 54/2005, na redação atual).

3.1.2. ÁREAS ESTRATÉGICAS DE INFILTRAÇÃO E DE PROTEÇÃO E RECARGA DE AQUÍFEROS

CONCEITO

As **áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos** são as áreas geográficas que, devido à natureza do solo, às formações geológicas aflorantes e subjacentes e à morfologia do terreno, apresentam condições favoráveis à ocorrência de infiltração e à recarga natural dos aquíferos, bem como as áreas localizadas na zona montante das bacias hidrográficas que asseguram a receção das águas da precipitação e potenciam a sua infiltração e encaminhamento na rede hidrográfica e que no seu conjunto se revestem de particular interesse na salvaguarda da quantidade e qualidade da água a fim de prevenir ou evitar a sua escassez ou deterioração (*cf.* n.º 1 da alínea d) da Secção II do Anexo I do DL 124/2019, de 28 de agosto).

Para a delimitação das áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos devem considerar-se (*cf.* ponto 2.4 da Secção III da Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, na atual redação):

- a) Os sistemas aquíferos e massas de água subterrânea, tal como está definido no artigo 4.º da Lei da Água, inventariados pelo ex-INAG;
- b) Outros sistemas identificados em estudos técnico-científicos validados que sejam produtivos e economicamente exploráveis, de acordo com a definição de aquífero constante da Lei da Água;
- c) As aluviões, bem como algumas áreas de fracturação, que sejam importantes para a manutenção dos ecossistemas fluviais na época de estiagem;
- d) Outras formações hidrogeológicas indiferenciadas ou outras áreas que sejam importantes para a prevenção e redução de situações de cheia e inundação e de seca extrema, bem como para a sustentabilidade de sistemas aquáticos e da biodiversidade dependentes da água subterrânea.

Desta forma, a delimitação das áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos deve considerar a regulação do sistema hídrico e o funcionamento hidráulico do aquífero, nomeadamente no que se refere à redução do escoamento e da erosão superficial das águas pluviais nas cabeceiras, aos mecanismos de recarga e descarga e ao sentido do fluxo subterrâneo e eventuais conexões hidráulicas, a vulnerabilidade à poluição e as pressões existentes resultantes de atividades e ou instalações, e os seus principais usos, em especial a produção de água para consumo humano (*cf.* n.º 2 alínea d) da Secção II do Anexo I do DL 124/2019, de 28 de agosto).

Sempre que haja resultados de modelos da hidrodinâmica subterrânea que delimitem áreas preferenciais de recarga (recarga localizada), estas são obrigatoriamente consideradas como áreas estratégicas infiltração e de proteção e recarga de aquíferos.

Enquanto estes resultados não estiverem disponíveis, faz-se, provisoriamente, e em substituição, a delimitação com base no conceito de vulnerabilidade à poluição, a partir de **índices que têm em conta a definição do tipo de aquífero** (poroso e fissurado), uma vez que as áreas mais vulneráveis são também as áreas mais permeáveis que alimentam o aquífero, com maior impacto para a qualidade da água subterrânea.

CRITÉRIOS E METODOLOGIA PARA A DELIMITAÇÃO

O estudo da geologia e da litologia foi realizado com base na Carta Geológica (1:25 000) do LNEG, folhas 396 Casa Branca (Sousel), 397 Sousel, 398 – Veiros (Estremoz), 410 Malarranha (Mora), 411 Ameixal (Estremoz) (LNEG).

O concelho de Sousel, ainda que se encontre no maciço antigo, apresenta relevantes variações decorrentes da dinâmica local. Assim, de *grosso modo*, distinguem-se **seis formações geológicas principais** (*vd.* Figura 3.1.4).

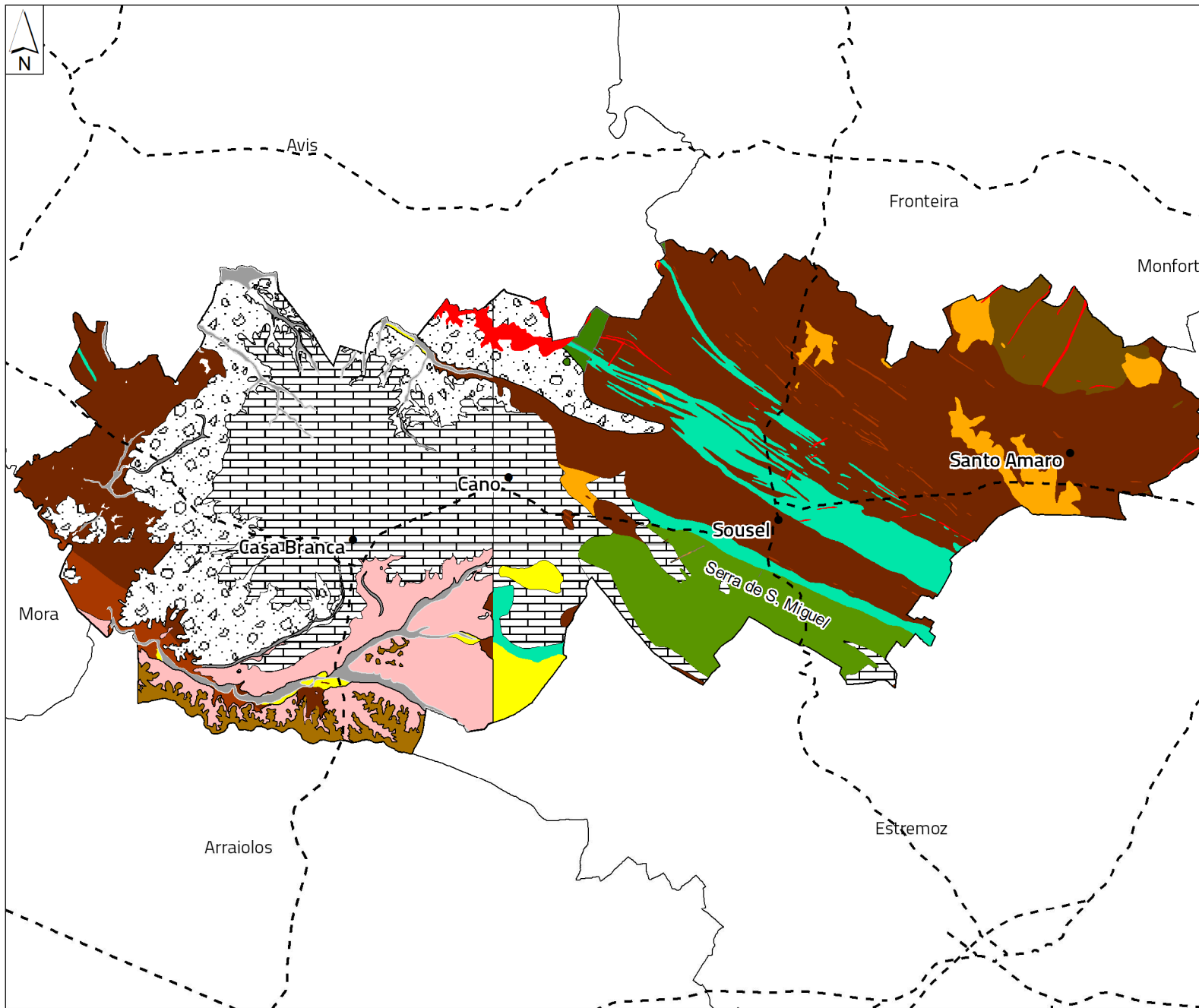
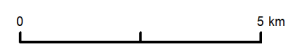


Figura 3.1.4. Litologia

- Aluviões
 - Areias e cascalheiras de matriz argilosa, Depósitos de terraços
 - Arenitos feldspáticos e cascalheiras
 - Calcários do Cano - Casa Branca"
 - Formação de Vale do Guizo
 - Formação de Barrancos
 - Complexo arcóscico e argiloso de Brotas
 - Gabros
 - Complexo greso-argiloso e conglomerático
 - Corneanas
 - Doleritos
 - Dolomitos e calcários dolomíticos
 - Filitos e quartzofilitos
 - Granitos e Pórfiros graníticos
 - Vulcanitos básicos e intrusões associadas
- Rede rodoviária
- Limites administrativos**
- Concelho
 - Sousel
 - Toponímia



Fonte: CAOP, DGT (2020); Cartografia de Base de Sousel, CM SOUSEL, Cartas geológicas 396, 397, 398, 410, 411 (1:25 000)



Os materiais datados do **Câmbrico** (± 541 a 497 MA) ocorrem no limite sul do concelho de Sousel, na fronteira com o concelho de Estremoz, numa faixa de orientação NO-SE. Desta, resultam fundamentalmente litologias de **dolomitos e calcários dolomíticos** (vd. Figura 3.1.4). Os dolomitos preenchem, em geral, fraturas existentes nos diferentes níveis da série carbonatada. Trata-se de dolomitizações mais recentes, condicionadas, em parte, pela xistosidade e fraturação; algumas *per descensum* e daí a superfície inferior ser muito irregular. Constata-se também a presença de calcário granular muito fino, com inclusões de substância argilosa ou argilo-ferruginosa, em concentrações cinzento-escuras ou pardacentas, que se alongam numa direção comum, formando esboços de veios irregulares. Além destas inclusões ferruginosas, vêem-se também concentrações de pequenas lamelas e fibras de talco (Notícia Explicativa, Carta Geológica 36-B).

As unidades geológicas do **Câmbrico-Ordovício** (± 485 a 458 MA) ocupam áreas de reduzidas dimensões no limite poente do concelho. Assim, litologicamente, são correspondentes à Formação de Barrancos, composta essencialmente por xistos e grauvaques (vd. Figura 3.1.4).

As formações geológicas do **Silúrico** (± 444 a 427 MA) – **Devónico** (416 a 59 MA) ocupam as mais extensas áreas do concelho, ocupando por completo o setor este e parcialmente o setor oeste (vd. Figura 3.1.4). Litologicamente correspondem a filitos e quartzofilitos onde se intercalam vulcanitos básicos, liditos e xistos negros siliciosos, que ocupa dois terços da área da carta (vd. Figura 3.1.4), em grande parte sob os depósitos cenozóicos. A sua espessura é de difícil cálculo, por se apresentar fortemente dobrado pela orogenia varisca, mas estima-se que não seja inferior a um milhar de metros (Notícia explicativa, Carta Geológica 32-C).

Os materiais de idades mais recentes do concelho são datados da transição entre os períodos **Paleogénico** e **Neogénico** (± 66 a 23 MA) e distribuem-se formando um anfiteatro no limite oeste do concelho de Sousel (vd. Figura 3.1.4). Litologicamente são correspondentes à

Formação do Vale do Guizo, ao complexo Arcóxico e Argiloso de Brotas, areias e cascalheiras de matriz argilosa e arenitos feldspáticos e cascalheiras (vd. Figura 3.1.4).

No que se refere à Formação do Guizo, assenta em desconformidade sobre rochas metassedimentares do Paleozóico e/ou granitóides variscos. Estima-se que a espessura cartográfica seja de 40 ± 10 m. A litologia é predominantemente areno-margosa, com tendência crescentemente conglomerática, embora, na parte superior, de um modo geral, ocorram sedimentos finos, com desenvolvimento de calcretos. Localmente, existem solos calchificados, com concreções e crostas calcárias ou dolomíticas, de cor clara, definindo estruturas prismáticas e laminadas. Por alteração superficial, este material produz solos arena-margosos, de tipo "*terra rossa*", que lhe conferem coloração avermelhada (Notícia explicativa, Carta Geológica 32-C).

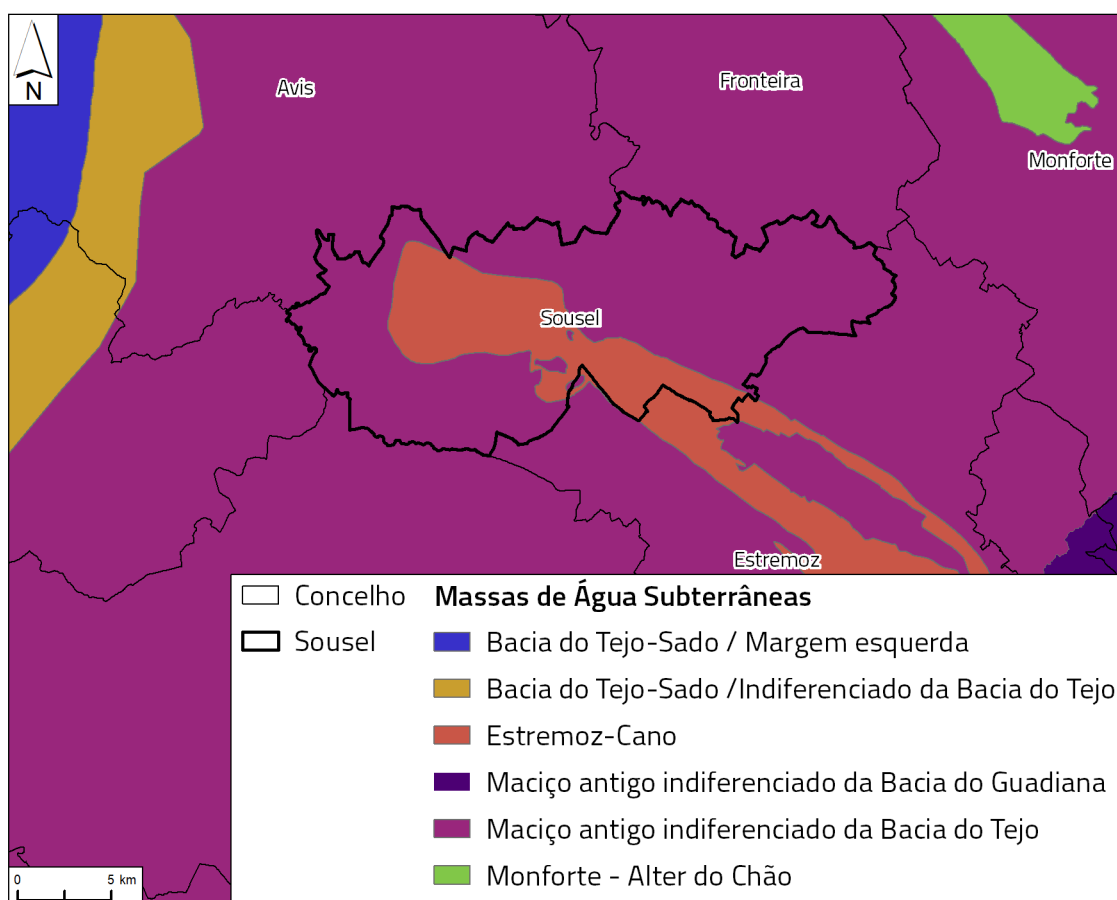
Na área central do concelho de Sousel o período geológico não se encontra determinado, correspondendo a formações de calchificação, calcretos anteriormente designados de "Calcários do Cano - Casa Branca" (vd. Figura 3.1.4).

Os calcários de Cano-Casa Branca são constituídos, em parte, por calcários lacustres, que formam lajes espessas e resistentes, com estruturas típicas de pequenos lagos, concrecionadas, brechóides, etc. Estas lajes repetem-se em profundidade na coluna litológica e estão rodeados por fácies palustres (solos calcificados avermelhados e/ou esbranquiçados, margosos) (vd. Figura 3.1.4). A mancha dos Calcários do Cano-Casa Branca, para além de se encontrar isolada e desenquadrada das unidades que recobre, não se liga a qualquer vale ou linha de água, sendo claramente antecedente ao sistema fluvial quaternário que, dos seus bordos se inicia. Por outro lado, há indicações topográficas e vestigiais da existência na superfície desta unidade de lagos ou zonas pantanosas antigas, que têm sido aterrados e conquistados para a agricultura (Notícia Explicativa, Carta Geológica 32-C).

Por fim, as formações datadas do **Quaternário** não apresentam grandes extensões, localizando-se essencialmente no setor oeste do concelho de Sousel. Litologicamente correspondem a aluviões e pontualmente a depósitos sedimentares e terraços fluviais (vd. Figura 3.1.4).

O concelho de Sousel encontra-se inserido na região hidrográfica Tejo e Ribeiras do Oeste (RH5A) em duas massas de água subterrânea com diferentes características, nomeadamente, o **aquífero Estremoz-Cano** que atravessa o concelho de Sousel de NE-SE e a **Massa de água subterrânea do maciço antigo indiferenciado da bacia do Tejo** que envolve o primeiro aquífero e ocupa a maior parte da área do concelho (vd. Figura 3.1.5).

Figura 3.1.5. Massas de água subterrâneas no concelho



Fonte: Massas de água subterrânea, APA (2014); CAOP, DGT (2022).

No que se refere ao **aquífero Estremoz-Cano**, corresponde a um **aquífero carbonatado** de grande importância regional, uma vez que, é responsável pelo abastecimento público de cinco concelhos: Sousel, Estremoz, Borba, Vila Viçosa e Alandroal, sendo ainda vital para a atividade agrícola e indústria extrativa (LNEG).

Este sistema aquífero resulta do somatório de dois sistemas com suporte litológico carbonatado, mas de génese distinta. A maior área (151,5 km²) é ocupada por rochas carbonatadas paleozóicas (calcários dolomíticos e mármore) e a menor, na terminação NW do sistema, com 50,6 km², por calcários lacustres plistocénicos.

O aquífero com suporte litológico nos calcários do Cano possui comportamento de aquífero poroso, livre. Caracteriza-o as suas águas muito mineralizadas, e reduzida profundidade do nível freático. Ainda assim, de acordo com os dados do SNIRH (acedido em janeiro de 2022), apenas no limite sul do aquífero, dentro do concelho de Sousel, a profundidade é elevada, sendo esta representativa da área das serras de S. Bartolomeu e de S. Miguel. A profundidade mínima é atingida na envolvente da aldeia do Cano, onde varia entre os 2,6 m e os 23 m.

Em termos geométricos, é envolvido lateralmente e em profundidade pelo complexo arcóxico e argiloso das Brotas com comportamento impermeável, eventualmente aquífero. No entanto, a base do aquífero, bastante irregular, pode colocar em contacto rochas paleozóicas - carbonatadas ou não - com os calcários lacustres. A espessura média destes calcários é de 20m. Assim sendo, a recarga deste aquífero seria não só pela precipitação e escoamento superficial de algumas linhas de água, como também, pela base, através de outros aquíferos, por diferença de potencial hidráulico.

A falta de medições diretas de infiltração leva a que a quantificação do volume infiltrado seja calculada por métodos indiretos. CUPETO (1991), considera o escoamento superficial igual a

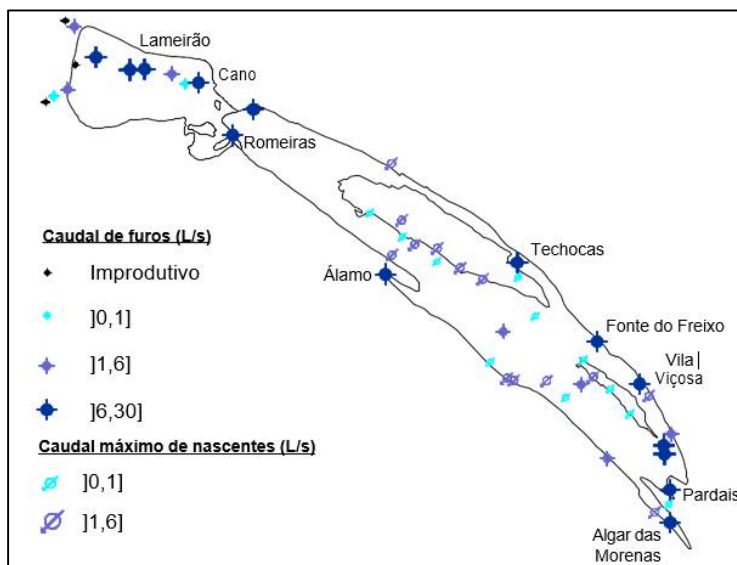
30 mm e, fazendo o balanço de cloretos, calcula em 15% da precipitação, a infiltração eficaz para a região NW do Sistema Aquífero. O mesmo autor admite ainda a subestimação do valor, justificando-a com o incremento do teor de cloretos na água subterrânea por contaminação agrícola. Através de outras medições, utilizando a mesma metodologia, foram estimados valores de infiltração eficaz de 25%, o que parece ser um valor mais razoável (LNEG).

A Figura 3.1.6 representa os caudais de furos e de nascentes, obtidos de relatórios, de informações de particulares ou de Câmaras Municipais e de ensaios realizados durante o ERHSA¹, e a sua análise permite concluir o seguinte:

1. as captações com maior produtividade localizam-se junto ao contacto com o encaixante (em zona de descarga do sistema) e, ao longo da área norte dos calcários lacustres de Cano segundo uma direção WNW-ESSE;
2. existem dois conjuntos de nascentes, um, de contacto com os xistos do Silúrico e, outro, de contacto com os xistos do Pré-Câmbrico (núcleo do anticlinal);
3. em nenhuma nascente, se registou durante o período de observações, caudal superior a 5,6 L/s e, embora não indicado na figura, muitas destas nascentes secam durante a estiagem;
4. a informação sobre captações improdutivas é manifestamente deficitária.

¹ Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo (LNEG – MIDÕES C., 2002).

Figura 3.1.6. Caudais de furos e caudais máximos de nascentes



Fonte: LNEG e INSTITUTO DA ÁGUA (2000)

Relativamente à **massa de água subterrânea do maciço antigo indiferenciado da bacia do Tejo** (vd. Figura 3.1.5), esta apresenta, de um modo geral, valores de recarga reduzidos, o que se traduz em *ca.* 10% da precipitação anual, resultando numa produtividade baixa, com valores próximos de 4 l/s.

Não obstante a escassa aptidão aquífera desta unidade hidrogeológica, devido à sua maioria ser composta por rochas ígneas e metamórficas, no concelho de Sousel, estas intercalam com formações sedimentares, nomeadamente, com materiais da Formação do Vale do Guizo.

Pese embora não se verifiquem sistemas aquíferos, esta unidade apresenta localmente algum interesse hidrogeológico para o abastecimento de pequenas e médias povoações, pois as áreas abrangidas por formações sedimentares, compostas por cascalheiras, areias e arcoses são as que se apresentam como as áreas de maior produtividade.

Assim, em termos de disponibilidade hídrica esta massa de água subterrânea apresenta 1006,48 hm³ /ano, o equivalente a 0,07 hm³/ (km² /ano) (MOCHO, 2017).

Em termos de profundidade do nível da água, regra geral, os valores são superiores ao aquífero anteriormente descrito, variando entre os 32,2 m de profundidade e os 48 m.

SISTEMAS AQUÍFEROS – SUSCETIBILIDADE À CONTAMINAÇÃO

No concelho de Sousel verifica-se a existência de um sistema aquífero carbonatado (Estremoz-Cano), sendo a maior parte da área ocupada pela massa de água subterrânea do maciço antigo indiferenciado da bacia do Tejo (cujo suporte geológico é fraturado/poroso).

Assim, de forma realizar a análise da suscetibilidade à contaminação de massas de água subterrânea são utilizados dois modelos, o primeiro, **o modelo EPIK para o aquífero carbonatado Estremoz-Cano** e para as restantes áreas do concelho, **integradas no maciço antigo indiferenciado da bacia do Tejo, o modelo do Índice de Suscetibilidade (IS)** (vd. Figura 3.1.5).

ÍNDICE EPIK – SISTEMA AQUÍFERO ESTREMOZ-CANO

No caso dos sistemas aquíferos cársicos considera-se o índice de vulnerabilidade EPIK, método desenvolvido especificamente para a avaliação da vulnerabilidade deste tipo de aquíferos. Este índice considera a geologia cársica dos aquíferos, a geomorfologia e as características hidrogeológicas.

O índice é construído com base nos seguintes quatro parâmetros: epicarso (E), cobertura de proteção (P), condições de infiltração (I) e grau de desenvolvimento da rede cársica (K). Após a classificação dos vários parâmetros (E, P, I, K) é efetuada a soma ponderada de acordo com a seguinte expressão:

$$EPIK = 3E + P + 3I + 2K$$

A classificação destas áreas foi realizada exclusivamente para o aquífero carbonatado, sendo avaliadas seguidamente as diversas componentes do modelo.

Em termos de epicarso¹ são avaliados os aspetos da geomorfologia cársica existentes na área, conforme o Quadro 3.2.

Quadro 3.2. Epicarso

Epicarso	Aspetos da geomorfologia cársica	Classificação
E1	Sumidouros, dolinas, afloramentos muito fraturados	1
E2	Zonas intermediárias no alinhamento de dolinas, vales secos, afloramentos com fracturação média	3
E3	Ausência	4

Fonte: Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, na atual redação

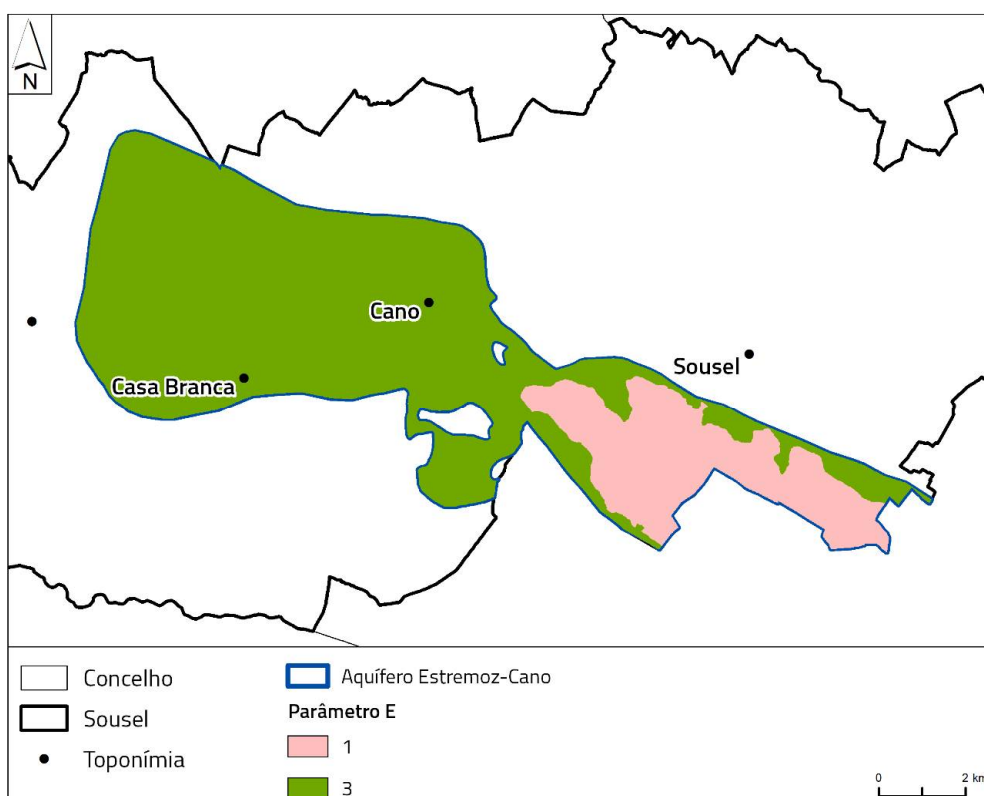
Na área do aquífero foram distinguidas duas áreas. Na primeira, da serra de S. Miguel e S. Bartolomeu, foi registado um maior número de afloramentos rochosos fraturados permitindo a infiltração da água diretamente. Por este motivo, estas áreas foram classificadas como 1, ou seja, uma valoração máxima. Na restante área do aquífero não foi registado um elevado número de afloramentos rochosos, no entanto, verificou-se a existência de vales secos associados à rede hidrográfica com regime hídrico com escoamento sazonal (Figura 3.1.7). Assim, a distinção entre as duas áreas apresenta-se na Figura 3.1.8.

¹ Zona superficial do carso, caracterizado por uma maior intensidade da fracturação e da carsificação difusa (Klimchouck, 2000).

Figura 3.1.7. Vale seco na área do Aquífero Estremoz-Cano



Figura 3.1.8. Epicarso no sistema aquífero



Fonte: CAOP, DGT (2022); Massas de água subterrânea, APA (2014)

A espessura do solo permite a existência de uma cobertura de proteção entre o sistema aquífero e a superfície. Assim, considera-se que a existência de solo de elevada espessura

permite uma maior proteção ao sistema aquífero. A classificação dos solos é realizada de acordo com o Quadro 3.3.

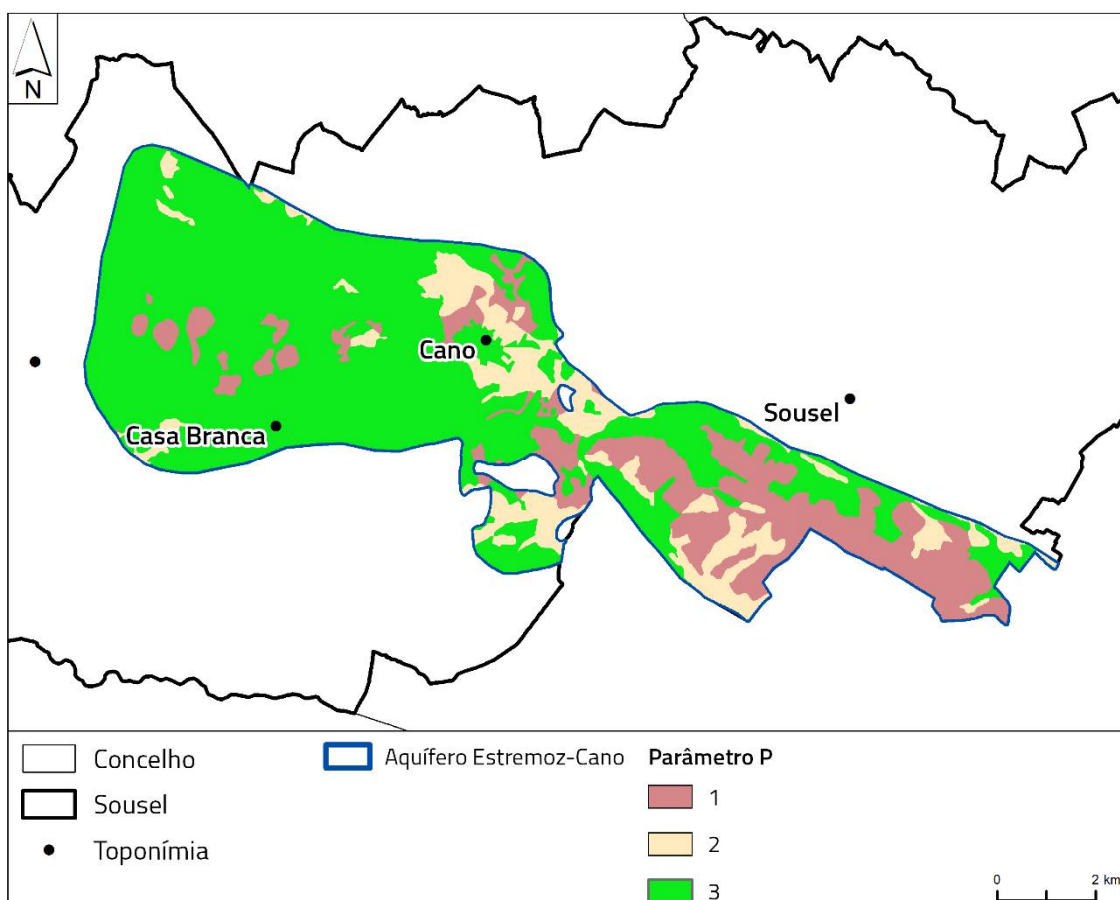
Quadro 3.3. Espessura do solo

Cobertura de proteção	Espessura do solo acima do aquífero cársico	Classificação
P1	0 cm – 20 cm	1
P2	20 cm – 100 cm	2
P3	1m – 8 m	3
P4	>8 m	4

Fonte: Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, na atual redação.

Uma vez que não é possível obter informação concreta em relação à espessura do solo esta informação foi obtida indiretamente, através da informação relativa à capacidade de uso do solo, considerando-se que a os solos de Capacidade de Uso A e B apresentam espessura que varia entre 1 m e os 8 m, os solos de Capacidade de Uso C apresentam uma variação de espessura entre os 20 cm e 1 m, e por fim, os solos de Capacidade de Uso D e E apresentam uma espessura muito reduzida, inferior a 20 cm (*vd.* Figura 3.1.9). Assim, as áreas de maior cobertura de proteção ocupam a maior parte do aquífero, sendo as áreas de baixa cobertura associadas, geralmente, às áreas de serra.

Figura 3.1.9. Espessura do solo na área do sistema aquífero



Fonte: CAOP, DGT (2022); Massas de água subterrânea, APA (2014)

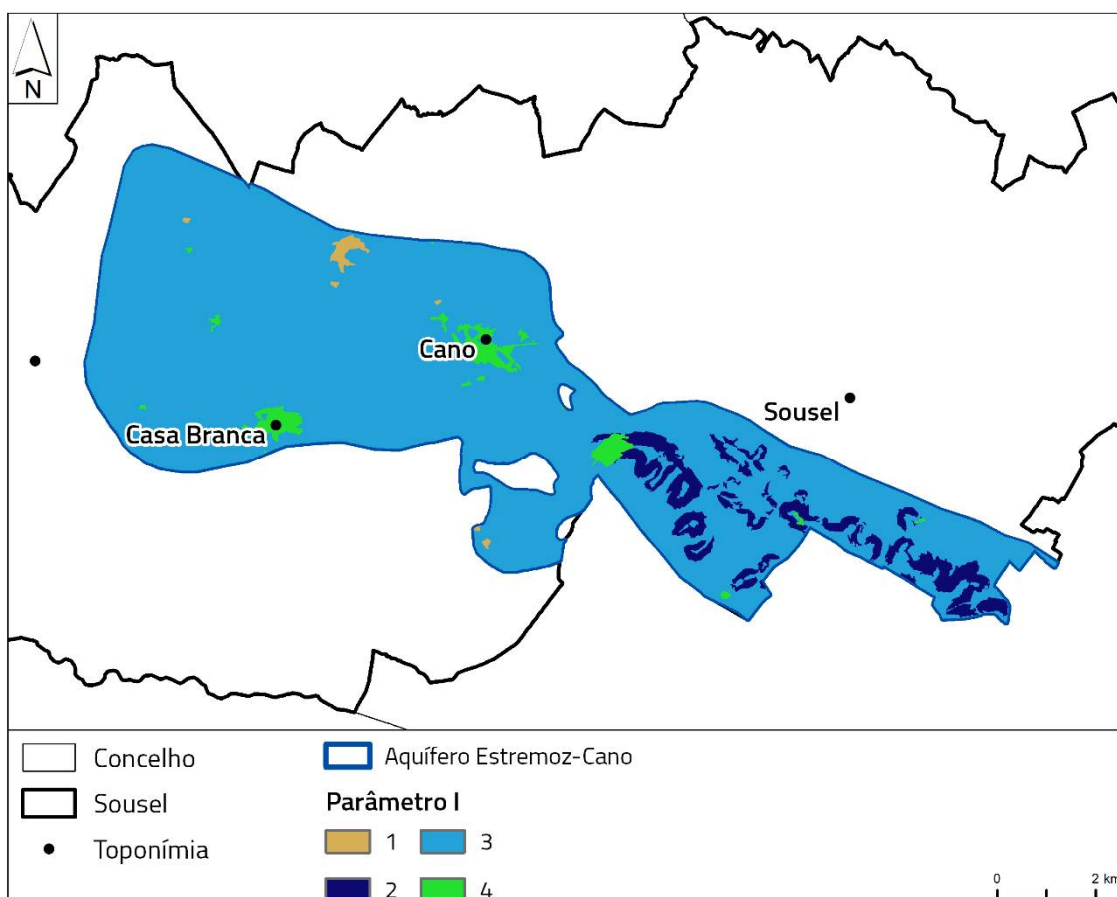
Em relação às condições de infiltração do aquífero, grande parte da área do aquífero está inserida em áreas agrícolas, predominantemente de baixo declive. Assim, de acordo com o Quadro 3.4 e assim como pode ser verificado na Figura 3.1.10 a maior parte do sistema aquífero insere-se em áreas de declive inferior a 10%, em áreas de cultivo. As áreas cultivadas e de declive superior a 10% encontram-se na área das serras de S. Miguel e S. Bartolomeu. As áreas valoradas com 4 são representativas de áreas fortemente antropizadas e impermeabilizadas, diminuindo fortemente a percentagem de infiltração. Estas áreas são associadas aos principais perímetros urbanos do concelho de Sousel integrados neste sistema aquífero.

Quadro 3.4. Condições de infiltração

Condições de infiltração	Tipo	Classificação
I1	Cursos de água de carácter perene ou temporário que alimentam sumidouros e dolinas	1
I2	Áreas em bacias hidrográficas com inclinação >10% em áreas cultivadas e >25% em prados e pastagens	2
I3	Áreas em bacias hidrográficas com inclinação <10% em áreas cultivadas e <25% em prados e pastagens	3
I4	A restante área da bacia hidrográfica	4

Fonte: Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, na atual redação.

Figura 3.1.10. Condições de infiltração na área do aquífero



Fonte: CAOP, DGT (2022); Massas de água subterrânea, APA (2014)

O grau de desenvolvimento da rede cárstica foi classificado como moderado a muito desenvolvido em todo o sistema aquífero (*vd.* Quadro 3.5). De acordo com ALMEIDA *et. al.* (2000) identifica este sistema aquífero como área onde se regista a ocorrência de endo e exocarso, resultantes, quaisquer deles, da sucessão de ciclos de carsificação que ocorreram na área (Cupeto, 1991). O desenvolvimento de formas cársticas é significativo, embora não se observem formas espetaculares, tanto em grande como em pequena escala. A parte mais desenvolvida da carsificação está associada à fácies mármore, que apresenta as formas mais significativas. Verifica-se a existência de dolinas mais ou menos degradadas, assim como lapiás, com uma amplitude vertical métrica. Ocorrem ainda formas de tipo “cockpit” típicas de um período erosivo em clima tropical (*ibidem*). Aparentemente a carsificação parece ter sido fortemente controlada pela tectónica desta região. Na área carsificada, as condutas têm grande desenvolvimento vertical, registando por vezes profundidades superiores a 50 m.

Quadro 3.5. Grau de desenvolvimento da rede cárstica

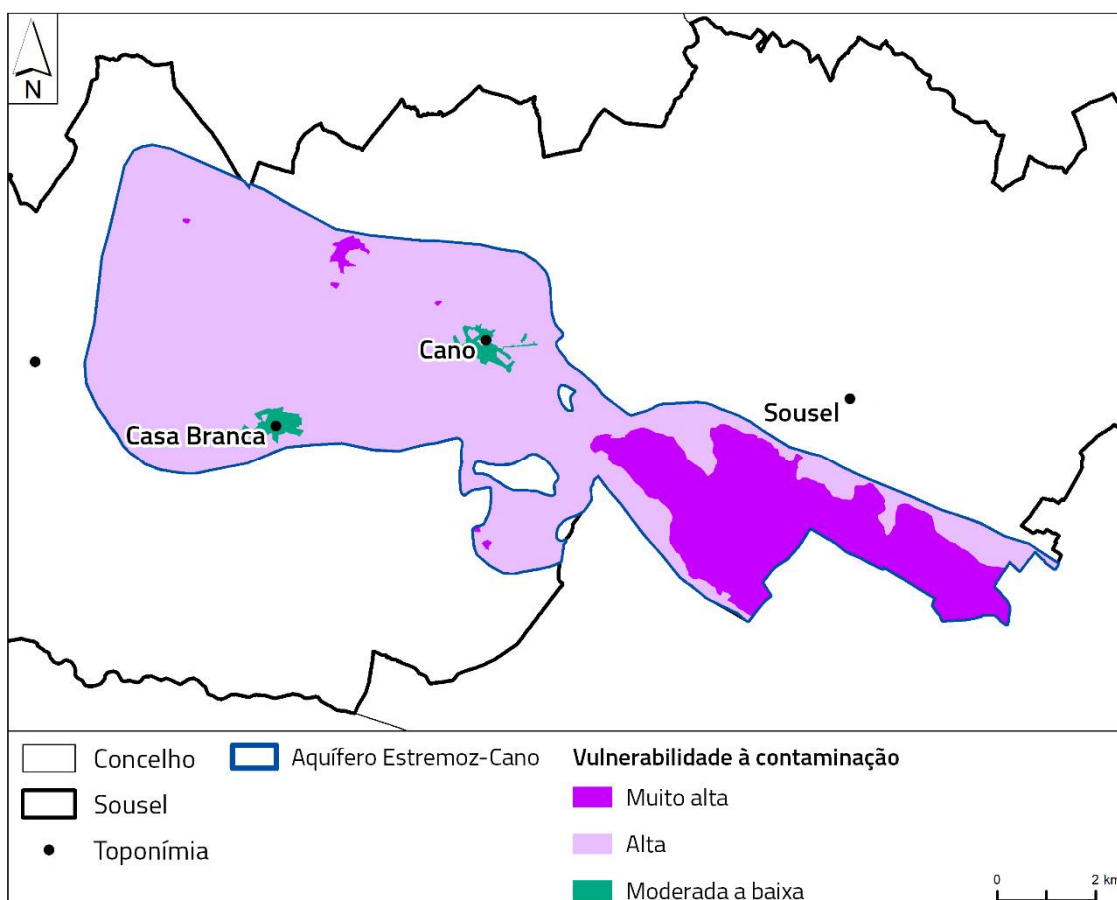
Rede cárstica	Grau de desenvolvimento	Classificação
K1	Moderado a muito desenvolvido	1
K2	Fraco	2
K3	Aquíferos sem carsificação	3

Fonte: Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, na atual redação

Da implementação da fórmula apresentada anteriormente, verifica-se que praticamente toda a área sistema aquífero encontra-se integrado em vulnerabilidade alta ou muito alta (*vd.* Figura 3.1.11), sendo, por esse motivo, integrada em REN. Estas áreas são correspondentes a um aquífero cárstico e livre (Calcários do Cano) com elevada possibilidade de infiltração de contaminantes através da rede cárstica existente. As áreas de vulnerabilidade baixa a moderada são representativas somente de áreas impermeabilizadas, onde a infiltração é significativamente mais reduzida.

Deste modo, considera-se que praticamente toda a área do sistema aquífero Estremoz-Cano é integrada em REN.

Figura 3.1.11. Vulnerabilidade à contaminação no sistema carbonatada Estremoz-Cano



Fonte: CAOP, DGT (2022); Massas de água subterrânea, APA (2014)

ÍNDICE DE SUSCETIBILIDADE (IS)

O Índice de Suscetibilidade (IS)¹ foi desenvolvido por RIBEIRO (2005) com o objetivo de avaliar a vulnerabilidade à contaminação dos aquíferos porosos ou com dupla porosidade, como é o

¹ De acordo com a Portaria n.º 336/2019 de 26 de setembro, alterada pela Portaria n.º 264/2020 de 13 de novembro, os sistemas aquíferos porosos ou com dupla porosidade (fraturados e porosos) "Para a avaliação da vulnerabilidade específica nos sistemas aquíferos porosos ou com dupla porosidade, como é o caso dos aquíferos com comportamentos mistos (e. g. os sistemas aquíferos cársicos -porosos), é utilizado o Índice de Suscetibilidade (IS) [Ribeiro (2005) (7)], de natureza puramente intrínseco, isto é, o parâmetro ocupação do solo é retirado e os ponderadores dos outros quatro parâmetros reestimados." A mesma Portaria também acrescenta que para no caso dos sistemas **aquíferos fissurados**, considera -se o índice de vulnerabilidade VULFRAC. Este método foi especificamente desenvolvido para avaliar a vulnerabilidade em meios hidrogeológicos fraturados, tendo sido proposto por Fernandes (2003) (9), com base no método HTD. A vulnerabilidade é condicionada pela interação de três atributos da zona não saturada: a espessura, o tipo de composição do material e a densidade, a conectividade

caso dos aquíferos com comportamento misto. Este índice foi largamente testado na aferição das áreas de maior suscetibilidade à poluição dos aquíferos, como por exemplo, nos Planos de Bacia Hidrográfica. O referido índice, com base no índice DRASTIC, é aplicado segundo a seguinte expressão:

$$IS= 0.24D + 0.27R + 0.33A + 0.16T$$

Sendo que:

D – é a profundidade da zona não saturada;

R – é a recarga do aquífero;

A – é a litologia do aquífero;

T – é a topografia do aquífero, representada pela distribuição dos declives.

Seguidamente, são descritas as diferentes variáveis que constituem o índice e de que forma se relacionam entre elas.

A **profundidade do topo do aquífero (D)** é definida como a distância vertical que um determinado poluente tem de percorrer até chegar ao aquífero. Quanto maior for a distância a percorrer pelo poluente, maiores são as hipóteses de haver uma depuração por parte do solo atravessado. No Quadro 3.6 apresentam-se as classes definidas para o parâmetro D e as pontuações atribuídas a cada classe para o cálculo do IS.

e a abertura das fraturas. Enquanto os dois primeiros fatores regem a capacidade de atenuação da zona não saturada, o último controla a acessibilidade hidráulica dos contaminantes à zona saturada. Ainda que a referida Portaria indique o VULFRAC como a metodologia mais adequada para o sistema fissurado onde o concelho de Sousel se integra, verifica-se também que não se encontram informações disponíveis para a realização desta metodologia, sendo, nas áreas integradas no Maciço antigo indiferenciado da bacia do Tejo optou-se por usar o modelo IS que avalia também meios fraturados, como mencionado na a) do 2.1 da Portaria n.º 336/2019 de 26 de setembro, alterada pela Portaria n.º 264/2020 de 13 de novembro.

Quadro 3.6. Classes do parâmetro D

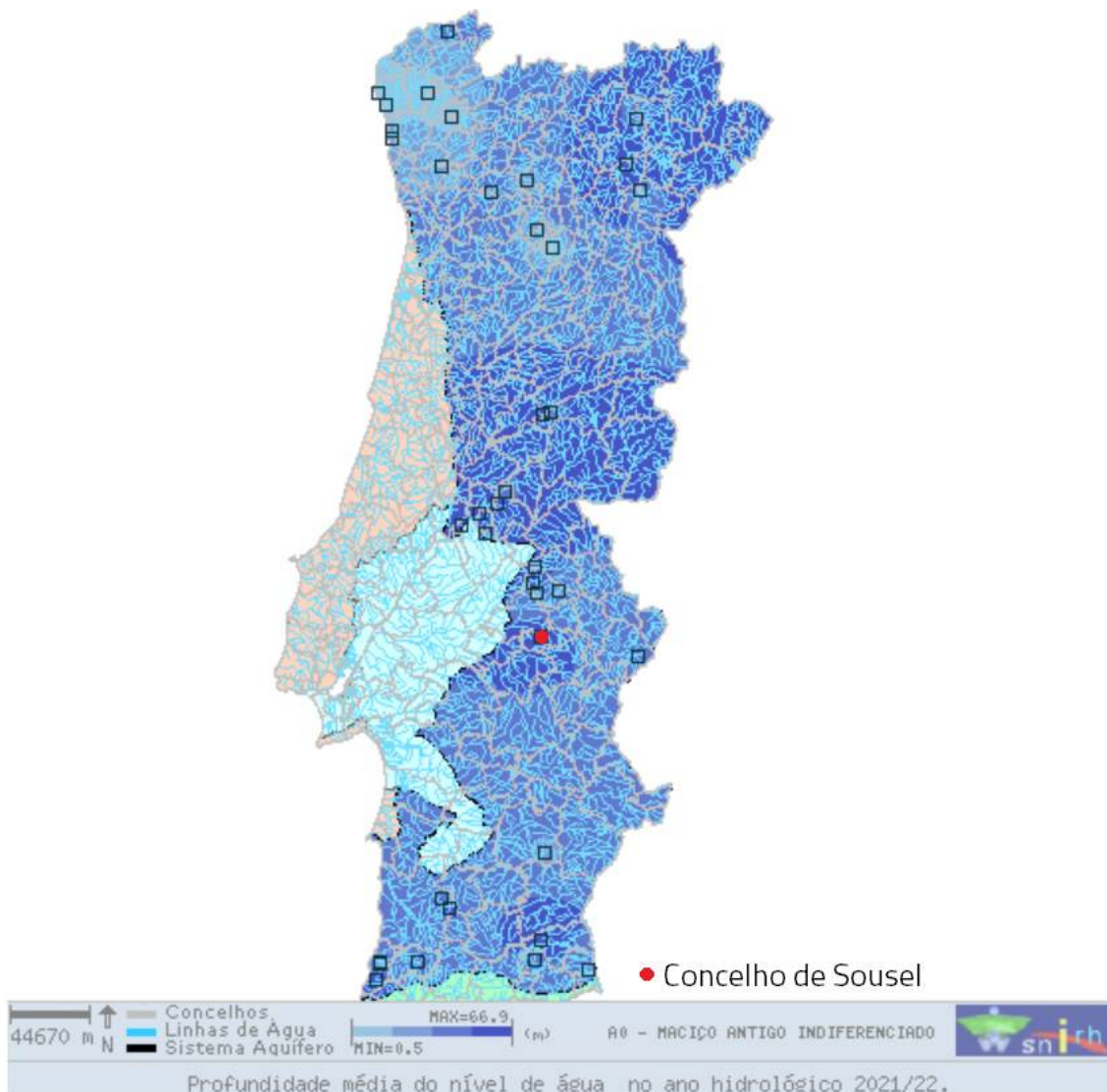
Classe (m)	Valor
<1,5	100
1,5 – 4,6	90
4,6 – 9,1	70
9,1 – 15,2	50
15,2 – 22,9	30
22,9 – 30,5	20

Fonte: Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, na atual redação

Esta variável foi obtida com base na interpolação dos dados relativos à profundidade das captações de água, privadas e públicas, disponíveis em <https://snirh.apambiente.pt/> (Profundidade média do nível de água - Massas de água subterrânea - Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Tejo). Não havendo registos da profundidade de água em poços ou furos no concelho de Sousel¹ verificou-se a necessidade de usar dados mais generalizados, relativos à profundidade média do nível de água no ano hidrológico 2021/2022, sendo registado, no concelho de Sousel, valores de profundidade média que variam entre 49,8 m e os 66,9 m de profundidade (*vd.* Figura 3.1.12). Assim, de acordo com o apresentado no Quadro 3.6, foi atribuída uma valoração de 20 para toda a área pertencente à massa de água subterrânea do maciço antigo indiferenciado da bacia do Tejo.

¹ Fora do sistema aquífero Estremoz-Cano, uma vez que no sistema aquífero optou-se por usar o modelo EPIK.

Figura 3.1.12. Profundidade média do nível de água no ano hidrológico 2021/2022



Fonte: <https://snirh.apambiente.pt/index.php?idMain=1&idItem=1.4&uh=A&sa=A0%20-%20MACI%C7O%20ANTIGO%20INDIFERENCIADO>

O **parâmetro (R)** mede a quantidade de água que chega anualmente ao aquífero através da precipitação. A recarga é calculada através dos métodos descritos nas orientações estratégicas (vd. Quadro 3.7), verificando-se que de acordo com o Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste (RH5), a recarga, na área do concelho de Sousel e para a massa de água subterrânea em análise varia entre 0,05 hm³/km² e os 0,075 hm³/km²

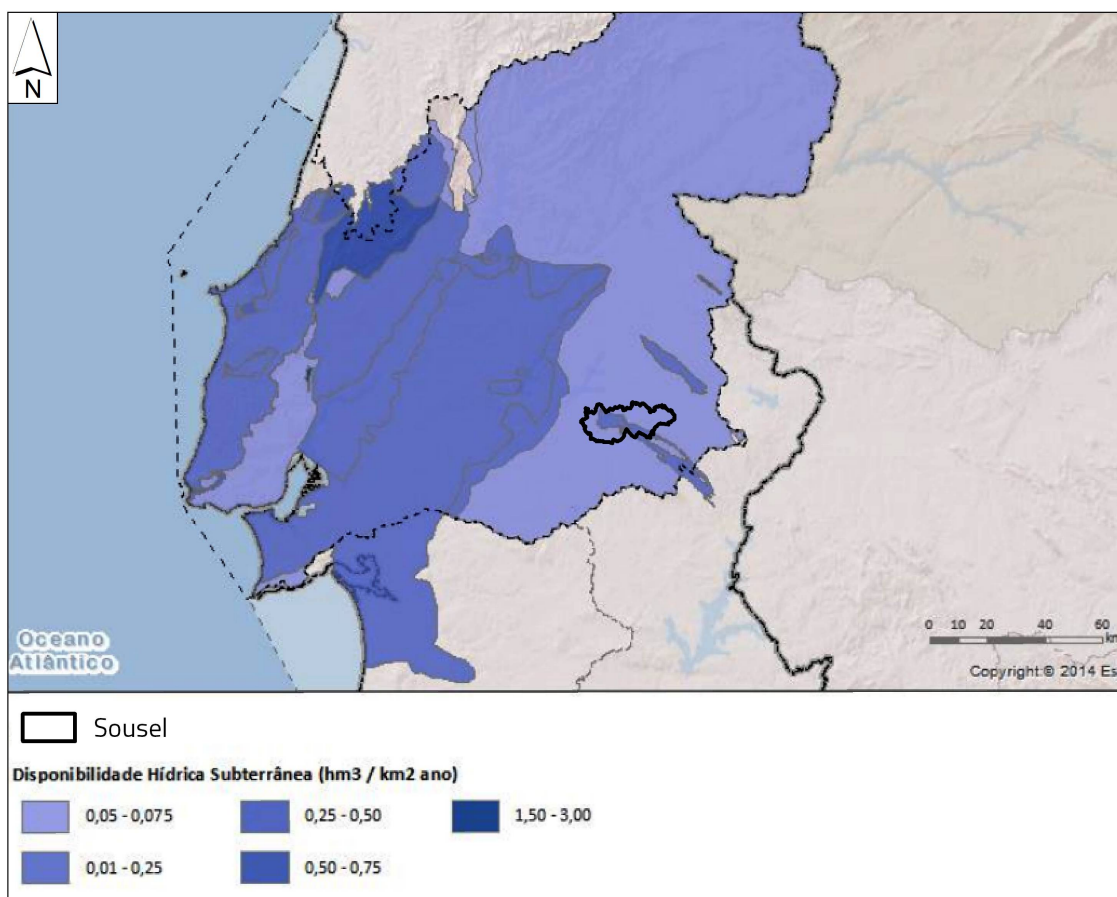
ou 50 mm a 75 mm. Assim, para a massa de água em questão, em termos de recarga, foi atribuída uma valoração de 30 (vd. Quadro 3.7 e Figura 3.1.13).

Quadro 3.7. Classes do parâmetro R

Classe de Recarga (mm)	Valor
<51	10
51 – 102	30
102 – 178	60
178 – 254	80
>254	90

Fonte: Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, na atual redação

Figura 3.1.13. Recarga das massas de água subterrâneas



Fonte: Adaptado de APA (2016)

Em termos de **litologia (A)**, pressupõe-se que quanto mais permeável for o material dos aquíferos, maiores são as hipóteses de contaminação das águas subterrâneas. No Quadro 3.8 apresentam-se as classes definidas para este parâmetro e as pontuações atribuídas a cada classe para o cálculo do IS.

Quadro 3.8. Classes do parâmetro A

Classe	Valor	Valor típico
Xisto argiloso, argilito	10 – 30	20
Rocha metamórfica / ígnea	20 – 50	30
Rocha metamórfica / ígnea alterada	30 – 50	40
“Till” glacial	40 – 60	50
Arenito, calcário e argilitos estratificados	50 – 90	60
Arenito maciço	40 – 90	60
Calcário maciço	40 – 90	80
Areia e balastro	40 – 90	80
Balastro	20 – 100	90

Fonte: Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, na atual redação

Como poderá ser avaliado no Quadro 3.9, no concelho de Sousel as litologias que apresentam a mais elevada valoração são os Dolomitos e calcários dolomíticos cristalinos, Depósitos de terraços fluviais (areias e cascalheiras), Depósitos de terraços de 8-15m, Calcários do Cano - Casa Branca e as aluviões. As litologicamente mais permeáveis encontram-se na freguesia de Cano e na serra de S. Bartolomeu e serra de S. Miguel (Figura 3.1.14).

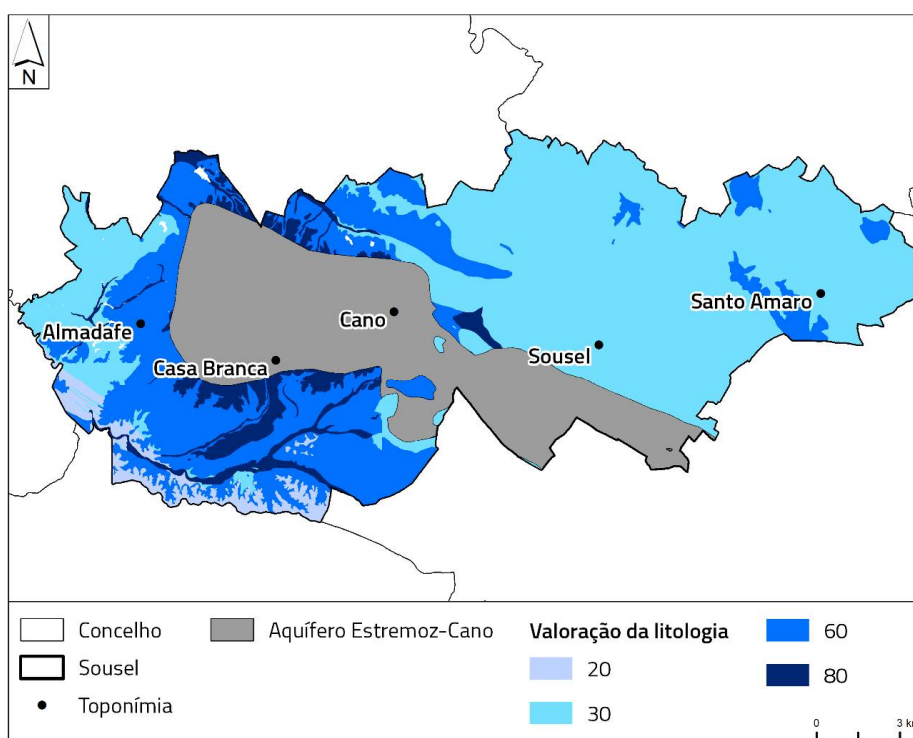
Quadro 3.9. Valoração do parâmetro A no concelho de Sousel

Litologia	Valoração
Xistos negros siliciosos e liditos negros na base	30
Xistos e grauvaques	30
Vulcanitos básicos e intrusões associadas	30
Pórfiros graníticos	30
Microtonalitos – Filões e massas	30
Metavulcanitos	30
Granitos calco-alcalinos, com tendência alcalina, biotíticos com hornblenda, não porfiróides de grão médio a fino	30
Granito de grão médio, biotítico, porfiróide	30

Formação de Vale do Guizo: conglomerados, areias, arcoses e pelitos, frequentemente calchificados	60
Formação de Barrancos (xistos roxos e cinzento-esverdeados) e Formação da Ossa (xistos e grauvaques) indiferenciadas	20
Filitos e quartzofilitos cinzentos micáceos	20
Dolomitos e calcários dolomíticos cristalinos	80
Depósitos de terraços fluviais (areias e cascalheiras)	80
Depósitos de terraços de 8- 15m	80
Corneanas	30
Complexo greso-argiloso e conglomerático dos planaltos	20
Complexo arcósico e argiloso de Brotas, com algumas zonas calcárias	60
Calcretos anteriormente designados de "Calcários do Cano - Casa Branca"	80
Calcários cristalinos com silificações secundárias, muito xistificados na base	60
Basitos (gabros, gabros olivínicos, anortosíticos, hipersténicos)	30
Arenitos feldspáticos e cascalheiras. Calcários margosos	60
Areias e cascalheiras de matriz argilosa, avermelhada	60
Aluviões	80

Fonte: na Carta Geológica (1:25 000) do LNEG, folhas 396 Casa Branca (Sousel), 397 Sousel, 398 – Veiros (Estremoz), 410 Malarranha (Mora), 411 Ameixal (Estremoz) (LNEG)

Figura 3.1.14. Valoração do Parâmetro A no concelho de Sousel



Fonte: CAOP, DGT (2022), Carta Geológica, LNEG, folhas 396 Casa Branca (Sousel), 397 Sousel, 398 – Veiros (Estremoz), 410 Malarranha (Mora), 411 Ameixal (Estremoz) (LNEG).

Esta variável foi obtida com recurso às diferentes cartas geológicas do concelho de Sousel, reclassificando as mesmas em termos dos materiais dominantes, com base no Quadro 3.8. De referir que foram assumidos, para o cálculo deste parâmetro, valores superiores (10 pontos) ao valor típico de referência.

A topografia define os declives do terreno sendo que, quanto mais elevados forem, maior é a escorrência superficial e, potencialmente, o poder erosivo e, por outro lado, menor a infiltração. Deste modo, declives menos acentuados promovem uma maior infiltração e, também, a concentração e o transporte dos contaminantes para as águas subterrâneas. No Quadro 3.10 apresentam-se as classes definidas para o **parâmetro T** e as pontuações atribuídas a cada classe para o cálculo do IS.

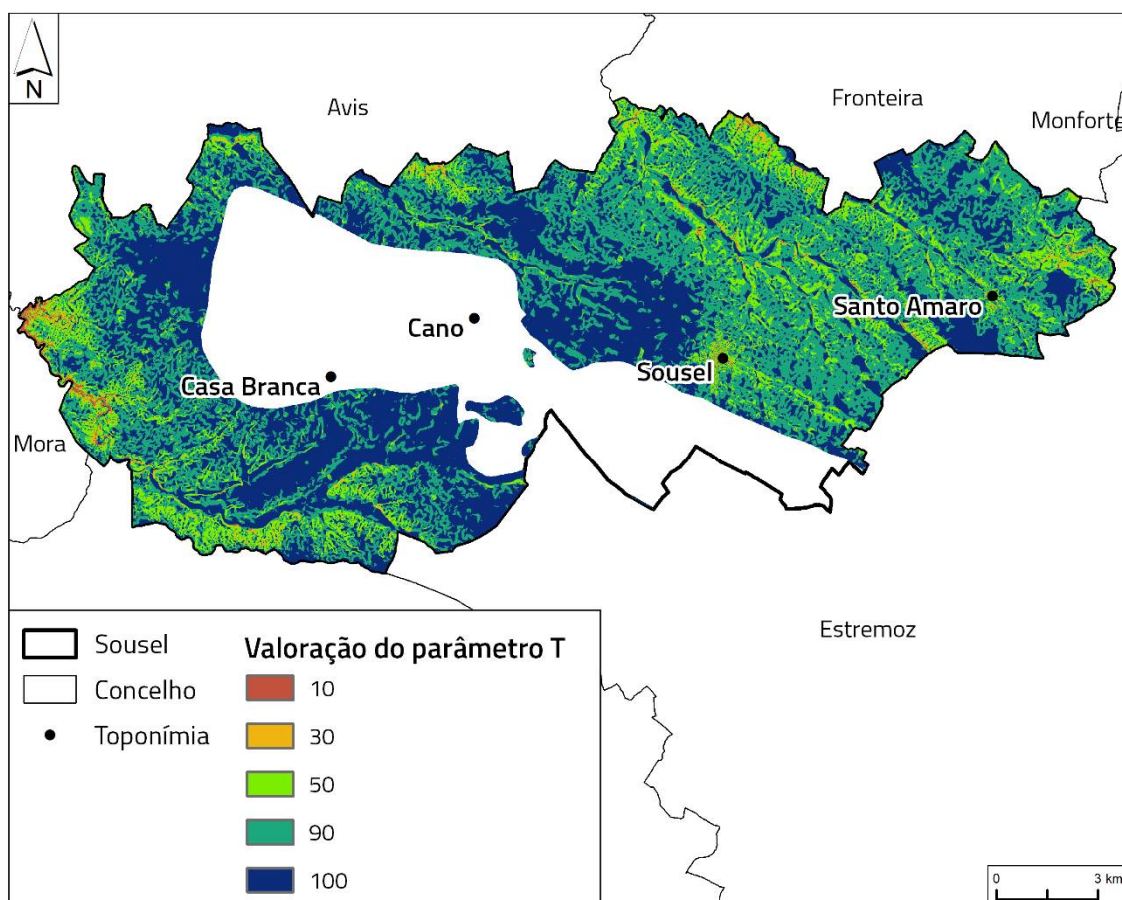
Quadro 3.10. Classes do parâmetro T

Classe (%)	Valor
<2	100
2 – 6	90
6 – 12	50
12 – 18	30
>18	10

Fonte: Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, na atual redação

Como pode ser verificado na Figura 3.1.15 o fator T ocorrem com maior valoração na área da serra de S. Miguel e S. Bartolomeu, mas também nos vales das principais linhas de água, ou seja, ribeira de Almadafe, ribeira de Sousel, ribeira de Lupe e ribeira de Ana Loura.

Figura 3.1.15. Valoração do Parâmetro T no concelho de Sousel



Fonte: CAOP, DGT (2022); Cartografia de base, CM SOUSEL, INFOPORTUGA, S.A. (2020)

Para o cálculo do IS é efetuada a soma ponderada, de acordo com a expressão referida anteriormente, após a classificação dos vários parâmetros (D, R, A e T). Quanto maiores são os valores finais de IS, maior é a probabilidade de determinada área ser mais vulnerável a contaminação das águas subterrâneas.

No Quadro 3.11 pode-se observar a classificação final dos valores de IS em função da sua vulnerabilidade. Para efeitos de delimitação das áreas mais vulneráveis à poluição dos aquíferos porosos ou de dupla porosidade são considerados os valores de IS correspondentes às classes de **extremamente vulnerável a elevada**.

Quadro 3.11. Classes de vulnerabilidade

IS	Vulnerabilidade
>90	Extremamente vulnerável
80-90	Muito elevada
70-80	Elevada
60-70	Moderada a alta
50-60	Moderada a baixa
40-50	Baixa
30-40	Muito baixa
<30	Extremamente baixa

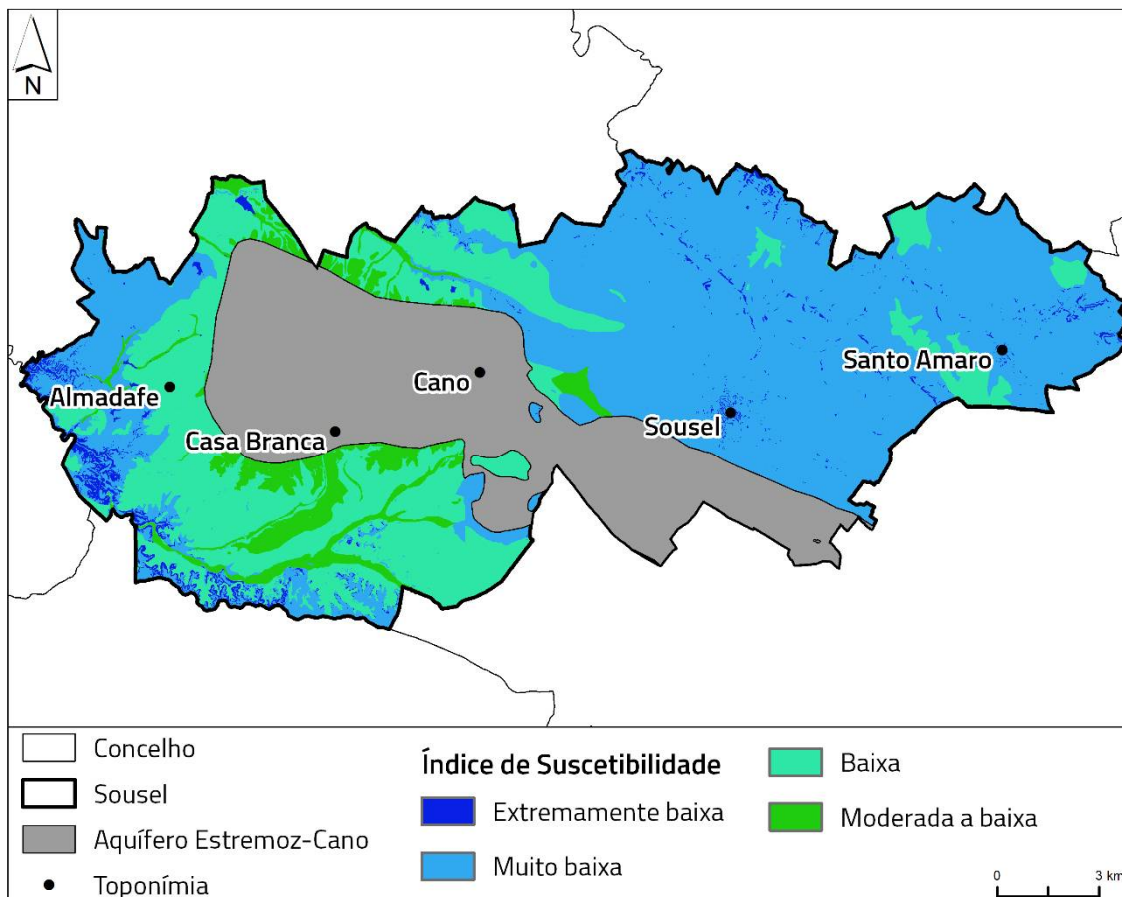
Fonte: Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, na atual redação

Verifica-se da aplicação da fórmula apresentada que o concelho de Sousel está integrado em áreas de vulnerabilidade extremamente baixa à moderada à baixa (*vd.* Figura 3.1.16 e Quadro 3.11), não sendo as áreas da Massa de água subterrânea do maciço antigo indiferenciado da bacia do Tejo, no concelho de Sousel integradas em REN, de acordo com este índice.

Considera-se que, uma vez que o território de Sousel, na área da Massa de água subterrânea do maciço antigo indiferenciado da bacia do Tejo, apresenta elevada profundidade da zona não saturada e baixos valores de recarga, aliados a uma litologia dominante de baixa porosidade não apresenta elevada suscetibilidade à infiltração de contaminantes.

Ainda se acrescenta que dada a inexistência de sistemas aquíferos nesta área, não se justificam, de acordo com o índice de suscetibilidade a integração de áreas em REN. Ainda assim, na área desta massa de água subterrânea e no contexto da tipologia das áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos, são analisadas as aluviões e as cabeceiras.

Figura 3.1.16. Índice de suscetibilidade na Massa de água subterrânea do maciço antigo indiferenciado da bacia do Tejo, no concelho de Sousel



Fonte: CAOP, DGT (2022)

CABECEIRAS

A componente das áreas estratégicas de infiltração desta tipologia é assegurada através da **integração das áreas aluvionares**, referida na respetiva cartografia geológica, e na integração das cabeceiras dos principais cursos de água.

Para garantir a delimitação das áreas de receção e infiltração das águas pluviais, de acordo com a Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, alterada pela Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro, devem ser delimitadas as cabeceiras das bacias hidrográficas, partindo das

linhas de fecho principais e abrangendo áreas planas e convexas adjacentes e áreas côncavas até à interseção com a linha de água principal.

A **delimitação das cabeceiras** recorreu ao método desenvolvido por Pena *et al.* (2018) **sugerido na Orientação Técnica da Comissão Nacional do Território para apoio ao cálculo das cabeceiras** das bacias hidrográficas, de junho de 2024.

O método não pressupõe a utilização das cabeceiras das bacias hidrográficas disponibilizadas no geoportal EPIC WebGIS¹ que foram calculadas para todo o país à escala 1/25 000, mas antes o seu cálculo à escala adequada para cada município. Este método considera que as cabeceiras são a área localizada entre a linha de fecho e o início da rede hidrográfica e tem como dados de entrada:

- a) a rede hidrográfica;
- b) pontos de início das linhas de água;
- c) as linhas de fecho (hierarquizadas).

A **rede hidrográfica** foi gerada através de um modelo numérico de elevação criado através da cartografia de base altimétrica do concelho de Sousel à escala 1/10 000, esse modelo foi posteriormente corrigido de forma a remover pequenas imperfeições nos dados, preenchendo as depressões identificadas. O início da rede hidrográfica foi definido com base na área de drenagem acumulada, sendo que o limiar aplicado foi o de 0,1 km² de área de drenagem. A rede hidrográfica resultante do procedimento anterior foi utilizada para hierarquização da rede de drenagem segundo o método de STRAHLER².

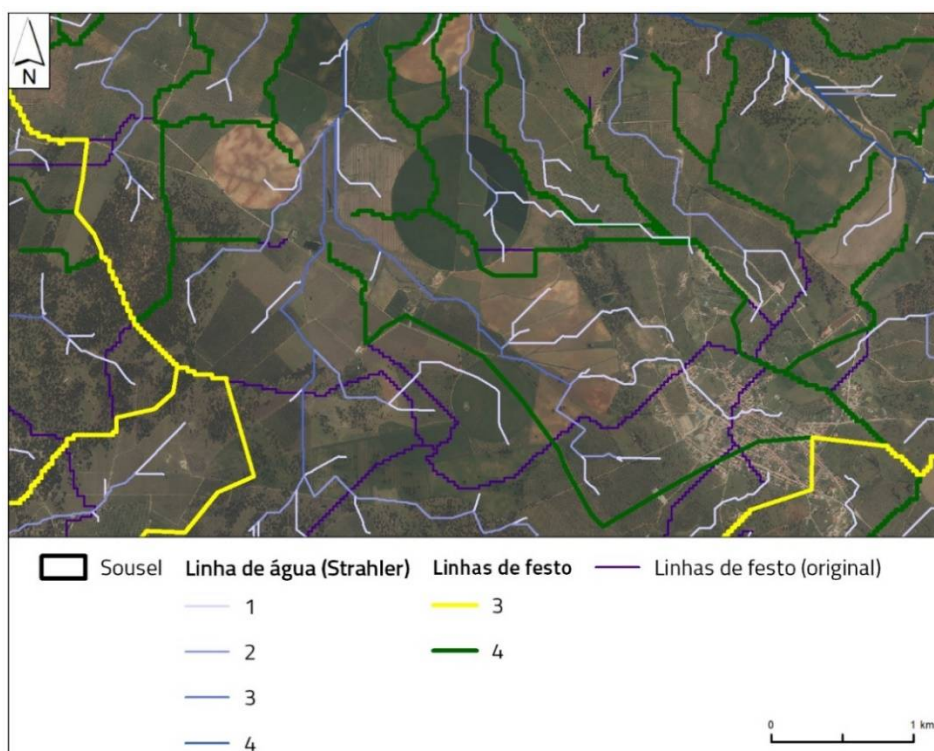
¹ <http://geoportal.epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/catalogue/#/dataset/96>

² Os procedimentos para a determinação das cabeceiras encontram-se conforme o Anexo das “Orientação técnica para apoio ao cálculo das cabeceiras das bacias hidrográficas” - Procedimento para modelação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas (CBH) utilizando método de Pena *et al.* 2018. (Ferramentas pelo software ArcGIS).

No que se refere aos **pontos de início** das linhas de água a incluir na modelação das cabeceiras, estes foram gerados com base no tema anterior.

Foram consideradas as **linhas de festo** disponíveis no geoportal EPIC WebGIS (<http://geoportal.epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/catalogue/#/dataset/8>). De forma a não comprometer a modelação das cabeceiras das bacias hidrográficas, procedeu-se a um ajuste das linhas de festo, sendo as mesmas ajustadas nos casos em que existia alguma interseção com a rede hidrográfica. A correção das linhas de festo foi realizada tendo como base o modelo digital de terreno que permite identificar as áreas de interflúvio. Assim, como se pode verificar na Figura 3.1.17, em áreas onde as linhas de festo atravessam as linhas de água obtidas através do MDT corrigido, as linhas de festo foram alteradas de forma a não coincidirem com as linhas de água.

Figura 3.1.17. Linhas festo originais e corrigidas no concelho de Sousel



Fonte: Cartografia de base: CM SOUSEL/ INFOPORTUGAL, S.A. (2019);
 Linhas de festo: <http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>

As variáveis de entrada no modelo (**rede hidrográfica, pontos de início das linhas de água e linhas de festo**) após atribuição de um campo único identificativo, foram convertidas para estrutura matricial, para posteriormente ambas as variáveis serem reclassificadas, atribuindo o valor "0" aos campos nulos e mantendo os valores únicos atribuídos à informação das variáveis. Após reclassificação das variáveis, ambas foram integradas de forma a agregar a informação das três variáveis numa camada única.

As cabeceiras das bacias hidrográficas foram definidas pela ferramenta "*Cost Allocation*", a qual calcula para cada célula a variável mais próxima, com base no menor custo acumulado numa superfície de custo. A superfície de custo utilizada neste método foi o modelo numérico de elevação corrigido, que foi utilizado para alocar as células a cada variável.

Do resultado obtido foram consideradas apenas as áreas de alocação correspondentes às linhas de festo e aos pontos de início das linhas de água quando adjacentes às anteriores. A proposta de delimitação das cabeceiras das bacias hidrográficas inclui as cabeceiras de 2ª e 3ª ordem (as cabeceiras de 1ª ordem não ocorrem no concelho), verificando-se que englobam todos os cursos de água que integram a REN e são correspondentes aos limites das principais bacias hidrográficas que drenam o concelho de Sousel. Optou-se por não incluir os troços das cabeceiras de 4ª ordem, uma vez que estas cabeceiras são correspondentes a interflúvios de reduzidas dimensões.

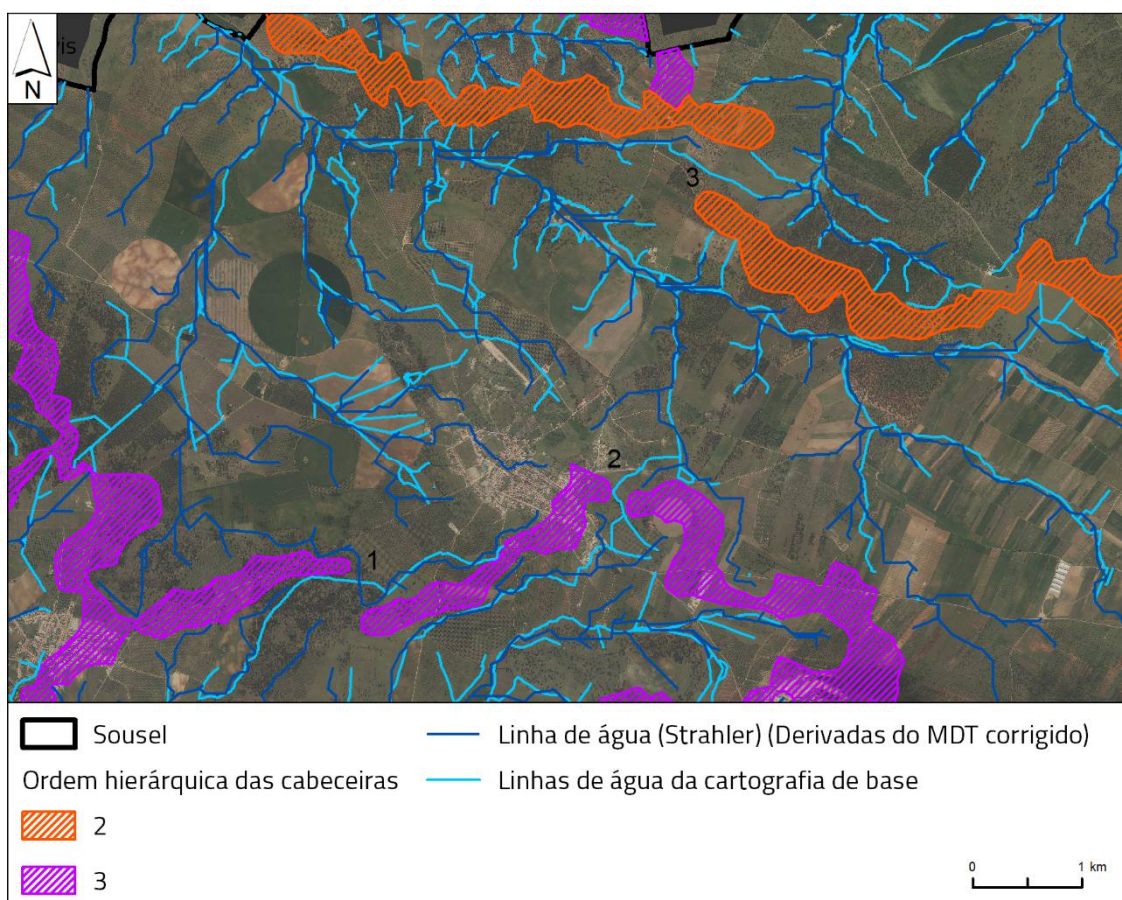
As áreas de cabeceira foram sujeitas a alguns procedimentos de ajuste e suavização, tendo em consideração a morfologia da superfície (com base no modelo numérico de elevação na escala 1:10 000) e as cabeceiras das bacias hidrográficas nacionais disponibilizadas no geoportal EPIC WebGIS. As cabeceiras foram ajustadas nos casos em que se verificaram interseções com a rede hidrográfica e também nas interseções das cabeceiras de 4ª ordem

com as restantes ordens representadas (2ª e 3ª) de forma a evitar concavidades impostas pelas cabeceiras de ordem menor.

Após a determinação das cabeceiras, foi realizada uma comparação com as linhas de água da cartografia de base de Sousel (escala 1:10 000). As linhas de água geradas a partir do Modelo Digital do Terreno (MDT) corrigido seguem, geralmente, a tendência natural da drenagem. No entanto, diversas atividades de mobilização do solo realizadas após a elaboração da cartografia não são identificadas pelo modelo de escoamento. Isso resultou em frequentes incompatibilidades entre as linhas de água da cartografia de base e as linhas de água do modelo de escoamento. Por esse motivo, foi necessário ajustar as cabeceiras em diversos pontos onde havia coincidência com as linhas de água.

Em casos em que a análise do ortofotomapa revela a existência de ambas as linhas de água, mesmo que a linha de água gerada a partir do MDT não apresente a configuração real devido a alterações antrópicas no traçado, optou-se por realizar a separação das cabeceiras. Essa decisão é justificada pela possibilidade de verificar a existência das linhas de água no ortofotomapa, mesmo que apresentem traçados ligeiramente diferentes dos apresentados na cartografia de base ou no modelo de escoamento. Assim, a descontinuidade da cabeceira de ordem 3 foi mantida (ID 1, 2 e 3 na Figura 3.1.18), respeitando o traçado das linhas de água resultando em duas cabeceiras que apresentam descontinuidade por este motivo.

Figura 3.1.18. Cabeceiras de ordem 2 e 3 em áreas de cruzamento com a rede hidrográfica

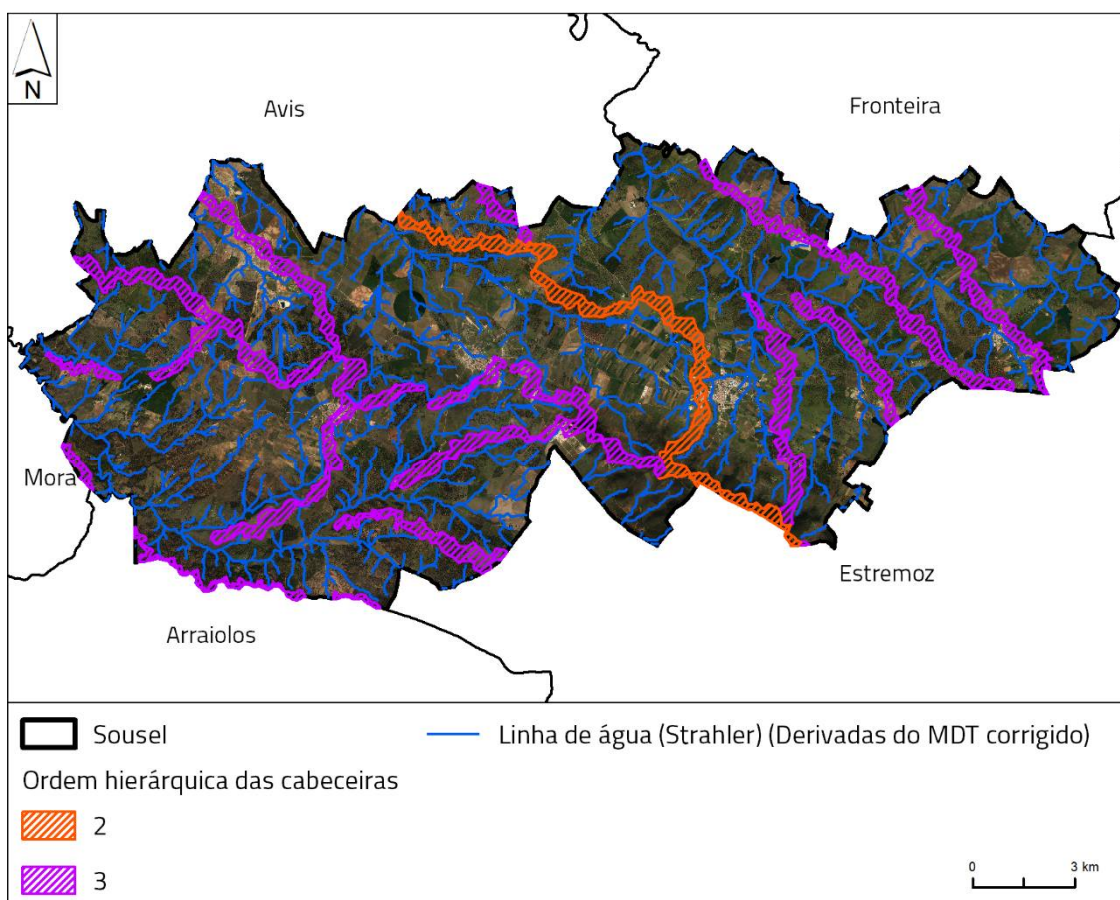


Fonte: Cartografia de base: CM SOUSEL/ INFOPORTUGAL, S.A. (2019)

Resultados

A **delimitação das cabeceiras** apresentada engloba as áreas coincidentes com as cabeceiras dos cursos de água de 2^a e 3^a ordens (as cabeceiras de 1^a ordem não ocorrem no concelho de Sousel), englobando todos os cursos de água que integram a REN, recorrendo ainda a processos de acerto e generalização. Assim, as áreas de cabeceiras do concelho de Sousel correspondem a 3 168 ha (*vd.* Figura 3.1.19).

Figura 3.1.19. Cabeceiras integradas na REN

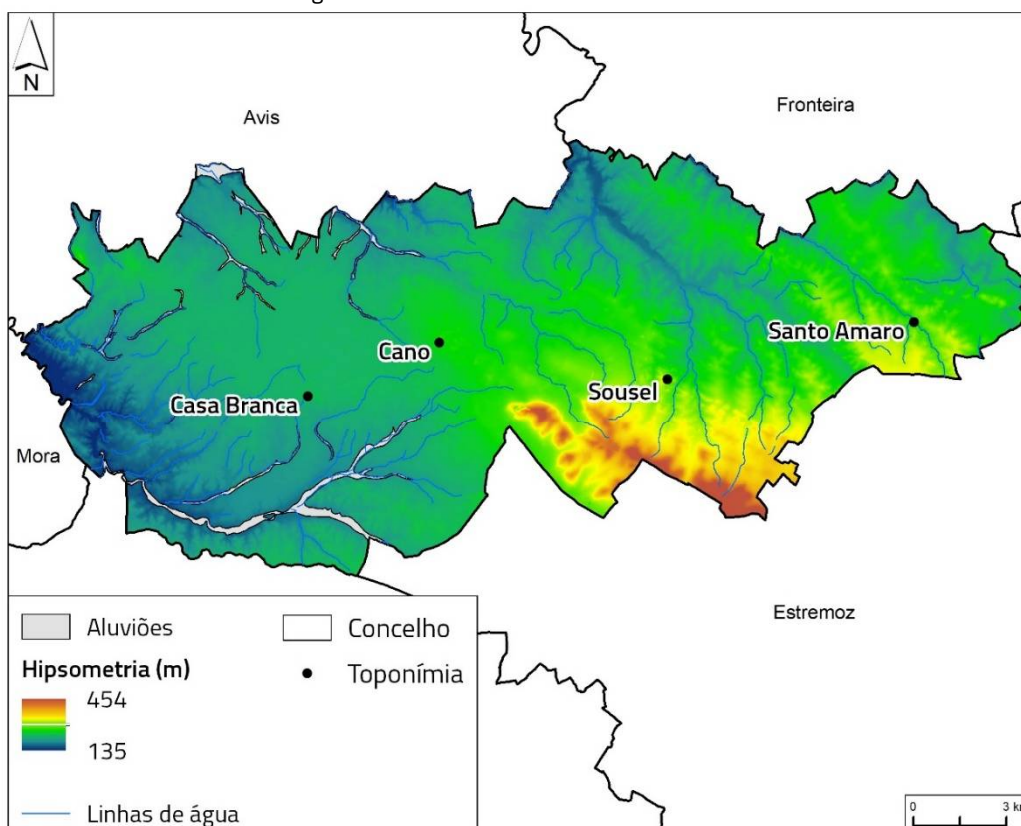


Fonte: Cartografia de base: CM SOUSEL/ INFOPORTUGAL, S.A. (2019);
Linhas de fecho: <http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>

ÁREAS ALUVIONARES

No que se refere às **áreas aluvionares**, estas localizam-se na ribeira de Almadafe, mas também em ribeiras de menores dimensões no setor NO do concelho, nas margens da ribeira de Alcorrego, Vale Freixo, Reforminha e Fonte. Assim, as aluviões ocupam uma área de aproximadamente 549 ha.

Figura 3.1.20. Aluviões no concelho de Sousel



Fonte: CAOP, DGT (2022)

ASPETOS A RETER

As áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos ocupam, assim, 9 643,8 ha do concelho de Sousel (áreas sem sobreposição) o que corresponde a aproximadamente 34,5% do concelho (vd. Quadro 3.12). De entre os elementos que compõem a tipologia de AEIPRA, o aquífero de Estremoz-Cano apresenta claramente a maior área.

Quadro 3.12. Áreas ocupada por cada elemento da tipologia AEIPRA

Tipologia	Área (ha)	% do concelho
Aluviões	549	2
Cabeceiras	3168	11,3
Aquíferos	6 937,9	24,8
AEIPRA (Com sobreposição)	10 655,0	38,1

AEIPRA (Sem sobreposição)	9 643,8	34,5
---------------------------	---------	------

Tendo em consideração o conhecimento biofísico do concelho de Sousel, verifica-se que os resultados dos modelos refletem a realidade territorial. Assim, em termos de sistemas hidrogeológicos as áreas de maior vulnerabilidade são, de facto, o sistema aquífero carbonatado de Estremoz-Cano, um recurso hidrogeológico de grande relevância no concelho de Sousel. As áreas aluvionares são representativas das áreas envolventes às principais linhas de água, sendo as mesmas resultado do levantamento geológico/litológico à melhor escala disponível. Por fim, no que se refere às cabeceiras das linhas de água, considera-se que foram representadas todas as cabeceiras de relevância a nível regional, sendo definidas as cabeceiras das linhas de água integradas na REN, adaptando as mesmas à topografia do terreno.

FONTES DE INFORMAÇÃO

APA (2022). Captações subterrâneas públicas e particulares (APA – ARH do Alentejo);

APA (2014). Massas de água subterrâneas Formato *shapefile*;

CM SOUSEL, INFOPORTUGA, S.A. (2019). Cartografia de base de Sousel. Cartografia vetorial;

DGT (2020). Carta Administrativa Oficial de Portugal. Formato *shapefile*;

LNEG. Carta Geológica de Portugal, escala 1:25 000 (INETI 2008);

Ribeiro, L. (2005). Vulnerabilidade de Aquíferos, Conceitos, Métodos e Práticas. Instituto Superior Técnico, Lisboa;

<https://snirh.apambiente.pt/> - Massas de água subterrâneas – Profundidade média da água.

3.2. A REN NAS “ÁREAS DE PREVENÇÃO DE RISCOS NATURAIS”

3.2.1. ÁREAS COM ELEVADO RISCO DE EROÇÃO HÍDRICA DO SOLO

CONCEITO

As áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo são as áreas que, devido às suas características de solo e de declive, estão sujeitas à perda excessiva de solo por ação do escoamento superficial (STCNREN, 2010), pelo que a avaliação da suscetibilidade à erosão hídrica do solo deverá ser feita com base nas variáveis físicas (erosão potencial), como a intensidade da precipitação, erodibilidade dos solos, comprimento e declive das vertentes (CNT, 2017).

A delimitação destas áreas deve assegurar as seguintes funções:

1. conservação do recurso solo;
2. manutenção do equilíbrio dos processos morfogenéticos e pedogenéticos;
3. regulação do ciclo hidrológico através da promoção da infiltração em detrimento do escoamento superficial;
4. redução da perda de solo, diminuindo a colmatção dos solos a jusante e o assoreamento das massas de água.

CRITÉRIOS E METODOLOGIA PARA A DELIMITAÇÃO

A delimitação das áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo apoia-se, de acordo com as orientações estratégicas, aprovadas pela Portaria nº 336/2019 (na atual redação), na

identificação da erosão potencial do solo, através da aplicação da seguinte equação, que considera os fatores de erosividade da precipitação (R), erodibilidade dos solos (K) e topografia (LS), traduzida na expressão:

$$A = R \times K \times LS$$

Em que:

A é valor da Erosão Potencial do Solo, expresso em $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$;

R é o Fator de erosividade da precipitação, expresso em $MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}\ ano^{-1}$;

K é o Fator relativo à erodibilidade do solo, expresso em $t\ h\ ha\ MJ^{-1}\ ha^{-1}\ mm^{-1}$.

LS é o Fator topográfico, adimensional.

De salientar que para o cálculo das Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo, não são considerados os parâmetros C – Fator relativo ao tipo de cultura, P – fator antrópico de acordo com as orientações estratégicas, pois a aplicação destes fatores ao território municipal, para efeitos de delimitação da REN, apresenta limitações, que se prendem quer com a sua mutabilidade, quer com a dificuldade em traduzir a heterogeneidade dos territórios e com os critérios dos fatores de formação do solo e dos processos pedogenéticos.

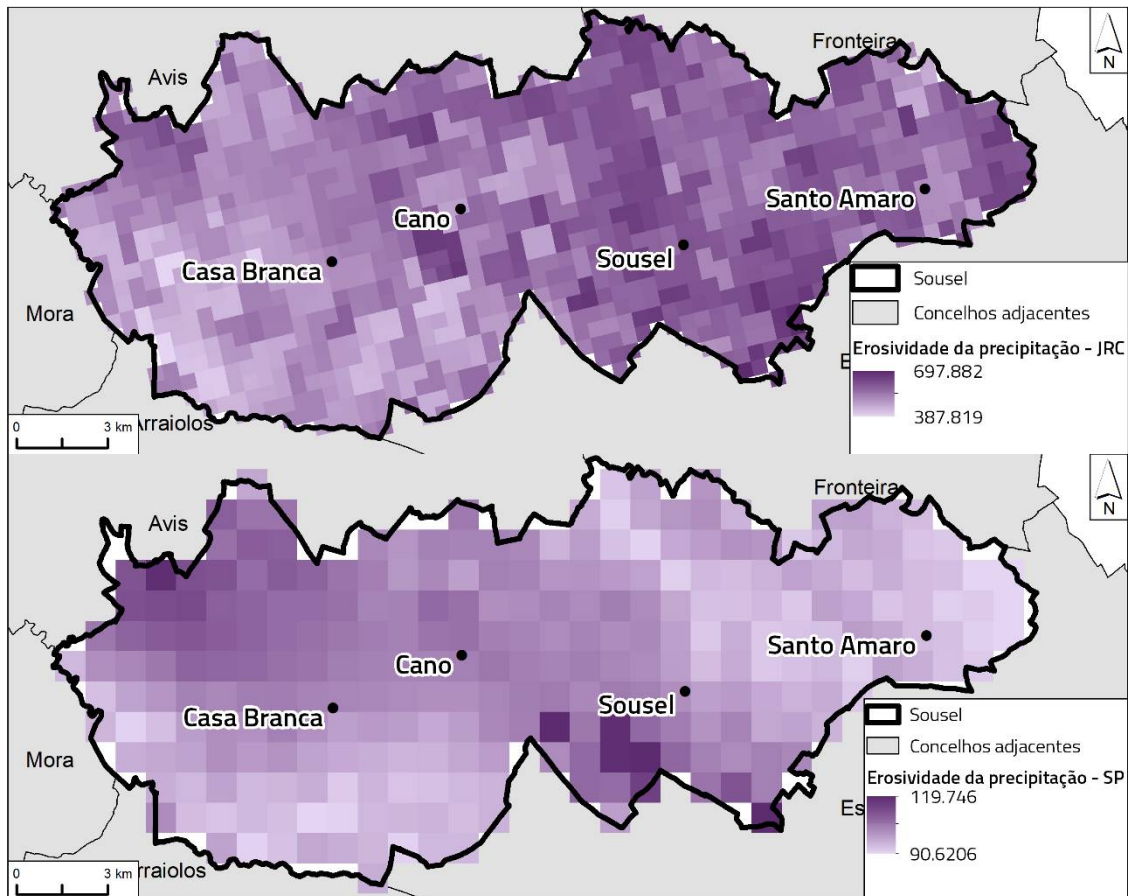
Analisam-se seguidamente cada um dos fatores considerados no cálculo da erosão potencial do solo para o concelho de Sousel.

FATOR DE EROSIVIDADE DA PRECIPITAÇÃO - R

Segundo as orientações estratégicas devem ser utilizados os “cálculos da erosividade da precipitação com base em trabalhos científicos e técnicos desenvolvidos por especialistas”, bem como os resultados dos estudos desenvolvidos pela APA. I.P.. Foi utilizado o Fator R de PENA, S.B. (2016), informação cedida, sob termo de responsabilidade, pela APA. I.P. Foi realizada a análise do Fator R do *Join Reserch Centar*, comparando os resultados com os de PENA (2016). Assim, dos testes realizados, concluiu-se que os dados apresentados por PENA (2016) apresentam uma melhor representatividade do território por apresentarem dados

mais coerentes, apresentando continuidade nos seus valores. Contrariamente, os valores de erosividade da precipitação apresentados pelo JRC nem sempre apresentam continuidade e refletem pontuais subidas abruptas nos valores de R, sem haver justificação real dos mesmos valores por variações climáticas ou geomorfológicas. A variação abrupta nos valores do Fator R do JRC levam a que no cálculo da erosão potencial do solo fossem promovidas, como áreas a integrar na REN, manchas de pequenas dimensões, isoladas e dispersas que não permitem a gestão integrada do território. Por este motivo foi utilizado o valor de R de PENA (2016) que promove uma variação gradual dos valores da erosividade da precipitação (vd. Figura 3.2.1).

Figura 3.2.1. Diferença entre o Fator R de JRC e PENA (2016)

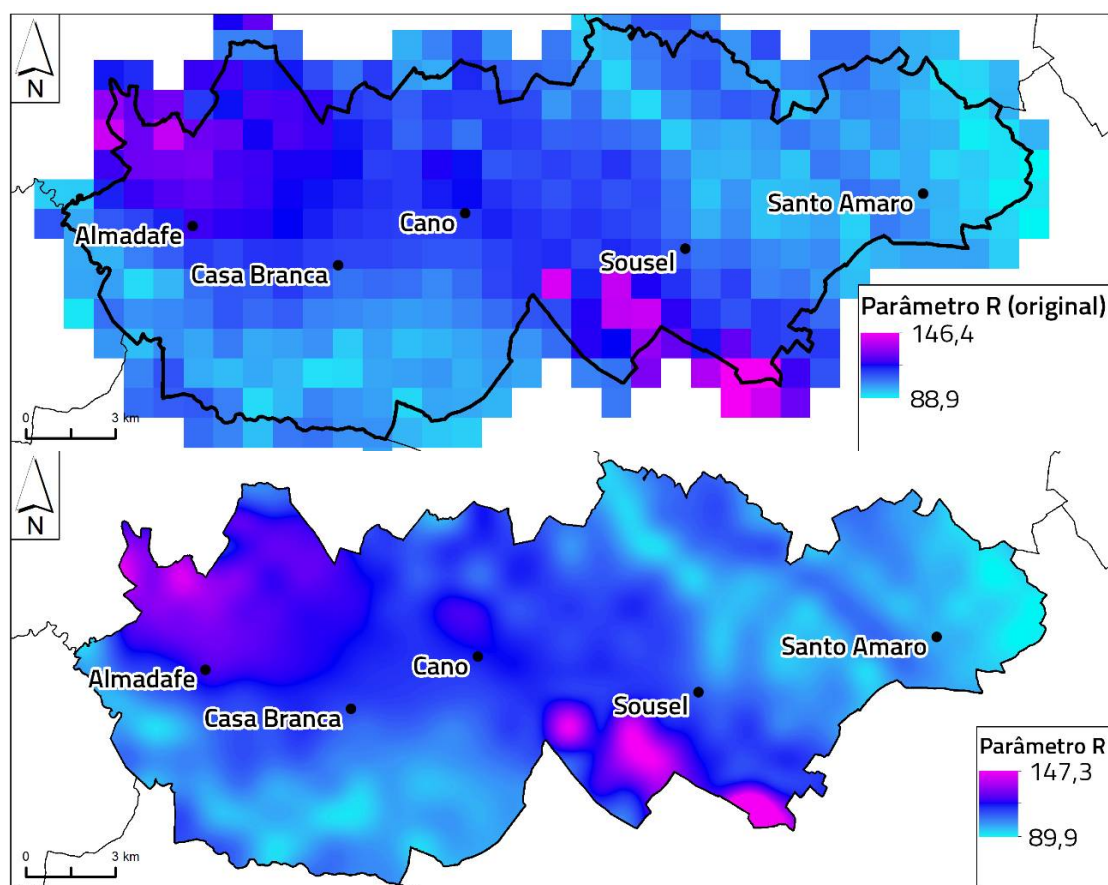


Fonte: CAOP, DGT (2022); Fator K, PENA (2016); JRC

De forma a melhorar a informação existente, inicialmente foi feito um buffer de 1 km ao concelho de forma a englobar a área diretamente envolvente ao concelho. Assim, a cada célula do *raster* do Fator R foi associado um ponto, de forma a permitir interpolar os dados do Fator R (JRC). A interpolação foi realizada de forma a suavizar os dados apresentados (vd. Figura 3.2.2). Todos os dados foram convertidos para uma célula de 10 m.

Os setores com valores mais elevados encontram-se no setor nascente do concelho, ocorrendo os valores máximos a sul de Sousel e Santo Amaro, na fronteira com o concelho de Estremoz. Pelo contrário, os valores mais baixos estão concentrados na envolvente da ribeira de Almadafe e respetivos afluentes, ribeira de Sousel, Lupe e Ana Loura.

Figura 3.2.2. Fator R, concelho de Sousel

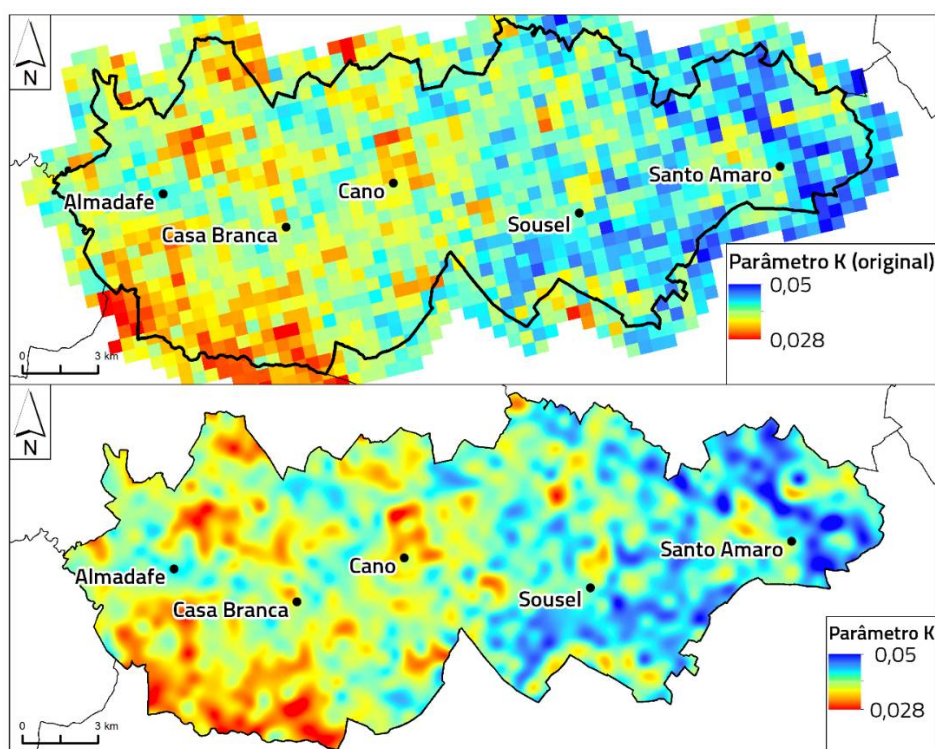


Fonte: R adaptado de PENA (2016); CAOP, DGT (2022)

FATOR DE ERODIBILIDADE DOS SOLOS - K

Para a aplicação do **fator de erodibilidade dos solos** foram considerados os valores de Erodibilidade dos Solos - *Soil Erodibility (K- Factor) High Resolution dataset for Europe* – informação matricial com resolução de 500 m, apresentados em unidades do Sistema Internacional (SI), isto é, $t\ h\ ha\ MJ^{-1}\ ha^{-1}\ mm^{-1}$ (*Join Research Centre (JRC)*). Estes valores foram comparados com a valoração da erodibilidade dos solos realizada por PIMENTA (1998) para cada tipo e família de solos conforme a classificação adotada no Serviço de Reconhecimento Agrário (SROA), sendo reconhecido que em ambas as classificações as áreas de maior erodibilidade estão associadas à serra de S. Miguel e de S. Bartolomeu e ao setor nascente do concelho (Figura 3.2.3).

Figura 3.2.3. Fator K, concelho de Sousel



Fonte: *Join Research Centre (JRC)*; CAOP, DGT (2022)

A informação original foi submetida ao mesmo tratamento relatado para o fator R, suavizando os dados e conferindo-lhes uma precisão superior.

FATOR TOPOGRÁFICO - LS

O LS é o fator topográfico, adimensional, que exprime a importância conjugada do comprimento da encosta (L) e do seu declive (S), aferidos à geometria normalizada dos talhões experimentais.

Assim, para o cálculo do fator topográfico LS através do modelo digital do terreno (MDT). O MDT foi criado a partir da cartografia de base homologada no contexto da revisão do PDM do concelho (escala 1:10 000). Assim para a geração do MDT foram utilizadas as curvas de nível mestras e secundárias, assim como os pontos de água cotados, sendo criado um TIN e, posteriormente, um raster de resolução de 10 m. O raster foi submetido a correções de eventuais picos ou fundos falsos recorrendo a ferramentas SIG, nomeadamente o "sink" e o "fill".

Para o cálculo deste fator foi utilizado o guia de apoio à delimitação da REN - Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo - Cálculo do Fator Topográfico (LS) (DGT, 2020).

O **fator L** traduz a proporção de perda potencial de solo numa vertente sem escoamento organizado, em comparação com uma vertente-modelo de 22,13 m de comprimento com o mesmo tipo de solo e o mesmo declive. Esse comprimento é medido desde o topo da vertente até cada ponto ao longo da vertente; portanto, é medido no sentido do escoamento, usando-se as curvas de nível para verificar esse sentido. O fator L pode ser determinado através de ferramenta disponível em Sistema de Informação Geográfica (SIG):

$$L = \left(\frac{\lambda}{22,13} \right)^m$$

em que λ é o comprimento do desnível, em metros, desde o início do fluxo até cada ponto da vertente, sendo considerado um valor máximo de desnível da vertente de 305 m. O θ é o ângulo associado à inclinação do desnível, em radianos e m é o coeficiente dependente do declive que assume os seguintes valores, (McCool, *et. al.*, 1989)¹:

$$m = \beta / (1 + \beta)$$

sendo que β é calculado segundo a seguinte expressão:

$$\beta = \left(\frac{\sin\theta}{0.0896} \right) / [3(\sin\theta)^{0.8} + 0.56]$$

O fator S (*vd.* Figura 3.2.4) é o fator preponderante na variação da perda de solo e representa o efeito da gravidade no que respeita à dependência da erosão do solo em relação ao valor da inclinação relativa das vertentes, com a qual tem, dentro de certos limites, uma relação diretamente proporcional. Na USLE, o fator S corresponde à razão entre a perda de solo no local e a perda de solo (medida experimentalmente) num terreno com 9 % de inclinação e 22,13 m de comprimento, em condições idênticas.

Para o cálculo do fator S (*vd.* Figura 3.2.4) é proposta a fórmula de Wischmeier and Smith (1978)², revista por McCool, *et. al.*, 1987³: por forma a representar melhor a razão entre a erosão do solo a partir da lavagem superficial da chuva (escorrência) e a erosão a partir do escoamento concentrado (ravinamento):

$$S = 10.8 \sin\theta + 0.03 \text{ when } \theta < 5.14$$

$$S = 16.8 \sin\theta - 0.50 \text{ when } \theta \geq 5.14$$

¹ McCool, D.K., Foster, G.R., Mutchler, C.K., Meyer, L.D., 1989. Revised slope length factor for the Universal Soil Loss Equation. Transactions of ASAE, 32, pp. 1571-1576.

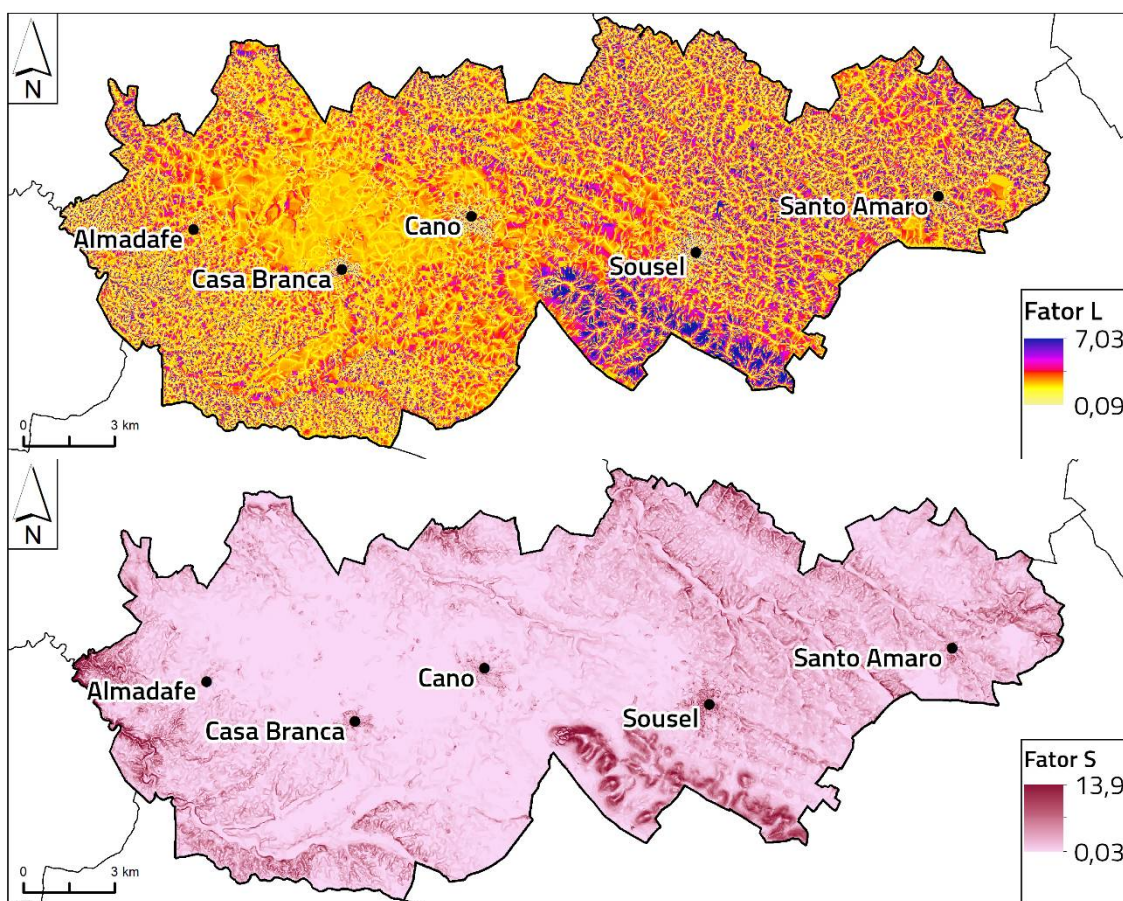
² Wischmeier W. H., Smith D.D., 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses – A Guide to Conservation Planning. USDA Handbook 537, Washington, D. C.

³ McCool, D.K., Brown, L. C., Foster G. R., Mutchler, C.K., Meyer, L.D., 1987. Revised slope steepness factor for the Universal Soil Loss Equation. Transactions of ASAE, 30, pp. 1387-1396.

sendo que θ é o declive em radianos e a condição em graus.

Assim, apresentam-se na Figura 3.2.4 os resultados obtidos para os fatores L e S, verificando-se que, em ambos os fatores, os valores máximos são atingidos nas serras de S. Bartolomeu e S. Miguel. Estes resultados são expectáveis, tratando-se da área de maior declive e com maior comando de vertentes no concelho, sendo, de resto, um território geralmente aplanado.

Figura 3.2.4. Fator L e Fator S



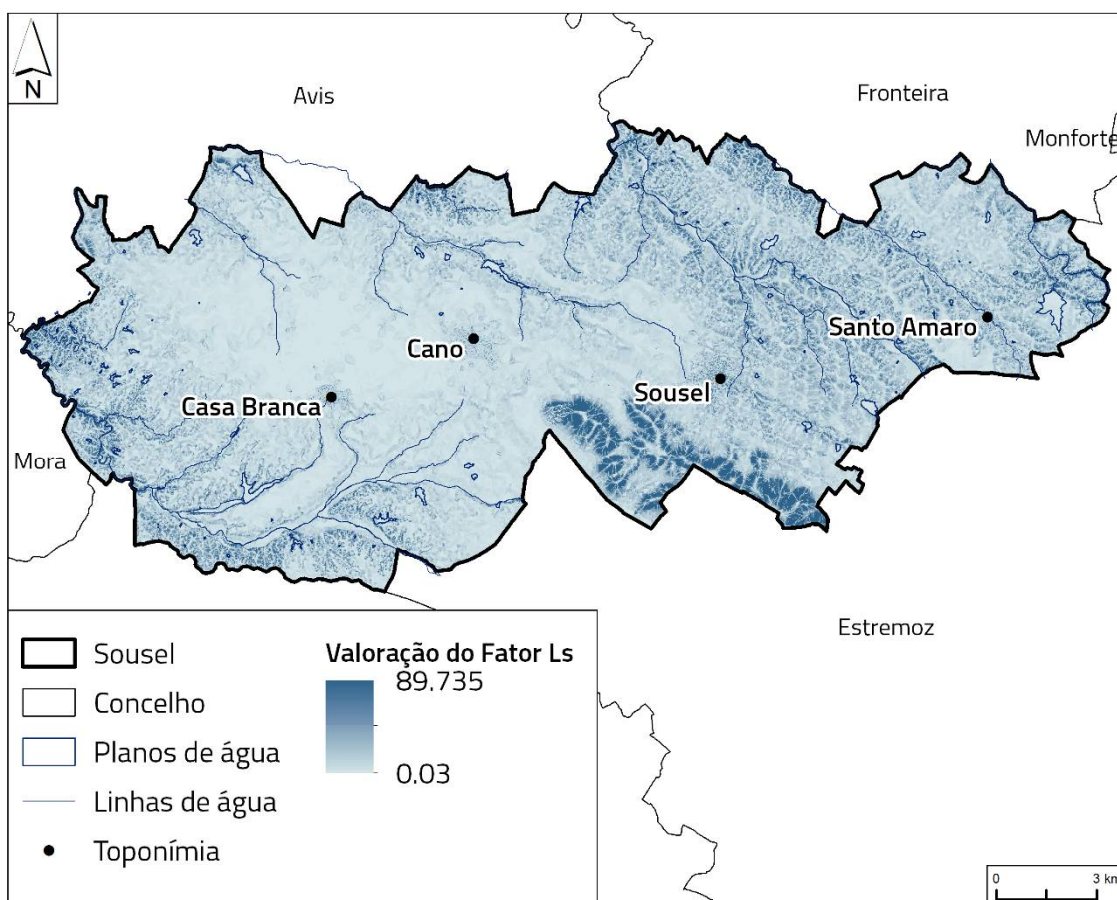
Fonte: CAOP, DGT (2022)

Da aplicação do modelo em software SIG resultou o LS representado na Figura 3.2.5. Assim, mais uma vez, destacam-se a área de serra de S. Bartolomeu e S. Miguel como as áreas de

mais elevado LS, justificada pela altitude da serra, assim como declive e comando das respetivas vertentes. Para além das áreas de serra apenas podem ser destacadas as áreas de encaixe da rede hidrográfica como é o caso das ribeiras de Almadafe, Lupe ou Sousel.

Em termos de **classificação qualitativa** da perda do solo associada a um risco de erosão hídrica para efeitos de **integração das áreas na REN, aplica-se o valor de 25 ton/ha.ano** como referência de limite máximo de perda de solo admissível, podendo este valor ser ajustado para limiares superiores ou inferiores, em função da perda relativa do solo no contexto territorial específico desde que devidamente fundamentados, nomeadamente através de outros estudos e/ou de trabalho de campo (cf. Portaria n.º 336/2019 de 26 de setembro, na atual redação).

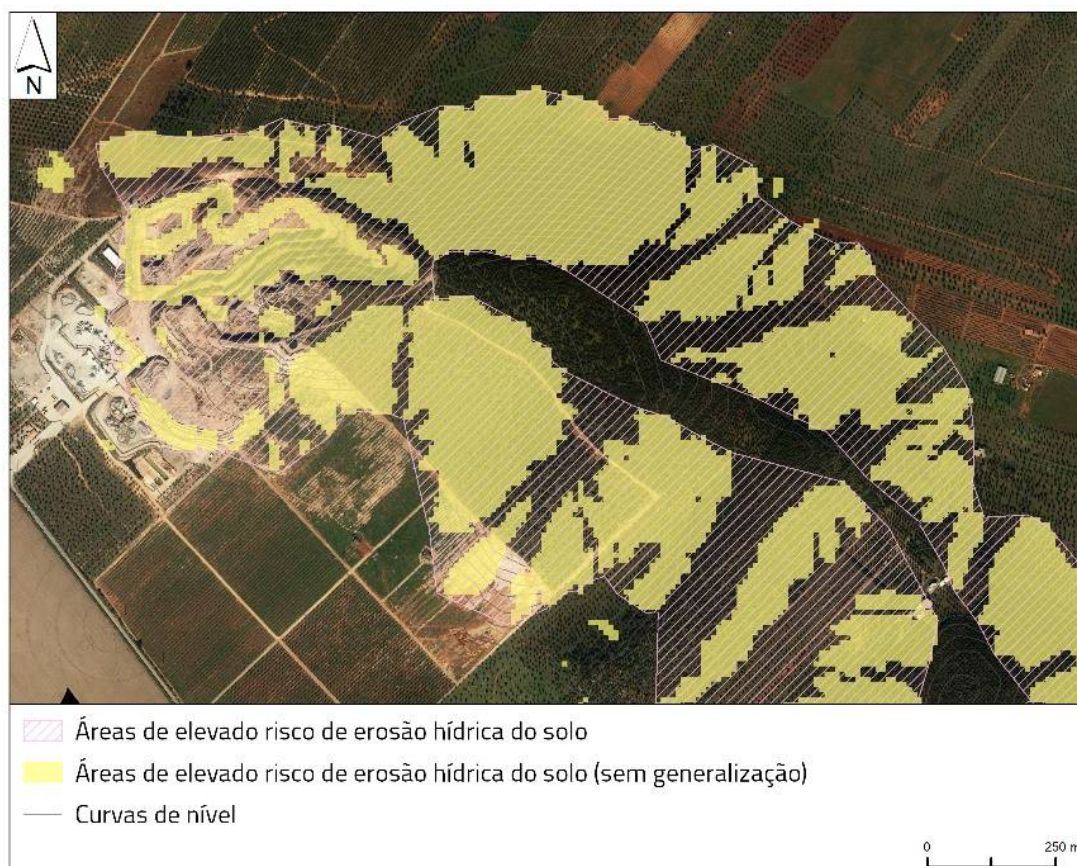
Figura 3.2.5. Fator LS, concelho de Sousel



Fonte: CAOP, DGT (2022)

De referir que a esta tipologia se aplicou um processo de generalização cartográfica, tendo sido eliminadas as áreas com área inferior a um hectare, evitando a fragmentação da tipologia, a qual não beneficia a proteção e gestão do território (vd. Figura 3.2.6). As áreas com elevada fragmentação e, ainda assim concentradas, foram integradas num mesmo polígono.

Figura 3.2.6. Generalização das áreas de erosão

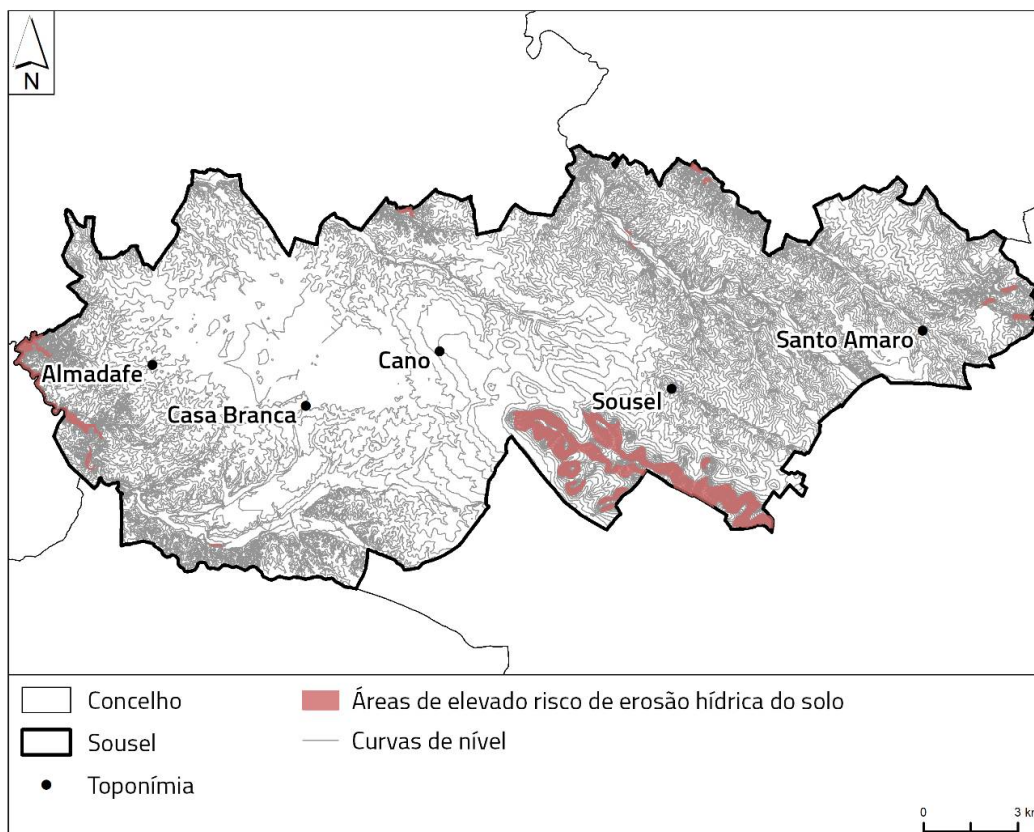


Fonte: Ortofotomapa, CM SOUSEL, INFOPORTUGAL, S.A. (2020).

As áreas de elevada erosão hídrica potencial estão associadas à área de serra, no sul do concelho, onde a existência de solos litológicos em áreas de elevado declive permitem o aumento da erosão. Também na envolvente de linhas de água, associados a solos incipientes

e elevados declives provocados pela incisão da rede hidrográfica, podem ser identificadas áreas de elevada erosão hídrica potencial (vd. Figura 3.2.7).

Figura 3.2.7. Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo que integram a REN



Fonte: CAOP, DGT (2022)

Deste modo, identifica-se o declive da área como o principal fator para a determinação das áreas de elevada erosão hídrica do solo. Da aplicação dos critérios de delimitação, as áreas com elevado risco de erosão hídrica do solo compreendem aproximadamente 718 ha. Assim, as classes de perigosidade de erosão hídrica do solo “muito elevada” e “elevada”, que ocupam aproximadamente 2,6% do território ocorrem de forma dominante na serra de S. Miguel e S. Bartolomeu. Esta realidade confirma-se no campo, verificando-se que a área da serra (vd. Figura 3.2.8) apresenta as condições preferenciais para a ocorrência de erosão hídrica, notando-se que nas restantes áreas do território, de declive aplanado e com solos férteis e

de boa capacidade de uso não apresentam elevada suscetibilidade à erosão hídrica do solo. As áreas de baixa erosão hídrica potencial correspondem a um território de topografia suave, geralmente aplanada, com baixos valores de erosividade da precipitação e, em termos gerais, elevada capacidade de uso do solo (como poderá ser averiguado no Volume II. Do Conhecimento Biofísico ao Ordenamento Território) não se justificando a ocorrência de vastas áreas em risco de erosão hídrica do solo.

Figura 3.2.8. Área de elevada erosão na serra de S. Miguel e área de baixa erosão na base da mesma serra



FONTES DE INFORMAÇÃO

COMISSÃO NACIONAL DO TERRITÓRIO (2017), Recomendação Técnica – Delimitação das Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo, pp.6.

DGT (2020). Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo - Cálculo do Fator Topográfico (LS);

MITASOVA, H. *et al.* (2004), Path sampling method for modeling overland Water flow, sediment transport and short-term terrain evolution in Open Source GIS. *In: C.T. Miller, M.W. Farthing, V.G. Gray, G.F. Pinder eds., Proceedings of the XVth International Conference on*

Computational Methods in Water Resources (CMWR XV), June 13-17 2004, Chapel Hill, NC, USA, Elsevier, pp. 1479-1490.

MITASOVA, H. *et al.* (2002), *Using Soil Erosion Modelling for Improved Conservation Planning: A GIS-based Tutorial*. GMSLab and USA CERL.

MITASOVA, H. *et al.* (1996), Modeling topographic potential for erosion and deposition using GIS in *International Journal of GIS*, v. 10, n.º 5, p.629-641

SIMÕES, H. (2013), *Modelação Espacial da Erosão Hídrica do Solo. Dissertação de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica em Recursos Agro-Florestais e Ambientais*. Instituto Politécnico de Castelo Branco.

WISCHMEIER, W. H. e SMITH, D.D. (1978), *Predicting rainfall erosion losses*. USDA, Soil Conservation Service, Agricultural Handbook N 537. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.

Join Research Centre (JRC). Erodibilidade dos Solos - *Soil Erodibility (K- Factor) High Resolution dataset for Europe* – informação matricial com resolução de 500 m, apresentados em unidades do Sistema Internacional (SI), isto é, $t\ h\ ha\ MJ^{-1}\ ha^{-1}\ mm^{-1}$ (Join Research Centre (JRC)).

3.2.2. ZONAS AMEAÇADAS PELAS CHEIAS

CONCEITO

Segundo as orientações estratégicas, “considera-se como zonas ameaçadas pelas cheias ou zonas inundáveis as áreas suscetíveis de inundação por transbordo de água do leito dos cursos de água devido à ocorrência de caudais elevados.”

A delimitação das zonas ameaçadas pelas cheias deve assim integrar as áreas suscetíveis a inundações causadas por transbordo da água do leito dos cursos de água devido à ocorrência de caudais elevados (cheias), os quais podem ser determinados através de modelação hidrológico-hidráulica, com base num período de retorno de pelo menos 100 anos, e da observação de marcas ou registos de eventos históricos e de dados cartográficos e/ou de critérios geomorfológicos, pedológicos e topográficos.

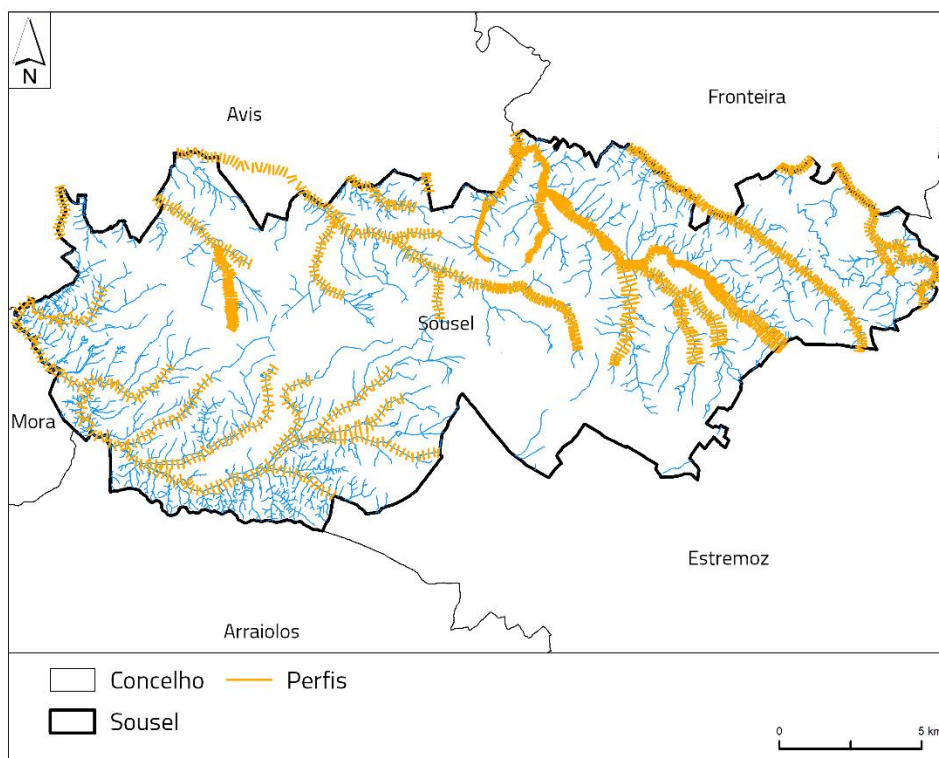
CRITÉRIOS E METODOLOGIA PARA A DELIMITAÇÃO

Seguindo estes princípios, a delimitação das cheias no concelho de Sousel foi efetuada a partir da utilização de dois métodos fundamentais: o **hidráulico-hidrológico**, recorrendo para o efeito a uma modelação matemática (hidráulica) das cheias em ambiente SIG com o apoio/complemento do *software* **HECRAS v5.0**¹, tendo por base o caudal de ponta de cheia calculado através da fórmula de LOUREIRO, J. M. (1984) e da fórmula de *Soil Conservatios Services* com período de retorno de 100 anos; e o **histórico-hidro-geomorfológico**, que assenta no reconhecimento no campo de áreas suscetíveis a cheias e inundações através de critérios geomorfológicos, e na identificação de locais afetados por ocorrências históricas.

Os perfis utilizados para o estudo de cheias encontram-se identificados na Figura 3.2.9.

¹ Versão *freeware*.

Figura 3.2.9. Perfis elaborados no estudo das cheias e inundações



Fonte: CAOP, DGT (2021)

A análise de campo focou-se na localidade de Santo Amaro, uma vez que esta aldeia é atravessada pela ribeira de Lupe. O facto de a aldeia estar localizada sobre o leito e margens da ribeira de Lupe levou a obras de engenharia no leito do curso de água, sendo, por este motivo, dado um enfoque à ribeira de Lupe, no setor do curso de água que atravessa esta aldeia.

Assim, de forma a sintetizar o processo de modelação de cheias podem ser definidos os seguintes passos:

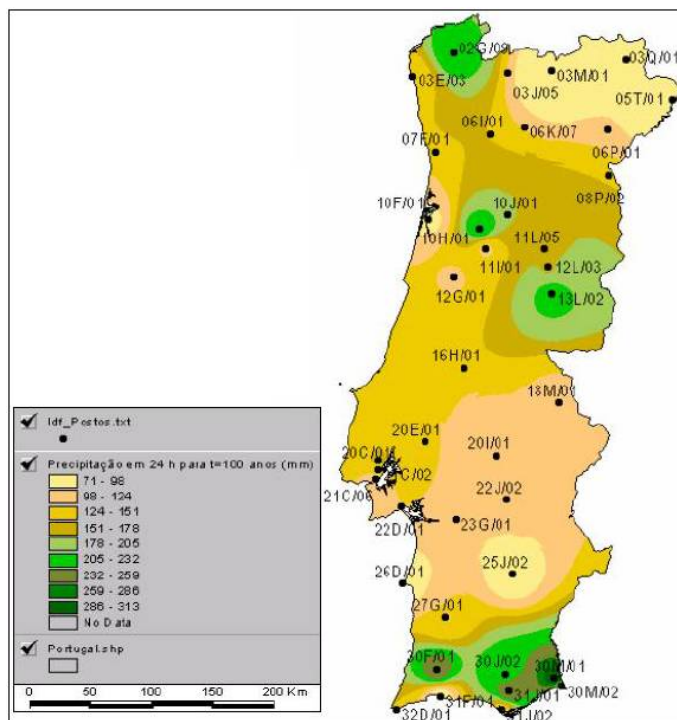
1. definição das linhas de água;
2. elaboração de um modelo digital de terreno adequado à escala de análise do município (1:10 000);

3. determinação do evento de precipitação extrema com período de retorno de 100 anos;
4. determinação do tempo de concentração das bacias hidrográficas (T_c);
5. cálculo dos caudais de ponta de cheia das linhas de água;
6. modelação hidráulica das cheias e inundações;
7. validação do modelo.

Assim, o estudo de cheias e inundações recai sobre as linhas de água determinadas no capítulo 3.1.1, sendo o modelo digital de terreno determinado a partir da cartografia de base vetorial elaborada para o propósito de revisão do PDM de Sousel (escala 1: 10 000).

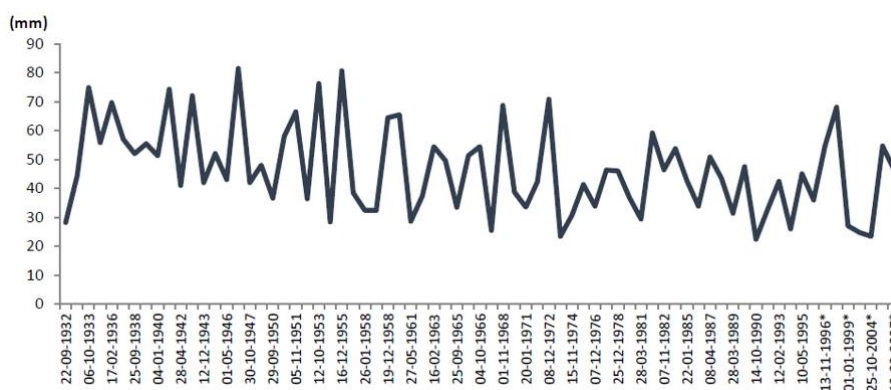
Para a simulação do **evento de precipitação extrema**, são utilizados os dados de BRANDÃO *et. al.* 2001, com um período de retorno de 100 anos, para as durações de 24 h. De acordo com este autor e como pode ser verificado na Figura 3.2.10, para o concelho de Sousel é definido um valor que varia entre 98 mm e 124 mm. Assim, uma vez que o valor de 98 mm não foi atingido nos registos climáticos existentes (desde 1932 até à atualidade) e como é possível discernir uma redução gradual dos máximos de precipitação registados (*vd.* Figura 3.2.11), foi utilizado o valor de 98 mm como o evento de precipitação extrema com período de retorno de 100 anos.

Figura 3.2.10. Isolinhas das precipitações associadas ao período de retorno de 100 anos para as durações de 24h



Fonte: BRANDÃO *et. al.* 2001

Figura 3.2.11. Precipitação diária máxima anual (mm) na estação de Sousel (1932-2007)



Fonte: CM SOUSEL, PMDFCI, CADERNO 1, 2019

Foi escolhida a fórmula de Temez para o cálculo do **tempo de concentração**¹, **essencial para o cálculo do caudal de ponta de cheia segundo a fórmula do SCS**, pois esta, após diversos

¹ Tempo necessário para que toda a área de uma bacia contribua para o escoamento superficial na secção de saída, pode igualmente ser definido como o tempo necessário para que uma gota de água, caída no ponto hidráulicamente mais afastado da bacia, chegue à secção de saída (LENCASTRE e FRANCO, 1984).

estudos e análises em diferentes bacias hidrográficas, apresenta valores próximos da realidade. Esta fórmula, adequada para bacias de pequenas dimensões e naturais, é dependente apenas dos fatores fisiográficos das bacias hidrográficas, nomeadamente, do comprimento do curso de água principal, do declive médio do curso de água principal e da área da bacia hidrográfica (LENCASTRE e FRANCO, 1984):

$$TC = 0,3 * (L/I^{0,25})^{0,76}$$

Em que:

TC – Tempo de concentração em horas;

L – Comprimento do curso de água principal (km);

I – Declive médio do curso de água principal (%);

Os parâmetros não assinalados consistem em constantes definidas na base da fórmula.

Para a determinação dos **caudais de ponta de cheia**, existem três tipos de abordagens:

- a) **fórmulas empíricas**, deduzidas a partir da experiência, tendo em consideração a área da bacia hidrográfica, sem associarem os resultados a probabilidades de tipologia;
- b) **fórmulas cinemáticas**, entram em linha de conta com as características do movimento da água na bacia hidrográfica, expressas através das noções de tempo de concentração e de chuvada crítica (chuvada que origina o maior caudal de ponta para um dado período de retorno);
- c) **fórmulas de base estatística**, que tem como objetivos a análise de valores referentes a uma dada secção; a extensão de uma amostra de valores por correlação com a precipitação na bacia; a regionalização dos valores obtidos para algumas secções por correlação com características físicas da bacia.

Para o estudo dos caudais de ponta de cheia foram definidas bacias de drenagem para todos os cursos de água (DGRAH, 1981) que integram a proposta de REN bruta, e em todos os pontos de interseção.

A fórmula de LOUREIRO (1984), largamente utilizada e reconhecida em Portugal Continental, sendo definida especificamente com base nos diferentes regimes hidro-pluviométricos, é de fácil aplicação, necessitando apenas da(s) área(s) da(s) bacia(s) e dos parâmetros regionais definidos pelo autor. A forma expedita para a aplicabilidade da fórmula foi um dos critérios determinantes para a sua escolha no cálculo dos caudais de ponta de cheia dos diferentes cursos de água e troços.

A fórmula traduz-se na seguinte expressão:

$$Q_p = CA^Z$$

Em que:

Q_p - caudal de ponta de cheia (m³/s);

C - parâmetro relacionado com os períodos de retorno;

A - área da bacia hidrográfica (km²);

Z - parâmetro regional, relacionado com o período de retorno (para valores mais elevados de Z, maior a torrencialidade dos eventos registados, para uma dada região).

Para o concelho de Sousel os valores de C e Z são, respetivamente, 48,3 e 0,466.

A fórmula de *Soil Conservatios Services* considera que numa bacia submetida a uma precipitação de intensidade constante e uniformemente distribuída sobre toda ela, uma situação de equilíbrio é atingida quando a duração da precipitação útil ultrapassa o tempo de concentração (CORREIA, 1984). A partir desse momento o caudal escoado na secção de saída

da bacia é igual à intensidade da precipitação útil, podendo ser calculado pela seguinte expressão:

$$Q_p = \frac{I_u \cdot A_b \cdot K}{3,6}$$

Onde:

I_u – intensidade da precipitação útil (mm/h);

A_b – área da bacia hidrográfica (km²);

K – fator de ponta da bacia hidrográfica (entre 1 e 0,5 para bacias muito declivosas e muito planas, respetivamente).

Os valores de K foram definidos como homogêneos para a totalidade do concelho, sendo atribuído um valor de 0,5, ou seja, representativo de bacias pouco declivosas.

A intensidade da precipitação (mm/h) foi calculada através das curvas IDF, para um período de retorno de 100 anos e para um evento de precipitação de duração inferior a 6 h, semelhante ao evento de precipitação que ocorreu em dezembro de 2022 que levou a cheias e inundações no concelho. Foi utilizado o posto udométrico de Portalegre por ser o mais próximo com dados de precipitação longos e contínuos. Assim, foi calculada a intensidade da precipitação através da seguinte fórmula:

$$L = a \cdot D^b$$

Sendo o valor de $a = 392.58$ e de $b = -0.603$, para um período de retorno de 100 anos, verifica-se um L de 15,4 mm/h.

Assim, conforme as características das bacias hidrográficas, os resultados do tempo de concentração de cada bacia e o caudal de ponta de cheia de cada linha de água para as duas fórmulas escolhidas é apresentado no Quadro 3.13 (vd. Anexo I).

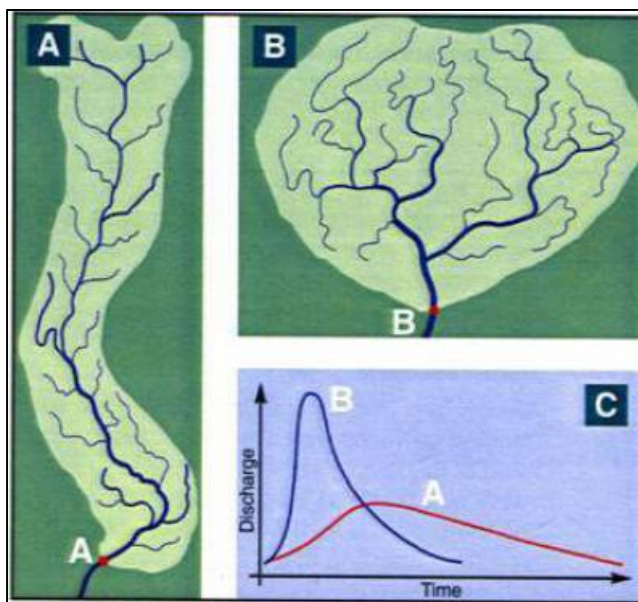
Quadro 3.13. Características das bacias hidrográficas e respetivo tempo de concentração e caudal de ponta de cheia por linha de água

Rede Hidrográfica	Comp. (m)	Área da bacia (km ²)	Amplitude altimétrica	TC (Temez)	Loureiro Qp (100)	SCS QP (100)
Rib. de Almadafe	30539	170	101	10 h e 36 min	528,9	442
Rib. da Reforminha	6 225	8,6	73	2 h e 42 min	131,7	89
Rib. de Marateca	4593	11,1	65	2 h e 18 min	148,3	115
Rib. de Vale da Madeira	4273	5,8	51	2 h e 18 min	109,6	60,3
Rib. de Fontes	7037	11,1	47	3 h e 30 min	148,3	66
Rib. de Leoas	4155	7	55	2 h e 18 min	119,6	72
Rib. de Barrocas	4113	9,5	160	1 h e 48 min	137,9	98
Rib. de Pera Seca	3412	4,3	51	1 h 48 min	95,3	44
Rib. de Jordana	6945	20,7	55	3 h e 18 min	198,2	169
Rib. do Alcorrego	10039	100	195	6 h e 12 min	413,0	430
Rib. de Carreira	1838	1,4	30	1 h e 6 min	56,5	24,4
Rib. de Coitos	5680	6,3	109	2 h e 24 min	114,0	96
Rib. de Banamar	3982	0,5	54	1 h e 6 min	35,0	8
Rib. do Vale do Freixo	3774	13,6	35	2 h e 6 min	224,4	141
Rib. de Francaria	3324	6	10	2 h e 12	111,0	62
Rib. de Lameirão	3922	9	54	1 h e 18 min	134,0	137
Rib. de Vale da Pipa	1657	2,4	39	1 h	72,0	36,7
Rib. de Caniceira	3429	4	65	1 h e 42 min	92,0	42
Rib. de Sousel	19086	150	274	8 h e 12 min	498,9	495
Rib. de Paço Branco	795	0,5	20	30 min	35,0	11,6
Rib. de Arrepiado	3883	6,1	55	2 horas	112,0	63
Rib. de Saianda	3274	5,5	65	1 h e 48 min	107,0	57
Rib. das Mulheres	4230	15,7	250	2 h e 48 min	174,0	128
Rib. de Camuja	4679	14,6	209	3 h	169,0	151
Rib. de Olivais	3973	6,9	95	2 h e 30 min	118,0	64
Rib. de Lupe	9584	47	126	4 h e 6 min	290,5	282
Rib. de Ana Loura	30981	199	280	10 h 18 min	569,1	517
Rib. de Rabasquinha	1384	2,1	42	1 h e 12 min	68,0	32
Rib. de Cevados	1403	2,1	35	48 min	68,2	32

As bacias hidrográficas do concelho e Sousel apresentam, *grosso modo*, uma forma alongada, não alargando de modo significativo de jusante para montante aproximando-se, em termos esquemáticos, do tipo A (vd. Figura 3.2.12). A forma da bacia tem reflexo no seu comportamento hidrológico, *i.e.*, uma bacia arredondada (Tipo B) tem propensão para desencadear um caudal de ponta de cheia mais elevado e um menor tempo de concentração, traduzindo-se, potencialmente, num evento de maior magnitude.

As bacias das ribeiras de maiores dimensões (ribeira de Almadafe e Ana Loura) apresentam o tempo de concentração mais elevado, ultrapassando nestes casos ligeiramente as 10 h, contrariamente o tempo de concentração ocorre nos afluentes das ribeiras principais, sendo na ribeira de Paço Branco¹ e na ribeira de Vale da Pipa (afluente da ribeira de Sousel), o tempo de concentração mínimo, correspondente a meia hora e uma hora, respetivamente (vd. Quadro 3.13).

Figura 3.2.12. Influência da forma da bacia nos caudais de ponta e tempos de concentração

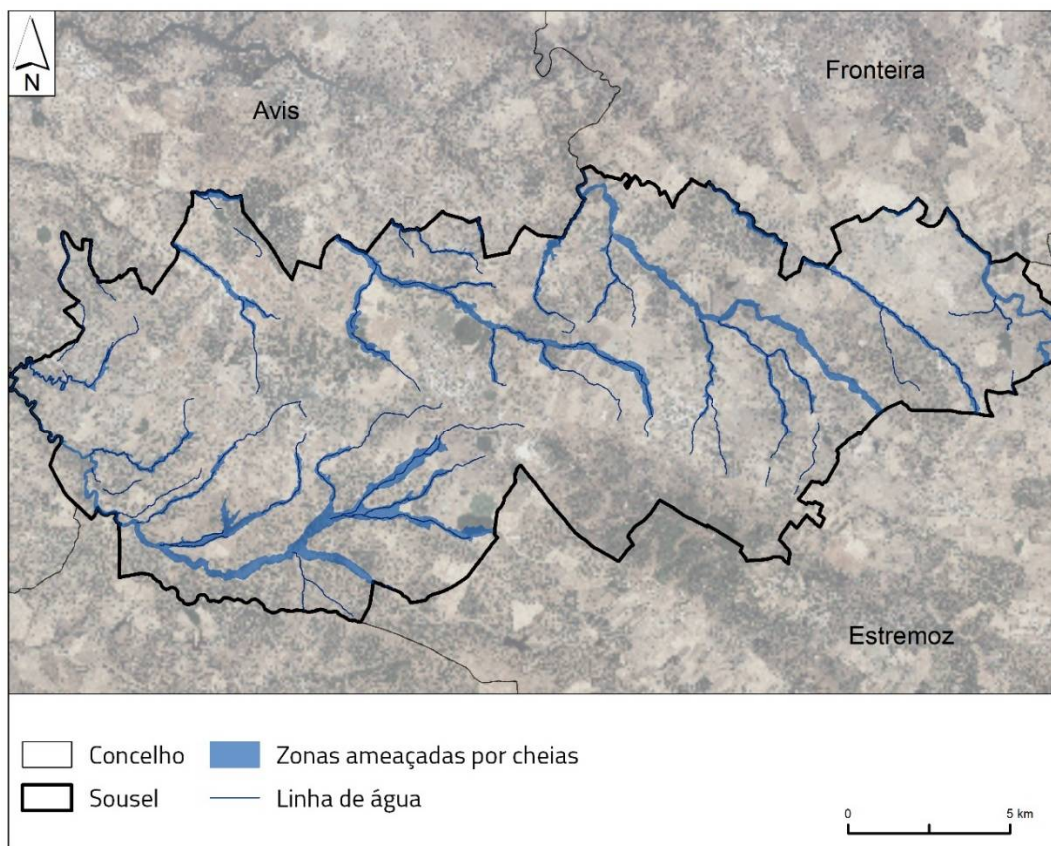


¹ Apenas o setor montante desta linha de água foi considerado uma vez que a linha de água desenvolve-se a norte do concelho de Sousel, no concelho de Avis.

Para a modelação das cheias e inundações foram utilizados os resultados da fórmula do SCS por nesta fórmula ser considerado o tempo de concentração de cada uma das bacias possibilitando uma adaptação realista de cada uma das bacias hidrográficas. A linha de água que apresenta o maior caudal de ponta de cheia é a ribeira de Almadafe que se destaca pela dimensão da bacia, comprimento da linha de água e até número de afluentes.

Considerando as exigências do *software* HECRAS para o cálculo do respetivo leito de cheia, foi também necessário definir vários transeptos nos diversos troços dos cursos de água, com base nos quais se gerou a linha de cheia para o período de retorno de 100 anos. Como resultado da modelação dos caudais de ponta é possível aferir as zonas ameaçadas por cheias, no concelho de Sousel (*vd.* Figura 3.2.13), as quais ocupam uma área de 1758 ha.

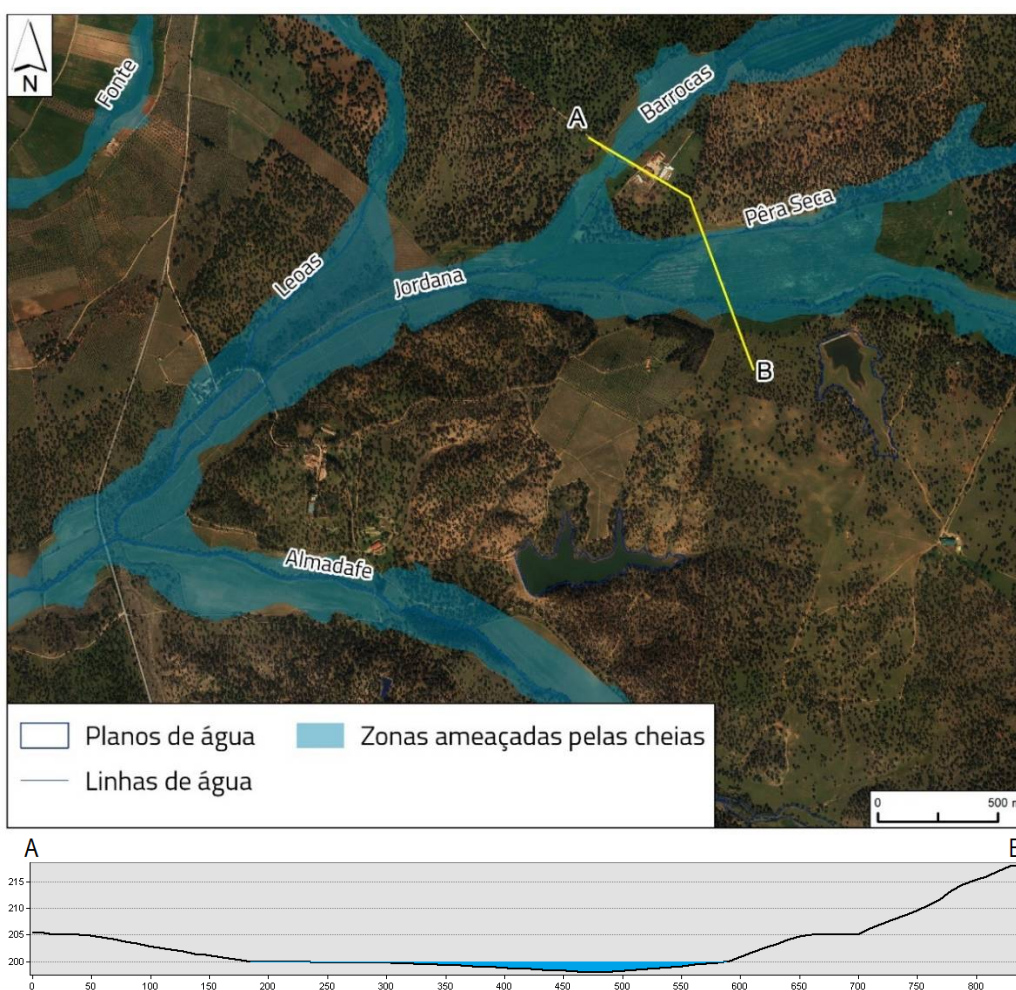
Figura 3.2.13. Zonas ameaçadas pelas cheias no concelho de Sousel



Fonte: CAOP, DGT (2022)

As cheias atingem a sua maior extensão em áreas onde se verifica a confluência de várias ribeiras, este é o caso dos setores onde se verifica a afluência da ribeira de Pera Seca na ribeira de Jordana, com posterior afluência das ribeiras de Barrocas e Leoas. O alcance das cheias é fortemente condicionado pelo fraco encaixe da rede hidrográfica, como pode ser identificado no perfil transversal da Figura 3.2.14.

Figura 3.2.14. Zonas ameaçadas pelas cheias na confluência entre as ribeiras de Pera Seca na ribeira de Jordana com posterior confluência do ribeiro de Barrocas e da ribeira de Leoas



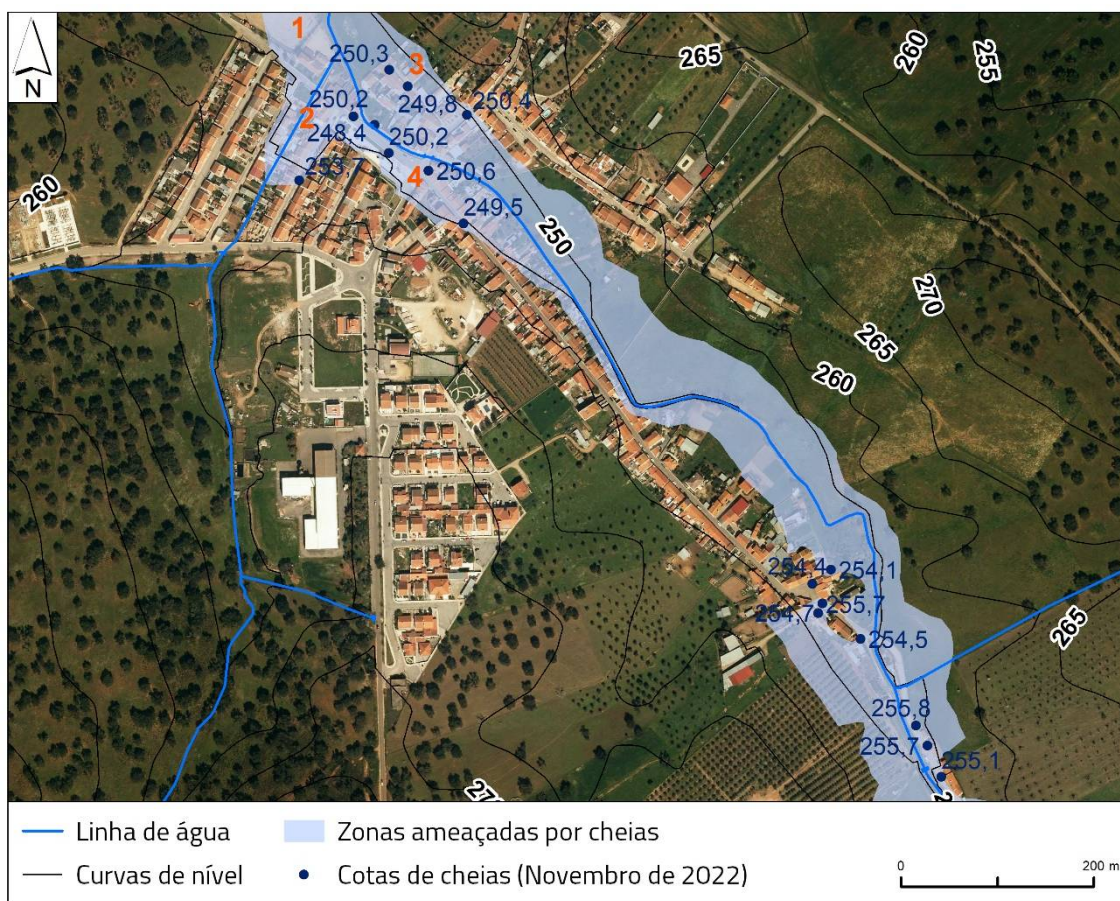
*Perfil transversal com exagero vertical

As áreas urbanas de Sousel e de Santo Amaro (vd. Figura 3.2.15) são afetadas pelas zonas ameaçadas por cheias, sendo atribuído um enfoque especial a estas áreas.

RIBEIRA DE LUPE – ÁREA URBANA DE SANTO AMARO

De acordo com a simulação realizada para a cheia com o período de retorno de 100 anos, a aldeia de Santo Amaro é inundada em grande parte da área central, localizada nas margens da ribeira (vd. Figura 3.2.15). A ribeira de Lupe, no setor onde atravessa a aldeia de Santo Amaro apresenta o leito artificializado numa extensão de 174 metros, sendo as obras hidráulicas realizadas de acordo com o estudo de 2BILRO+1, PROJECTOS DE ENGENHARIA E DESIGN, LDA. E TTERRA – ENGENHARIA E AMBIENTE, LDA., (2017)¹.

Figura 3.2.15. Zonas ameaçadas por cheias em Santo Amaro



Fonte: Ortofotomapa, CM SOUSEL, INFOPORTUGAL, S.A. (2019).

¹ "Estudo Hidrológico e Hidráulico da Ribeira de Lupe em Santo Amaro (Sousel).

Da análise dos perfis transversais das cheias e inundações na área de Santo Amaro, verifica-se que a altura da cheia alcança aproximadamente os 3 m na área do corte transversal 10400 e 10100, identificado na Figura 3.2.17. Nesta área, a margem esquerda encontra-se ocupada por edifícios (*vd.* Figura 3.2.16), sendo, desta forma, tal identificada como uma área de elevado risco. À medida que nos deslocamos para jusante, a altura da cheia reduz-se para 2 m na área de maior profundidade e no transeto 9900 e para 1,5 m no transeto 9700. A elevada profundidade do leito, artificialmente alterado, leva à elevada profundidade da coluna de água. No entanto, mesmo fora da área do leito, as cheias alcançam uma altura de 1 m na área da estrada na área envolvente ao transeto 9900.

Através da comparação da Figura 3.2.15 e da Figura 3.2.17 é possível constatar que as áreas afetadas pela cheia de dezembro de 2022 são muito próximas das zonas ameaçadas delimitadas no âmbito da revisão da REN.

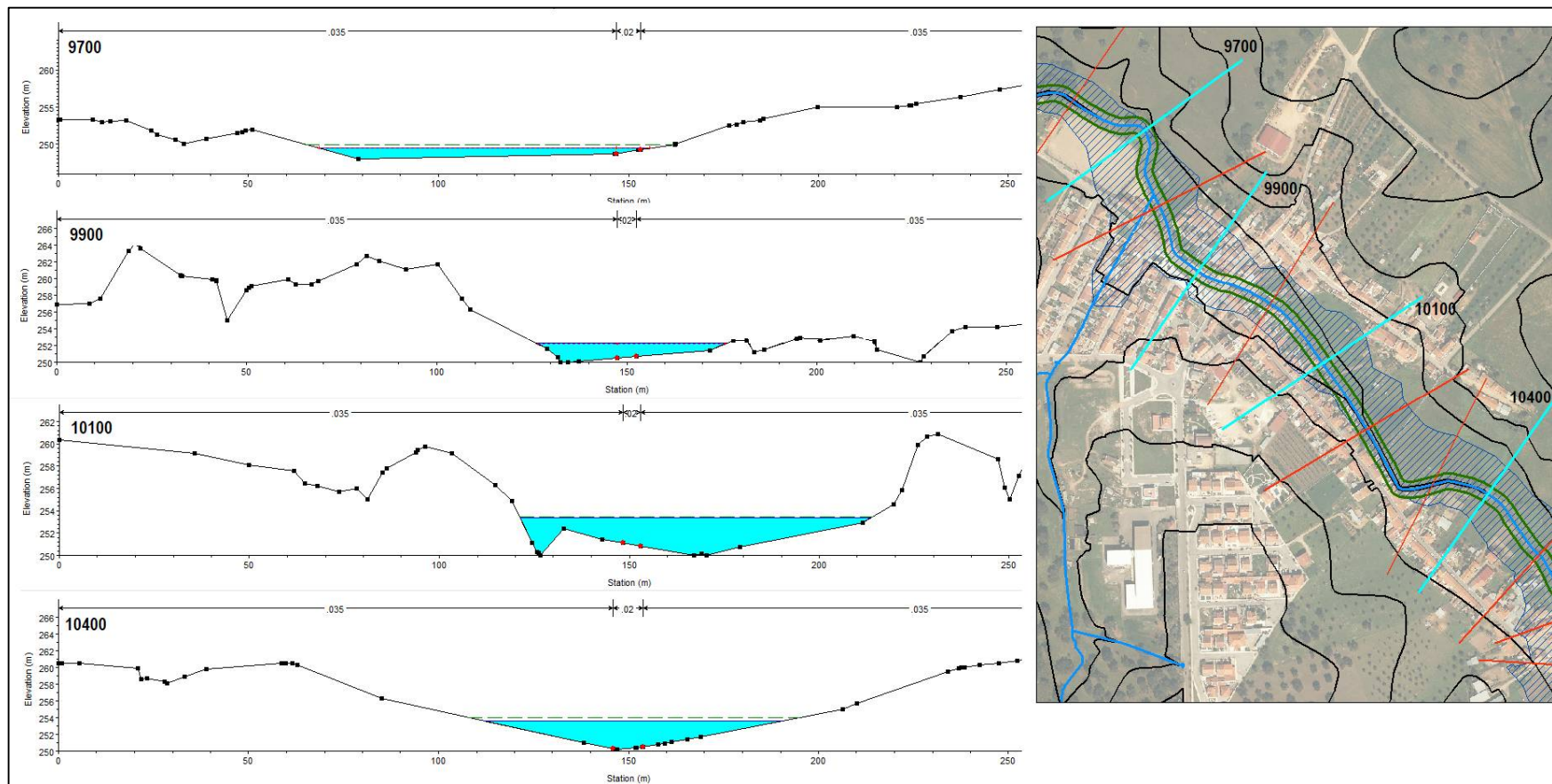
Figura 3.2.16. Vista geral da área inundada



*A laranja identificados os locais da Figura 3.2.15

Fonte: CMS (2022)

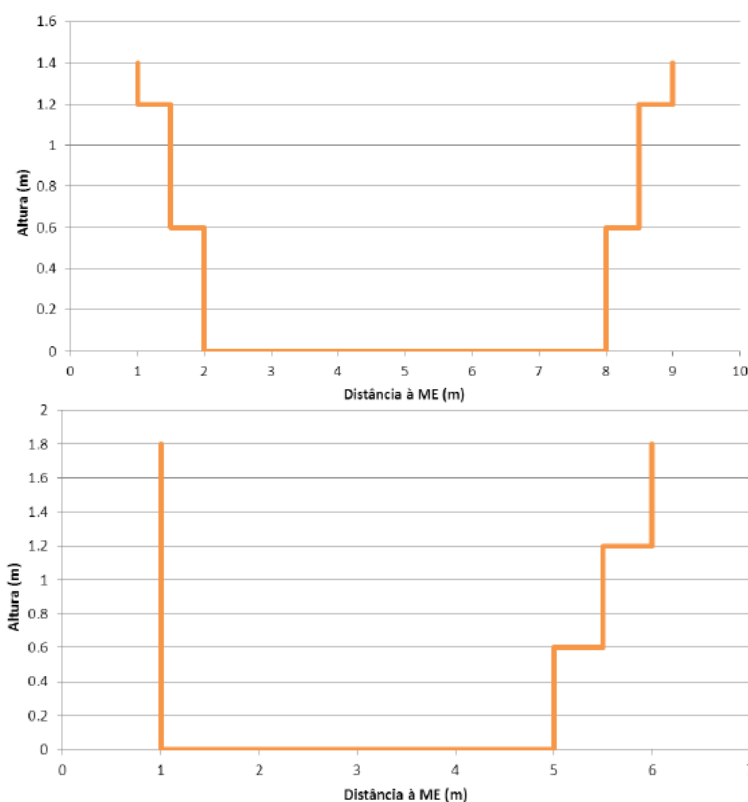
Figura 3.2.17. Perfis transversais da ribeira de Lupe na área urbana de Santo Amaro



*Exagero vertical 2x

Na secção de estudo a bacia hidrográfica tem uma área de 6,5 km². É ocupada predominantemente por terrenos agrícolas e florestais. O dimensionamento do leito foi definido através do resultado do estudo específico verificando-se a montante da passagem hidráulica uma largura do talvegue de 6 m e a jusante de 4 m. Em termos de largura do topo do leito verifica-se uma largura de 8 m a montante e 5 m a jusante. A altura do leito aumenta de 1,4 m de montante para 1,8 m a jusante (vd. Figura 3.2.18 e Figura 3.2.19).

Figura 3.2.18. Solução de pedra a montante da passagem hidráulica (em cima) e a sul da mesma (em baixo)



Fonte: 2BILRO+1, PROJECTOS DE ENGENHARIA E DESIGN, LDA. E TTERRA – ENGENHARIA E AMBIENTE, LDA., (2017)

Figura 3.2.19. Ribeira de Lupe na aldeia de Santo Amaro



O dimensionamento apresentado anteriormente é relativo ao caudal de ponta de cheia indicado no estudo referido (ver Anexo II da presente memória descritiva). De acordo com a legislação vigente, designadamente o estabelecido no Anexo I da Portaria n.º 1450/2007, de 12 de novembro, o dimensionamento de construções e infraestruturas em domínio hídrico deverá ser verificado para caudais de cheia associados a um período de retorno de 100 anos.

Na estimativa dos caudais de ponta de cheia para os períodos de retorno de 20, 50 e 100 anos gerados na bacia hidrográfica em estudo, na secção de referência, recorreu-se à aplicação do modelo hidrológico HEC-HMS 3.1.0 *Flood Hydrograph Package*, da autoria do *Hydrologic Engineering Center, U.S.A.C.E.* A análise hidrológica foi complementada com a aplicação de outras metodologias, nomeadamente, a Fórmula Racional, e a extrapolação dos resultados da análise estatística à amostra de caudais máximos registados numa estação hidrométrica na Ribeira Grande, em Monforte (2BILRO+1, PROJECTOS DE ENGENHARIA E DESIGN, LDA. E TTERRA – ENGENHARIA E AMBIENTE, LDA., (2017).

A estimativa dos caudais a partir das três leis testadas (Quadro 3.14, *vd.* Anexo II) permitiu verificar que o caudal de ponta de cheia, de acordo com as três fórmulas utilizadas, apresenta uma média de 22,6 m³/s.

Quadro 3.14. Caudais de ponta de cheia estimados

FÓRMULA	PERÍODO DE RETORNO		
	Caudal de ponta por TP (m ³ /s)		
	20	50	100
EXTRAPOLAÇÃO COM OS RESULTADOS REGISTRADOS NA ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA DE MONFORTE	13,16	16,05	18,22
APLICAÇÃO DA FÓRMULA RACIONAL	19,8	23,1	25,6
APLICAÇÃO DO MODELO HEC-HMS (Duração da chuvada = Tc)	17,5	21	23,9
Média	16,8	20,1	22,6

Fonte: 2BILRO+1, PROJECTOS DE ENGENHARIA E DESIGN, LDA. E TTERRA – ENGENHARIA E AMBIENTE, LDA., (2017)

Este valor difere totalmente do valor da ribeira de Lupe apresentado no Quadro 3.13 (Qp Loureiro = 290,5 282 m³/s e QP SCS = 282 m³/s) uma vez que, no quadro anteriormente referido são apresentados valores para a bacia hidrográfica total e não somente o valor até à aldeia de Santo Amaro. A diferença de área da bacia hidrográfica leva às significativas diferenças nos parâmetros hidrológicos calculados.

Na margem esquerda da ribeira de Lupe, na área urbana de Santo Amaro, ainda se verifica a existência de uma linha de água afluyente. Esta linha de água é identificada com o número 2 na Figura 3.2.15 e apresenta uma bacia de aproximadamente 1,2 km², sendo classificada, de acordo com o índice de *Strahler* com a ordem 2. O setor jusante desta linha de água, por se encontrar numa área topograficamente deprimida, na área onde conflui com a ribeira de Lupe, encontra-se em zonas ameaçadas por cheias (*vd.* Figura 3.2.15). Esta linha de água apresenta um declive médio de 0,02% e um desnível de 30 m. A mesma linha de água foi integrada em REN por ser afetada por cheias e inundações no seu setor jusante.

Ainda que as obras hidráulicas tenham sido planeadas para um evento extremo com um período de retorno de 100 anos, a **chuvada de dezembro de 2022** conduziu a cheias e inundações em diversas áreas do país, incluindo Sousel e especialmente Santo Amaro, extravasando o leito da ribeira de Lupe.

A situação sinótica de 1 a 16 de dezembro de 2022 é caracterizada por um sistema de baixas pressões ou regiões depressionárias complexas, aproximação ou passagem de superfícies ou ondulações frontais, por vezes associadas a vales em altitude, enquanto o Anticiclone se encontrava localizado a oeste ou a norte do arquipélago dos Açores levando a um Fluxo de sudoeste ou oeste.

Segundo dados de estação meteorológica instalada no quartel dos Bombeiros Voluntários de Sousel verificou-se a **precipitação de 147 mm durante as 24 horas do dia 13/12/2022**. De forma resumida, e na sequência do acompanhamento das ocorrências foram verificados por este serviço danos e prejuízos extremamente avultados no que concerne a infraestruturas rodoviárias, equipamentos municipais, atividades económicas e habitações, nomeadamente na Freguesia de Santo Amaro, tendo a ribeira de Lupe trasvazado o leito de cheia e a sua cota subido aproximadamente 1,5 m. Foram registados danos avultados, verificando-se inundações em habitações, comércio e serviços, equipamentos, estradas (entre outros), traduzindo-se numa área de elevado risco a cheias e inundações (*vd.* Figura 3.2.16 e Figura 3.2.20).

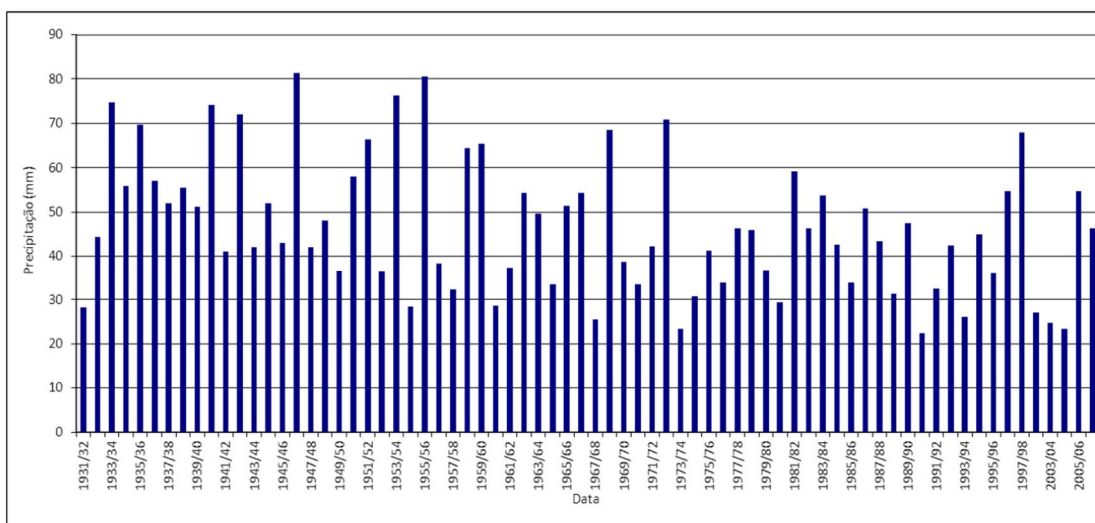
Figura 3.2.20. Habitações e estrada inundada em Santo Amaro



Fonte: CMS (2022)

Na Figura 3.2.21 apresenta-se a amostra dos valores da precipitação máxima diária anual registados na estação udométrica de Sousel.

Figura 3.2.21. Precipitação máxima diária na estação meteorológica de Sousel

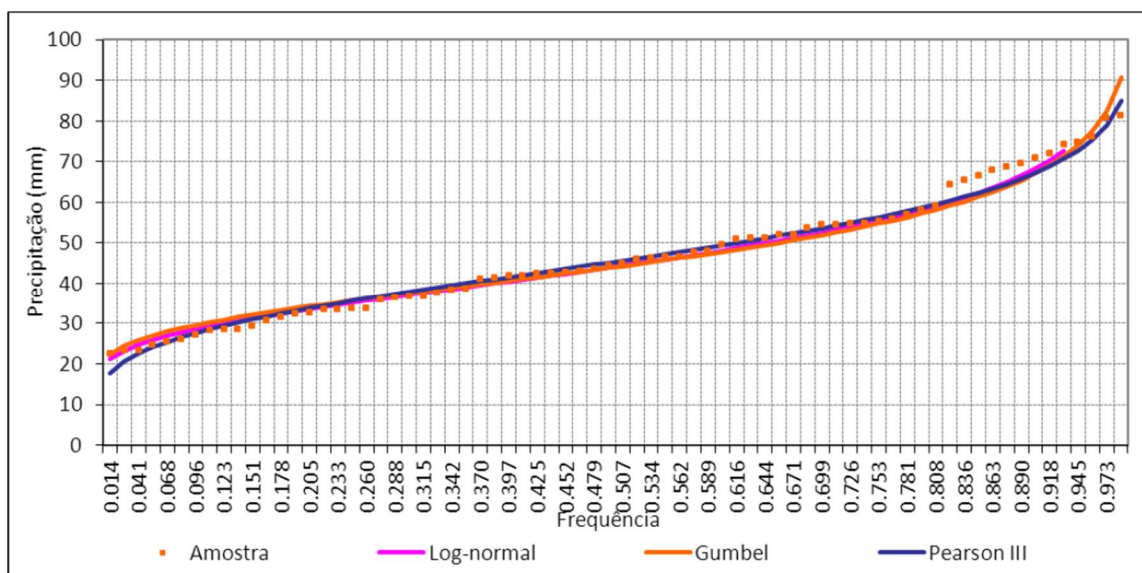


Fonte: 2BILRO+1, PROJECTOS DE ENGENHARIA E DESIGN, LDA. E TTERRA – ENGENHARIA E AMBIENTE, LDA., (2017)

A metodologia adotada na análise estatística da série consistiu na comparação – modo visual – da distribuição empírica da amostra com as distribuições de probabilidade das leis Log-Normal, Gumbel e Pearson III, em função das respetivas variáveis padronizadas, Z , na aplicação do teste do Qui-Quadrado a fim de se verificar se alguma das leis deverá ser rejeitada e, na análise crítica dos valores estimados para a precipitação para diferentes períodos de retorno.

Na Figura 3.2.22 apresenta-se o ajustamento das leis estatísticas à amostra. Os resultados da aplicação do teste de hipótese do Qui-Quadrado para cada uma das leis estudadas revelaram que todas as leis são aceitáveis. Atendendo aos resultados obtidos, verifica-se que as três leis se ajustam adequadamente pelo que a escolha incidiu nos resultados obtidos na estimativa da precipitação para diferentes períodos de retorno (*vd.* Quadro 3.15).

Figura 3.2.22. Ajustamento das leis estatísticas à amostra de precipitação do posto udométrico de Sousel



Fonte: Fonte: 2BILRO+1, PROJECTOS DE ENGENHARIA E DESIGN, LDA. E TTERRA – ENGENHARIA E AMBIENTE, LDA., (2017)

Quadro 3.15. Estimação da precipitação a partir das leis estatísticas para o posto de Sousel

T (anos)	F(x) (-)	Pearson III (mm)	Precipitação Log-Normal (mm)	Gumbel (mm)
2	0,5	45.4	44.2	44.1
5	0,8	59.0	58.5	57.6
10	0,9	66.8	67.8	66.6
20	0,95	73.6	76.5	75.1
50	0,98	81.7	87.72	86.22
100	0,99	87.32	96.16	94.62

Fonte: Fonte: 2BILRO+1, PROJECTOS DE ENGENHARIA E DESIGN, LDA. E TTERRA – ENGENHARIA E AMBIENTE, LDA., (2017)

De acordo com os resultados obtidos, o período de retorno para as três fórmulas é inferior a 100 mm, muito próximo dos valores calculado por BRANDÃO *et. al.* (2001) de 98 mm. Assim, conclui-se que o evento de novembro de 2022 extravasou o evento de precipitação com um período de retorno de 100 anos.

Deste modo, para a delimitação das cheias e inundações na área específica de Santo Amaro, para além do modelo utilizado, ainda se recorreu ao ajuste das ZAC usando as cotas de cheias do evento de precipitação de novembro de 2022.

RIBEIRA DAS MULHERES – ÁREA URBANA DE SOUSEL

No que se refere a Sousel, esta área urbana é afetada por cheias e inundações num setor de reduzidas dimensões na N372 (Estrada Bairro Lopes) (*vd.* Figura 3.2.23). É precisamente na área onde atravessa a estrada que a linha de água inunda o setor urbano, onde se verifica a presença da estrada, passagem hidráulica, estacionamento (*vd.* Figura 3.2.24) e, ainda a montante, a inundação de uma piscina isolada do edifício principal, o qual não é afetado pela inundação (*vd.* Figura 3.2.23).

Uma vez que a área urbana de Sousel é afetada por cheias e inundações, o estudo dos parâmetros hidrológicos é realizado com um nível de detalhe superior. Assim, avalia-se novamente os parâmetros hidrológicos determinando, com maior foco, para esta área urbana o tempo de concentração e o caudal de ponta de cheia. Sublinha-se que o estudo não é

realizado para a área total da bacia hidrográfica da ribeira das Mulheres, mas somente até à área urbana afetada pelas cheias e inundações.

TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (TC)

O tempo de concentração é calculado através da utilização de cinco (5) fórmulas distintas, nomeadamente, Temez, Giandotti, Kirpich, Pickering e Kerby, sendo usados os dados apresentados no Quadro 3.16.

Quadro 3.16. Características morfológicas da bacia hidrográfica da ribeira das Mulheres

Bacia Hidrográfica	Área da bacia	Comprimento do curso de água	Declive médio do curso de água principal	Amplitude da bacia	Altura média da bacia	Declive médio da bacia
Ribeira das Mulheres	3 km ²	3,5 km	3,4%	120 m	288 m	9,1%

Assim, de seguida, apresentam-se os valores dos tempos de concentração obtidos.

De acordo com a **fórmula de Temez**, cuja fórmula foi apresentada anteriormente, o **TC do setor montante da ribeira das Mulheres é de 36 min.**

De acordo com a fórmula de **Giandotti (1953)**, o tempo de concentração é obtido através da seguinte fórmula:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A_b} + 1,5L_b}{0,80\sqrt{h_m}}$$

Sendo:

Tc – tempo de concentração (h);

Ab – área da bacia hidrográfica (km²);

Lb – Comprimento do curso de água principal da bacia (km);

hm – altura média da bacia (m).

O valor de TC para a fórmula de **Giandotti** é de 54 min.

Kirpich (1940) propôs a seguinte expressão para calcular o tempo de concentração:

$$t_c = 0,0663 \frac{L_b^{0,77}}{i_{mb}^{0,385}} = 0,0663 \frac{L_b^{1,155}}{(\Delta h)^{0,385}}$$

Sendo:

Tc – tempo de concentração (h);

Lb - Comprimento do curso de água principal (km);

imb - declive médio da bacia hidrográfica (m/km);

h - diferença de cotas entre as extremidades da linha de água principal (m).

Esta expressão aplica-se sobretudo a bacias rurais com canais bem definidos e declives compreendidos entre os 3% e 10%. **Esta fórmula fornece um tempo de concentração de somente 2 min essencialmente devido ao elevado declive da bacia hidrográfica.**

De acordo com BRISA (1974) a fórmula de Pickering para calcular o tempo de concentração em bacias com passagens hidráulicas, apresenta-se através da seguinte expressão:

$$t_c = \left(\frac{0,871 L_b^3}{\Delta h} \right)^{0,385}$$

Sendo:

Tc – tempo de concentração (h);

Lb - Comprimento do curso de água principal (km);

h - diferença de cotas entre as extremidades da linha de água principal (m).

Através da fórmula de **Pickering alcança-se um Tc de 30 min.**

Por fim, foi utilizada também a fórmula de Kerby (1959), formulada através da seguinte expressão:

$$t_c = 0,83 \left(\frac{K_K L_b}{\sqrt{i_{mb}}} \right)^{0,467}$$

Sendo:

tc - Tempo de concentração (h)

Imb - declive médio da bacia hidrográfica (%)

Lb - comprimento do curso de água principal (km)

kk - Coeficiente de rugosidade da fórmula de Kerby.

Esta fórmula introduz a rugosidade da bacia hidrográfica, definida através do coeficiente de rugosidade de Kerby (kk) apresentado no Quadro 3.17. Foi definido um Kk de 0,2 por se tratar de uma superfície relativamente rugosa, essencialmente pelo setor mais a montante, de cabeceira, composto pela serra de S. Miguel e com vegetação espontânea e variável. A vegetação apresenta variações essencialmente quando é comparada a área de serra onde dominam matos com a área de peneplanície onde dominam áreas sem vegetação ou vegetação esparsa. **A fórmula de Kerby leva a um valor de Tc de 25 min.**

Quadro 3.17. Coeficiente de rugosidade de Kerby

Tipologia da superfície	Valores de K_K
Impermeável lisa	0,02
Solo compacto liso	0,10
Relvado disseminado; sup. rugosa	0,20
Pastagens; relva densa	0,40

De acordo com as boas práticas recomendadas pela APA-ARHTO, a determinação do tempo de concentração deverá ser calculada com base na média aritmética dos resultados obtidos pela aplicação de diferentes expressões (no mínimo 5), após exclusão do valor mínimo e máximo obtidos. Assim, o Quadro 3.18 apresenta a síntese dos cálculos do TC, sendo **a média do TC de 30 min.**

Quadro 3.18. Tempo de concentração da bacia da ribeira das Mulheres

Fórmula	Tempo de concentração
Temez	36 min
Giandotti	54 min
Kirpich	2 min
Pickering	30 min
Kerby	25 min

CAUDAL DE PONTA DE CHEIA (Qp)

No que se refere ao **caudal de ponta de cheia (Qp)**, realizou-se o mesmo exercício, tendo sido consideradas as fórmulas de **Loureiro, SCS, Fórmula Racional, Paglioro e Temez**, e obtida a média dos valores após exclusão do valor extremo mais elevado e mais baixo.

As fórmulas de **Loureiro** e de **Soil Conservation Service (SCS)** foram apresentadas anteriormente. Assim, de acordo com a fórmula de **Loureiro o valor de Qp é de 80,6 m³/s**, enquanto, de acordo com a fórmula de **SCS o valor de Qp é de, somente, 10 m³/s**.

A fórmula Racional é usada em numerosos estudos hidrológicos em Portugal. Apesar de não haver consenso em relação à dimensão das bacias hidrográficas que deve constituir o limite de aplicabilidade da fórmula racional, em Portugal, tem sido utilizada, com resultados satisfatórios, em bacias com áreas inferiores a 25 km², como é o caso da bacia da ribeira das Mulheres.

A utilização da fórmula racional requer o conhecimento da área e da ocupação do solo da bacia hidrográfica, do tempo de concentração e da curva de possibilidade udométrica ou curvas IDF para um dado período de retorno. A fórmula racional é definida por:

$$Q_p = C I A_b$$

Sendo:

A_b – área da bacia hidrográfica (km²);

C - coeficiente da fórmula racional, que depende do tipo e da ocupação do solo da bacia hidrográfica;

I - intensidade média da precipitação para determinada frequência de ocorrência e igual ao tempo de concentração da bacia.

O coeficiente de escoamento da fórmula racional foi definido através do Quadro 3.19, identificando-se um valor de 0,4 para bacias hidrográficas não impermeabilizadas, onde dominam ocupações de culturas com capacidade de infiltração médias.

Quadro 3.19. Coeficiente da fórmula racional

Tipos de solos	C		
	Cobertura da bacia		
	Culturas	Pastagens	Bosques e florestas
Com capacidade de infiltração superior à média; usualmente arenosos.	0,20	0,15	0,10
Com capacidade de infiltração média; sem camadas de argila; solos francos ou similares.	0,40	0,35	0,30
Com capacidade de infiltração inferior à média; solos argilosos pesados ou com uma camada argilosa junto à superfície; solos delgados sobre rocha impermeável.	0,50	0,45	0,40

Assim, de acordo com a fórmula Racional, o QP para a ribeira das Mulheres é de 77,8 m³/s.

De acordo com a fórmula de Pagliaro o caudal de ponta de cheia é calculado através da expressão apresentada de seguida, sendo a mesma de aplicação em bacias com áreas inferiores a 1 000 km².

$$Q_p = A_b \left(\frac{2900}{90 + A_b} \right)$$

Sendo:

Ab – área da bacia hidrográfica (km²).

O caudal de ponta de cheia calculado de acordo com a fórmula de Pagliaro é de 93,5 m³/s.

Por fim, foi utilizada a fórmula de Temez, utilizada para o cálculo do Qp em bacias naturais e com áreas inferiores a 75 km², expressão pela seguinte fórmula:

$$Q_p = \frac{0,277 K A_b P_u}{\sqrt{t_c} + 0,6t_c}$$

Sendo:

Pu - precipitação útil (mm);

Ab – área da bacia hidrográfica (km²);

K - Fator de ponta da bacia hidrográfica;

Tc - tempo de concentração (h).

Considerou-se que a intensidade da precipitação útil é constante e que o caudal máximo de uma bacia hidrográfica se verifica quando toda a bacia está a contribuir, o que se verifica quando a duração da precipitação iguala o tempo de concentração. No entanto, a hipótese de considerar a precipitação útil constante não é real, uma vez que a mesma varia ao longo do tempo. De forma a ultrapassar esta limitação TEMEZ (1978) refere que, no caso de bacias pequenas, a influência da precipitação útil no seu tempo de concentração é secundária, podendo desta forma ser refletida globalmente no caudal de ponta de cheia através do Fator K. Apesar de este coeficiente variar de acordo com a forma dos hietogramas, TEMEZ verificou que, na prática, se pode admitir constante e igual a 1,2.

Assim, de acordo com a fórmula de Temez, apresenta-se um Qp de 18,5 m³/s.

A média dos caudais de ponta de cheia leva a um registo de 59 m³/s para a ribeira das Mulheres na área de referência (vd. Quadro 3.20).

Quadro 3.20. Caudal de ponta de cheia da ribeira das Mulheres

Fórmula	Caudal de ponta de cheia
Loureiro	80,6 m ³ /s
Soil Conservation Service*	9,6 m ³ /s

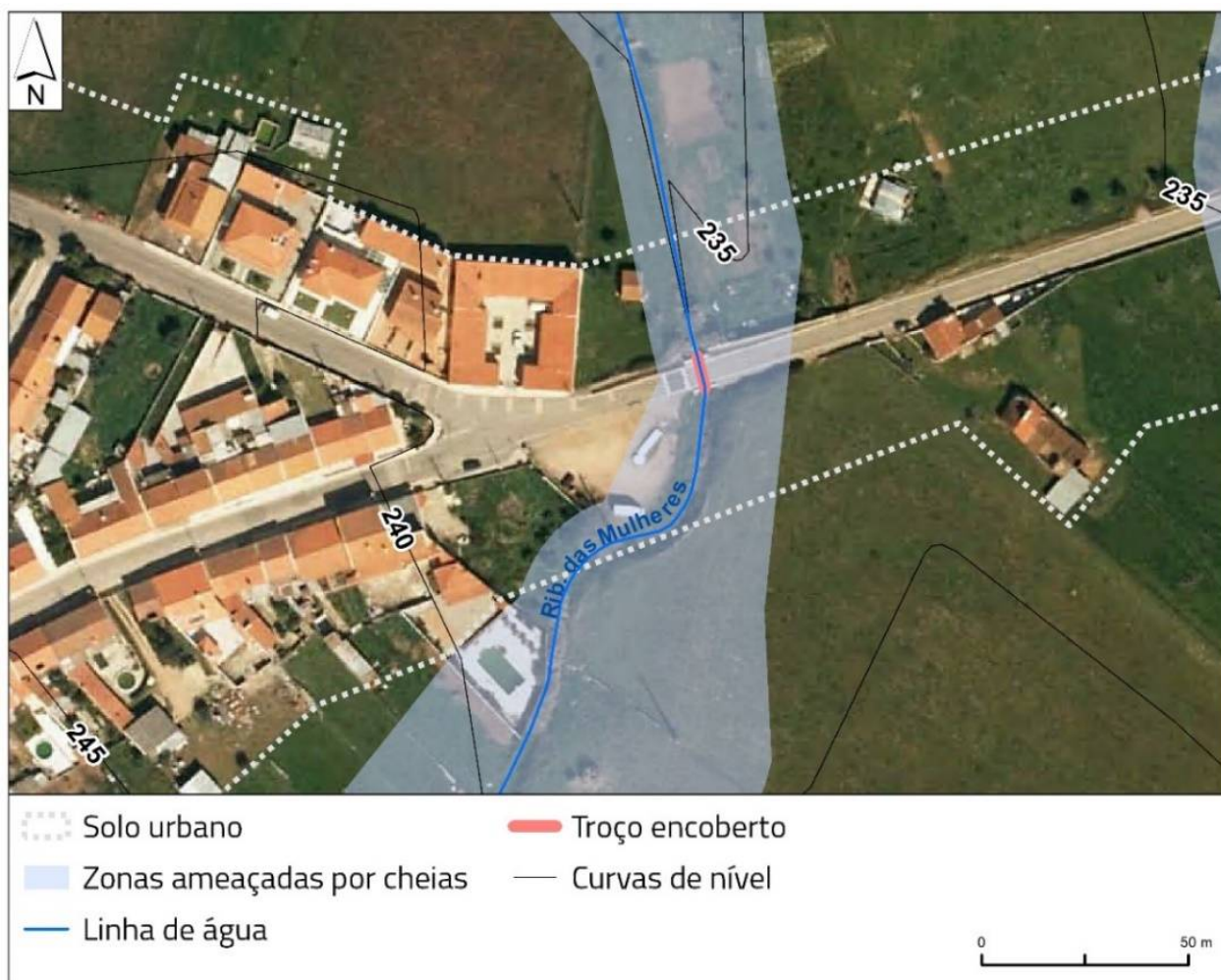
Racional	77,8 m ³ /s
Paglioro*	93,5 m ³ /s
Temez	18,5 m ³ /s
Média	59,0 m³/s

*Fórmula excluídas por representarem os valores extremos

ZONA AMEAÇADA POR CHEIAS

A zona ameaçada por cheias, resultante da aplicação dos parâmetros hidrológicos anteriormente calculados leva à inundação de um setor, de reduzidas dimensões, da área urbana de Sousel (vd. Figura 3.2.23 e Figura 3.2.24).

Figura 3.2.23. Inundação na área urbana de Sousel



Fonte: Cartografia de base: CM SOUSEL/ INFOPORTUGAL, S.A. (2019)

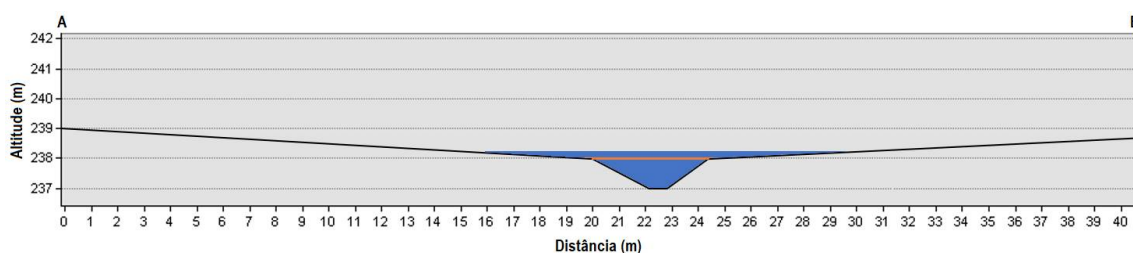
Figura 3.2.24. Leito da ribeira das Mulheres – troço entubado



Esta linha de água apresenta uma bacia de drenagem, até este setor da linha de água, de aproximadamente 2,6 km², sendo um afluente direto da ribeira de Sousel. Assim, o **risco associado à área inundável é reduzido**, não se verificando um significativo número de elementos expostos. A linha de água, na área da ponte encontra-se entubada, por duas passagens hidráulicas circulares. Nesta área encontra-se uma ponte, uma estrada, um estacionamento e um apoio agrícola.

Analisando o perfil topográfico da ribeira das Mulheres na área da ponte identificada na Figura 3.2.23 e Figura 3.2.24, verifica-se que a ponte se encontra a uma cota de 238 m, apresentando o leito aproximadamente 1 m de profundidade. Assim, a cheia aqui simulada para um período de retorno de 100 anos leva a que a ponte seja atravessada por uma coluna de água de aproximadamente 30 cm, gerada por um caudal de ponta de cheia de aproximadamente 59 m³/s neste setor (vd. Figura 3.2.25).

Figura 3.2.25. Perfil topográfico na área da ponte na ribeira das Mulheres



Exagero vertical 2x

O evento de precipitação de 13 de dezembro de 2022 levou a cheias e inundações na ribeira das Mulheres, extravasando a água o leito (*vd.* Figura 3.2.26). Ainda assim, não foram observadas graves consequências nos elementos expostos, servindo o evento de precipitação extrema de validação ao modelo hidráulico apresentado. Deste modo, deverá salvaguardar-se a necessidade de esta área se manter desocupada (tal como atualmente se encontra) e a linha de água e as passagens hidráulicas limpas e desassoreadas.

Figura 3.2.26. Ribeira das Mulheres na passagem da EN372



Para além destas duas áreas urbanas, as zonas ameaçadas por cheias afetam predominantemente campos agrícolas e florestais, sendo que, de entre os objetos antrópicos, apenas são afetadas estradas e edifícios isolados com funções agrícolas.

As zonas ameaçadas por cheias passam a representar cerca de 1 652,8 ha do concelho de Sousel, um valor substancialmente superior ao que se observa na REN em vigor (1 288,3 ha).

Assim, considera-se que a atual delimitação representa as áreas inundáveis de forma mais realista, adaptada a um período de retorno de 100 anos. As principais linhas de água apresentam zonas ameaçadas por cheias tanto na atual proposta como na REN em vigor sendo as suas diferenças notórias essencialmente nas áreas ocupadas pelas inundações, verificando-se que, geralmente, a proposta atual apresenta leitos de cheias com superiores dimensões. As diferenças registadas entre a atual proposta e a REN em vigor devem-se a diversos motivos, dos quais se destacam os seguintes como fundamentais:

1. a utilização de cartografia de base a escala 1:10 000;
2. as diferentes fontes de informação relativas à precipitação, caudais de ponta de cheia, tempos de concentração (entre outros dados geomorfológicos ou hidrológicos);
3. diferentes metodologias e *softwares* de modelação.

Assim, considera-se que a tipologia Zonas ameaçadas por cheias, representa a realidade do território do concelho de Sousel. Ainda que seja um território com elevada suscetibilidade a cheias e inundações, não se verifica a existência de qualquer Plano de Gestão de Riscos de Inundação (PGRI) no concelho de Sousel.

FONTES DE INFORMAÇÃO

CM SOUSEL, INFOPORTUGAL, S.A. (2019). Cartografia de base de Sousel. Cartografia vetorial;

DGT (2022). Carta Administrativa Oficial de Portugal. Formato *shapefile*;

3.2.3. ÁREAS DE INSTABILIDADE DE VERTENTES

CONCEITO

As áreas de instabilidade de vertentes são as áreas que, devido às suas características de solo e subsolo, declive, dimensão e forma da vertente ou escarpa e condições hidrogeológicas, estão sujeitas à ocorrência de movimentos de massa de vertentes, incluindo os deslizamentos, os desabamentos e a queda de blocos (STCNREN, 2010).

CRITÉRIOS E METODOLOGIA PARA A DELIMITAÇÃO

A delimitação das áreas suscetíveis à instabilidade de vertentes baseia-se na avaliação da suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes ao nível municipal e deve ser efetuada nas escalas de 1:10 000 ou 1:25 000, respeitando, no mínimo, a sequência de procedimentos metodológicos desenvolvidos na secção IV, n.º 5, da Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, na atual redação.

A metodologia que se preconiza para a delimitação das áreas de instabilidade de vertentes baseia-se na inventariação, determinação da tipologia e análise dos movimentos de vertentes verificados, extrapolando os dados ocorridos para outras áreas do território onde, potencialmente, possam ocorrer com maior frequência (por exemplo, Caldas da Rainha com 193 eventos, Norte de Lisboa com 150 eventos). A metodologia (método do valor informativo, de natureza Bayesiana¹) foi estudada e aplicada com sucesso em diferentes áreas da Orla Ocidental, onde predominam materiais mais plásticos (argilas, gesso, margas) em estruturas diapíricas e com maior pressão urbanística onde, naturalmente, são mais frequentes os movimentos de massa.

¹ Tipo de inferência estatística que descreve as incertezas sobre quantidades invisíveis de forma probabilística. Incertezas são modificadas periodicamente após observações de novos dados ou resultados. A operação que calibra a medida das incertezas é conhecida como operação bayesiana e é baseada na fórmula de Bayes.

No entanto, tendo em conta a natureza muito pouco declivosa do concelho de Sousel, com exceção das vertentes da serra de S. Miguel e da serra de S. Bartolomeu, assim como de específicos setores da ribeira de Almadafe, e na presença de litologias de maior dureza (principalmente no maciço antigo), combinadas com um coberto do solo denso e bem conservado nas áreas mais declivosas, e com fraca pressão urbanística, estão presentes as condições para, potencialmente, não ocorrerem movimentos de massa com a frequência e representatividade necessárias para a aplicação dos critérios de delimitação. Além disso, a REN em vigor, ao abrigo do antigo regime jurídico, **não contempla a tipologia Escarpas**. Por fim, foram realizados trabalhos de campo nas áreas mais suscetíveis à ocorrência desta tipologia, no entanto, não foi registado nenhum evento.

Desta forma, o estudo efetuado no âmbito das áreas de instabilidade de vertentes permitiu concluir que não se aplica esta tipologia ao concelho de Sousel e, portanto, não foi considerada para a delimitação da REN.

4. A PROPOSTA DE REN PARA O CONCELHO DE SOUSEL

4.1. A REN BRUTA

A proposta de delimitação da **REN Bruta** (*vd.* peça gráfica da Proposta de REN Bruta) integra assim cinco tipologias, distribuídas pelos domínios das águas interiores e de riscos como se verificou no capítulo 3. As tipologias mais representativas em termos de área ocupada¹ são as **Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos** (9643,8 ha), que representam **aproximadamente 29,5%** do território municipal, seguida das **Zonas Ameaçadas**

¹ Contabilizando-se a superfície total ocupada por cada tipologia (i.e, incluindo sobreposições).

pelas Cheias, com 1 652,8 ha, aos quais correspondem cerca de **5,9 %** do concelho (*vd.* Quadro 4.1).

Quadro 4.1. Quadro síntese das áreas incluídas na REN bruta, por tipologia

Tipologias que integram a REN Bruta	Superfície (ha)	Superfície do concelho (%)
Cursos de água - leito	229,3 km	-
Cursos de água - leito (polígonos)	197,0	0,7
Cursos de água - margem	575,6	2,1
Áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos	9643,8	34,5
Zonas ameaçadas pelas cheias	1 652,8	5,9
Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo	718,1	2,6
Total de REN Bruta*	11 311,8	40,5
Total de REN Bruta**	13 798,6	35,5
REN em vigor	12 995,8	49,4
Área do Município	27 932,2	100

* com sobreposições

** sem sobreposições

*** comprimento das linhas de água no concelho (km)

Ocupando uma área total de 13 798,6 ha, valor que não ultrapassa os 11 311,8 ha, se não forem contabilizadas as áreas onde se verifica a sobreposição de tipologias (Quadro 4.1), a REN Bruta é assim mais expressiva em todo o setor central do concelho, correspondente ao sistema-aquífero Estremoz-Cano, abrangendo ainda algumas áreas de aluviões e cabeceiras, bem como as áreas com elevado risco de erosão hídrica do solo nas serras de São Miguel e São Bartolomeu e as zonas ameaçadas pelas cheias ao longo das principais ribeiras do concelho (*vd.* peça gráfica da Proposta de REN Bruta).

Tomando como referência este último valor, a superfície do território afeta à REN Bruta representa, deste modo, cerca de 35,5% da área do município, traduzindo-se numa redução de quase 23,7% relativamente à REN em vigor, que ocupa 12 995,8 ha, muito embora não se devam comparar estes valores uma vez que resultam da utilização de metodologias diferentes.

Desta feita, considera-se que a proposta de REN Bruta apresentada responde ao respetivo regime jurídico, na sua redação atual e às orientações estratégicas e se encontra adequada à realidade do território, contribuindo para a ocupação e o uso sustentáveis do território, através da proteção dos recursos naturais água e solo, da salvaguarda dos sistemas e processos biofísicos associados ao litoral e ao ciclo hidrológico terrestre e da redução dos riscos naturais, acautelando a sustentabilidade ambiental e a segurança de pessoas e bens.

4.1. CONTINUIDADE COM A REN DE CONCELHOS

ENVOLVENTES

O concelho de Sousel é envolvido pelos concelhos de Mora, Arraiolos, Estremoz, Fronteira e Avis e, como tal, é analisada a continuidade das tipologias da proposta de REN com as mesmas tipologias dos concelhos envolventes.

Em relação a **Mora**, destacam-se as tipologias CALM, ZAC e AEREHS que, em termos gerais, apresentam continuidade nos dois concelhos, sendo as metodologias usadas para a definição destas tipologias semelhantes (*vd.* Figura 4.1.1 e Quadro 4.2).

O concelho de **Arraiolos**, devido a uma alteração da CAOP, não apresenta REN num segmento do concelho fronteiriço com Sousel. Por este motivo, não existe continuidade nas CALM – ribeira de Almadafe e nas respetivas ZAC. O concelho de Arraiolos apresenta AEIPRA (Aquíferos e cabeceiras) definidas no limite com o concelho de Sousel, no entanto, considera-se justificada a não integração destas tipologias da REN em Sousel por se tratar de uma área onde não existem aquíferos ou aluviões e onde a cabeceira é de terceira ordem, paralela ao curso de água principal, não apresentando assim importância regional (*vd.* Figura 4.1.1 e Quadro 4.2).

No que se refere ao concelho de **Estremoz**, verifica-se que em termos de CALM, existe continuidade entre os dois concelhos, ainda que distintas cartografias de base não permitam o total alinhamento entre as linhas de água. A tipologia ZAC apresenta, em termos gerais, continuidade entre os concelhos, sendo a exceção a ribeira de Lupe que apresenta cheias no concelho de Sousel, mas não no concelho de Estremoz. Não é mantida a continuidade da cabeceira da ribeira de Lupe no concelho de Sousel, não cumprindo os critérios estabelecidos para a delimitação da tipologia (vd. Figura 4.1.1 e Quadro 4.2).

O concelho de **Fronteira** apresenta a REN desatualizada e com pouca legibilidade. Por este motivo, é possível verificar apenas a continuidade da ribeira de Lupe e das respetivas ZAC, não sendo perceptível a continuidade da ribeira de Ana Louro. Também é possível verificar pequenas manchas de AEREHS na envolvente da ribeira de Ana Louro em ambos os concelhos (vd. Figura 4.1.1 e Quadro 4.2).

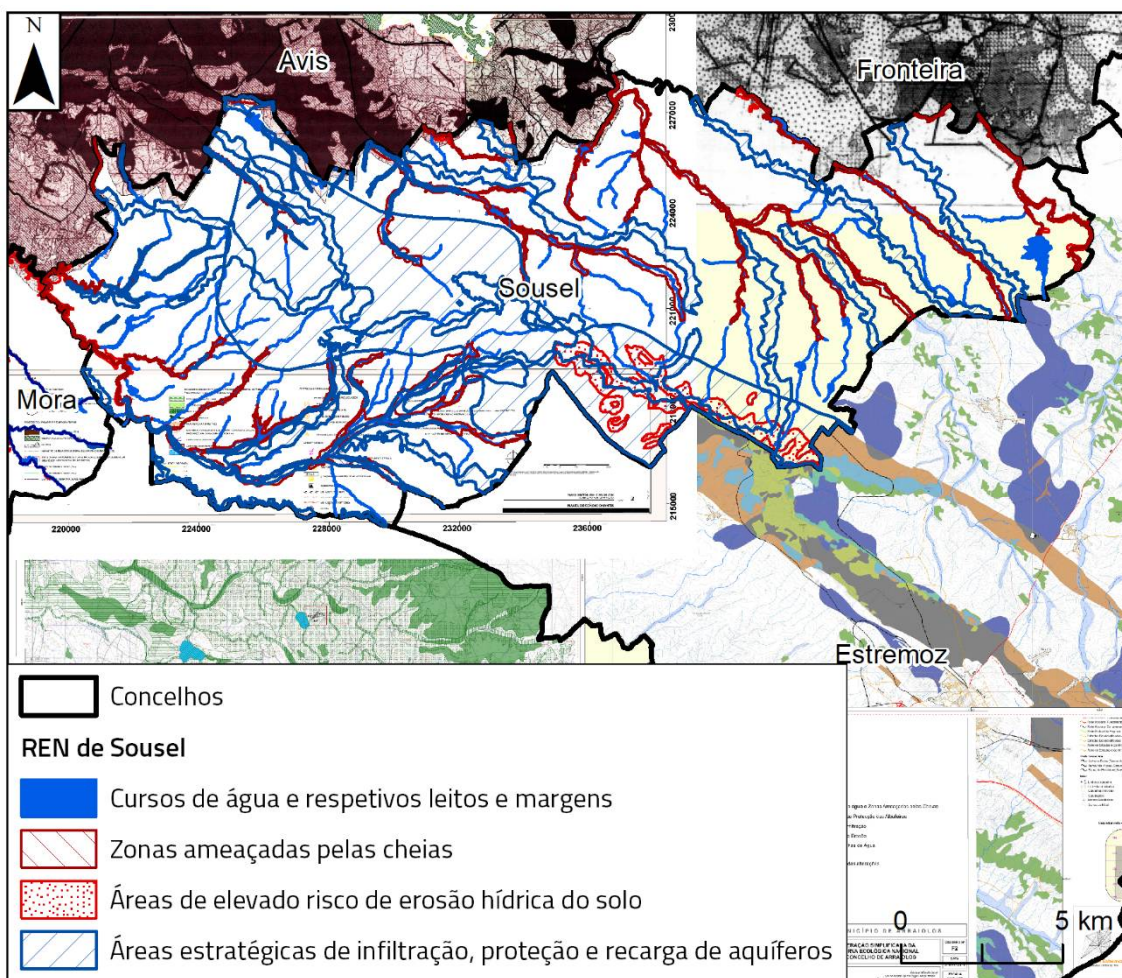
Por fim, no concelho de **Avis**, na área fronteiriça com o concelho de Sousel, não é possível identificar a diferenciação das tipologias da REN, mas somente da área integrada em REN (vd. Figura 4.1.1 e Quadro 4.2). Em termos gerais, verifica-se uma descontinuidade entre os dois concelhos, essencialmente dadas às diferenças de datas de elaboração e assim, metodologias e dados de base distintos.

Quadro 4.2. Comparação da Proposta de REN com os concelhos envolventes

Concelho envolvente	Tipologia	Observações
Mora	CALM	Continuidade na Ribeira de Almadafe
	AEIPRA	-
	ZAC	Continuidade da tipologia na envolvente da ribeira de Almadafe. Existência de cheias em ambas as margens da linha de água
	AEREHS	Continuidade da tipologia na envolvente da rib. De Almadafe.

Arraiolos	CALM	A ribeira de Almadafe, não apresenta continuidade entre os dois concelhos uma vez que ocorre no segmento do concelho que não apresenta a REN delimitada, devido às alterações da CAOP.
	AEIPRA	Não existe continuidade entre os dois concelhos no que se refere à delimitação das cabeceiras e AEIPRA uma vez que estas apenas se encontram delimitadas no concelho de Arraiolos.
	ZAC	-
	AEREHS	-
Estremoz	CALM	Continuidade da ribeira de Almadafe e ribeira da Jordana, Sousel, Lupe e Ana Louro.
	AEIPRA	O aquífero Estremoz-Cano encontra-se integrado em REN em ambos os concelhos. Verifica-se a existência da cabeceira da ribeira de Lupe no concelho de Estremoz que é mantida no concelho de Sousel.
	ZAC	Apesar de não existir uma continuidade direta da ZAC, a definição das ZAC ocorre a montante, nas mesmas linhas de água. Continuidade das ZAC nas ribeiras de Ana Louro, Sousel. Não existe continuidade das ZAC na ribeira de Lupe.
	AEREHS	Na continuidade da serra de S. Miguel e S. Bartolomeu para sul, é mantida a continuidade da tipologia.
Fronteira	CALM	Continuidade da ribeira de Lupe, não sendo possível verificar a continuidade da ribeira de Ana Louro.
	AEIPRA	-
	ZAC	Verifica-se a continuidade das ZAC na envolvente da ribeira de Lupe.
	AEREHS	Verifica-se a continuidade na envolvente da ribeira de Lupe.
Avis	CALM	-
	AEIPRA	-
	ZAC	-
	AEREHS	-

Figura 4.1.1. Continuidade entre a proposta de REN e os concelhos envolventes



Fonte: CAOP; DGT (2023), REN, CM Estremoz, CM Arraiolos, CM Mora; CM Avis e CM Fronteira

5. A PROPOSTA DE EXCLUSÕES

5.1. ENQUADRAMENTO E METODOLOGIA

De acordo com o RJREN¹, “na elaboração da proposta de delimitação da REN deve ser ponderada a necessidade de exclusão de áreas com edificações legalmente licenciadas ou

¹ Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto na atual redação conferida pelo Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto, artigo 9.º, n.º 2.

autorizadas, bem como das destinadas à satisfação das carências existentes em termos de habitação, atividades económicas, equipamentos e infraestruturas”.

Na ponderação de áreas a excluir da REN deve considerar-se a dimensão relativa da área afeta à tipologia sobre a qual incide a proposta de exclusão na REN municipal e a relevância desta no contexto das áreas da respetiva tipologia a salvaguardar e da área total do concelho (n.º 5 da secção II do Anexo das OE).

Em áreas urbanas consolidadas, a ponderação de áreas a excluir da REN, prevista nos n.ºs 2 e 3 do artigo 9.º do Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto, na atual redação, deve considerar a afetação da área REN a outros regimes ou planos em vigor, vocacionados para a gestão de risco, como sejam os planos de gestão de riscos de inundações, bem como a respetiva regulamentação adotada pelo PMOT ou PEOT (n.º 7 da secção II do Anexo das OE).

O processo de exclusão de áreas da REN pretende, assim, por um lado, retirar desta restrição de utilidade pública as áreas integradas em perímetros urbanos, que se encontram total ou parcialmente edificadas ou urbanizadas, ou seja, as áreas maioritariamente edificadas ou legalmente comprometidas [manchas C], e por outro, justificar a exclusão de áreas que, não estando ainda totalmente ocupadas, se encontram comprometidas, e são consideradas essenciais para a prossecução da estratégia de desenvolvimento preconizada para o concelho [manchas E].

Face ao enquadramento legal e aos objetivos referidos, a identificação das exclusões da REN propostas seguiu os seguintes passos metodológicos:

1. Sobreposição da Planta da REN Bruta com a Planta de ordenamento – classificação e qualificação do solo;
2. Seleção de todas as categorias do solo urbano, com exceção dos espaços verdes, por constituírem situações em que os usos previstos na categoria de espaço são

- compatíveis com o RJREN, designadamente com o quadro de usos e ações presente no Anexo II do Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto;
3. Seleção no solo rústico das categorias de espaço - Espaços Destinados a Equipamentos, Infraestruturas e outras estruturas ou ocupações e área destinada à ampliação da estrada com a criação de novos acessos e a construção da ponte na ribeira de Alcórrego com a ligação ao concelho de Avis;
 4. Sobreposição com os compromissos urbanísticos válidos.

Desta forma, os polígonos objeto de propostas de exclusão da REN configuram dois tipos de situações:

1. Áreas classificadas como solo urbano e solo rústico com ocupação humana, legalmente construídas, licenciadas ou autorizadas e/ou compromissos urbanísticos válidos. Estas áreas encontram-se identificadas no respetivo Quadro 5.1, bem como na Planta da Proposta de Exclusões da REN com a **LETRA C**.
2. Áreas classificadas como solo urbano com ocupação humana, destinadas a satisfação de carências existentes, em matéria de habitação, turismo, equipamentos, atividades económicas e infraestruturas. Estas áreas encontram-se identificadas no respetivo Quadro 5.1, bem como na Planta da Proposta de Exclusões da REN com a **LETRA E**.

Cada uma das manchas encontra-se numerada e tem correspondência com uma tabela (Quadro 5.1), onde se sintetizam as razões de fundamentação da exclusão.

Este processo de propostas de exclusão do regime da REN procura identificar as áreas integradas em solo urbano e/ou solo rústico, nas respetivas categorias de espaço, edificadas ou legalmente comprometidas e os correspondentes usos definidos na proposta da revisão do PDM, considerados incompatíveis com o RJREN, propondo e justificando a necessidade da sua exclusão deste regime, consideradas essenciais para a prossecução da estratégia de desenvolvimento preconizada para o município, de acordo com os critérios enunciados seguidamente.

5.2. CRITÉRIOS SUBJACENTES ÀS PROPOSTAS DE EXCLUSÃO

A atual revisão do PDM apresenta claras diferenças no que se refere à classificação e qualificação do solo, em respeito pelo quadro legal em vigor. Relativamente às áreas ocupadas pelo solo urbano e rústico, regista-se uma efetiva redução da área classificada como solo urbano na proposta de Plano (na ordem dos 54%, aproximadamente) em relação à área ocupada no PDM. Assim, o solo urbano sofreu uma significativa redução pois, procurou-se, no essencial, conformar o perímetro urbano em torno das áreas já ocupadas ou comprometidas, integrando ainda áreas intersticiais, como forma de rentabilizar a existência de infraestruturas nos arruamentos confinantes, correspondendo, por isso, a áreas total ou parcialmente edificadas ou urbanizadas.

Foram ainda delimitados espaços destinados a equipamentos, infraestruturas e outras estruturas ou ocupações compatíveis com estatuto de solo rústico, como regime de uso específico, como sejam as três Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), localizadas a sul de Casa Branca, noroeste de Santo Amaro e nordeste de Sousel e os cemitérios de Cano, Casa Branca e Santo Amaro, por não serem contíguos ao solo urbano.

As propostas de exclusão procuraram no essencial contribuir para delimitar os espaços de forma mais rigorosa, suportada por cartografia atualizada, privilegiando a consolidação e o preenchimento dos espaços intersticiais nos perímetros urbanos. Assim, as propostas de exclusão da REN foram desenvolvidas tendo por base os seguintes critérios ou razões para a sua fundamentação:

Critério 1 – Sobreposição da REN Bruta com perímetros urbanos

Sempre que a REN Bruta ocorra em perímetro urbano, sobre as categorias onde não se verifica a respetiva compatibilidade, é proposta a sua exclusão, uma vez que a manutenção

da REN sobre perímetros urbanos não se coaduna com a dinâmica de estruturação preconizada para estas áreas, motivo pelo qual o regime da REN não contribui para a concretização das disposições definidas para a gestão.

Critério 2 – Sobreposição da REN com Espaços destinados a equipamentos, infraestruturas e outras estruturas ou ocupações

Este critério sustenta a exclusão da REN em áreas integradas na categoria de Espaços destinados a equipamentos, infraestruturas e outras estruturas ou ocupações, na medida em que sua delimitação visa: 1. A manutenção dos equipamentos e infraestruturas existentes, em condições adequadas de funcionamento e respetiva qualificação e valorização; 2. estabelecimento de áreas de respeito às infraestruturas de saneamento básico, abastecimento de energia, valorização e tratamento de resíduos sólidos; 3. ampliação de equipamentos e infraestruturas de interesse público de acordo com as reais necessidades que promovam, dinamizem e dignifiquem o concelho.

Critério 3 – Sobreposição da REN com áreas agrícolas

Destinado à ampliação da estrada com a criação de novos acessos e a construção da ponte na ribeira de Alcórrego com a ligação ao concelho de Avis.

5.3. QUANTIFICAÇÃO DAS ÁREAS A EXCLUIR DA REN

Na presente memória descritiva estão identificadas e quantificadas as áreas de conflito com o regime da Reserva Ecológica Nacional (REN Bruta) e fundamentadas as respetivas propostas de exclusão. Esses conflitos encontram-se assinalados na "Planta das propostas de exclusão da REN" por razões de ordenamento, à escala 1/10 000.

Do resultado da sobreposição da nova proposta de ordenamento, com a proposta de REN Bruta para o concelho de Sousel, identificaram-se as propostas de exclusão e definiram-se as fundamentações técnicas para as mesmas, enquadradas em dois grandes grupos temáticos: áreas efetivamente já comprometidas (legalmente construídas, licenciadas ou autorizadas), identificadas com a letra C, e áreas para satisfação de carências existentes, identificadas com a letra E.

Assim, verifica-se a existência de **14 exclusões** no concelho de Sousel (*vd.* Quadro 5.1 e VII.2. Proposta de exclusões da REN), representando um total de 164,9 ha. Estas exclusões ocorrem em perímetro urbano ou em solo rústico, nas categorias de espaços agrícolas e espaços destinados a equipamentos, infraestruturas e outras estruturas ou ocupações. As áreas de exclusão, com maior representatividade em termos de área, correspondem aos perímetros urbanos de Cano (Id 4), Casa Branca (Id 2), Sousel (Id 5), Santo Amaro (Id 7, 8, 9, 10 e 11), e Almadafe (ID 13).

Em relação à exclusão ID 12, esta refere-se à área onde se **pretende a construção de uma nova ponte para o concelho de Avis**, bem como a **alteração do traçado atual da estrada. Atendendo a que estas intervenções** não se afiguram ações compatíveis com o RJREN, nomeadamente “melhoramento, alargamento de plataformas e de faixas de rodagem e pequenas correções de traçado de vias e de caminhos públicos existentes” ou “pequenas pontes, pontões e obras de alargamentos das infraestruturas existentes”, considera-se justificado o pedido de exclusão desta área, com vista ao desenvolvimento das infraestruturas rodoviárias vitais ao desenvolvimento do concelho de Sousel e dos concelhos vizinhos, em particular o de Avis.

Do total das 14 exclusões, oito ocorrem em áreas legalmente construídas, licenciadas ou autorizadas (Letra C), localizadas na vila de Cano, Casa Branca, Santo Amaro e Almadafe e ocupando 142,4 ha, representando 86,4% das exclusões (ver Quadro 5.1).

Quadro 5.1. Propostas de exclusões da REN

Id	Localidade	Tipologia	Letra	Critério	Área (m ²)	Categoria	Justificação
1	Casa Branca	AEIPRA	E	2	7744,9	Espaços destinados a equipamentos, infraestruturas e outras estruturas ou ocupações	Ampliação do cemitério na localidade de Casa Branca
2	Casa Branca	AEIPRA	C	1	485 542,5	Espaços habitacionais, Espaços de atividades económicas, Espaços de uso especial: Espaços de Equipamentos	Esta exclusão integra a totalidade do perímetro urbano de Casa Branca, com exceção da área qualificada como Espaços Verdes. A exclusão desta área mostra-se necessária para a satisfação de carências existentes, nomeadamente a construção de habitação, equipamentos e espaços para atividades económicas. Trata-se de uma área consolidada, altamente impermeabilizada, cuja sujeição ao RJREN não se afigura compatível com o regime de uso preconizado para as diversas categorias que integra. Simultaneamente as características desta área urbana, nomeadamente o seu elevado grau de impermeabilização não concorrem, de um modo geral, para a prossecução dos objetivos propostos para a tipologia de AEIPRA.
3	Cano	AEIPRA	E	2	9 130,4	Espaços destinados a equipamentos, infraestruturas e outras estruturas ou ocupações	Ampliação do cemitério na localidade de Cano, sendo que esta obra já se encontra em processo de concretização.
4	Cano	AEIPRA	C	1	876 976, 4	Espaços urbanos de baixa densidade; Espaços habitacionais; Espaços Centrais; Espaços de atividade económica; Espaços de uso especial: Espaços de Equipamentos	Esta exclusão integra a totalidade do perímetro urbano de Cano, com exceção da área correspondente à Unidade de Execução 3 (ver ID 14) e da área qualificada como Espaços Verdes. A exclusão desta área mostra-se necessária para a satisfação de carências existentes, nomeadamente a construção de habitação, equipamentos e espaços para atividades económicas e ainda para a concretização do projeto de Requalificação Urbana do Largo do Rossio de Cano. Trata-se de uma área consolidada, altamente

							impermeabilizada, cuja sujeição ao RJREN não se afigura compatível com o regime de uso preconizado para as diversas categorias que integra. Simultaneamente as características desta área urbana, nomeadamente o seu elevado grau de impermeabilização não concorrem, de um modo geral, para a prossecução dos objetivos propostos para a tipologia de AEIPRA.
5	Sousel	AEIPRA	E	1	183 446,7	Espaços de atividades económicas, Espaços habitacionais, Espaços de Uso Especial: Espaço de Equipamentos	Esta exclusão abrange o setor noroeste do perímetro urbano de Sousel, destinando-se a suprir carências ao nível da ampliação da atual área de atividades económicas, através da delimitação de duas unidades de execução, nos termos do artigo 72.º do RJIGT. Também visa permitir a ampliação do cemitério de Sousel e ainda a satisfação de carências ao nível habitacional, bem como a estruturação e consolidação da malha urbana existente. Acresce que estes objetivos não se afiguram compatíveis como RJREN, justificando-se assim a exclusão desta área.
6	Sousel	AEIPRA	C	1	365,4	Espaços urbanos de baixa densidade	Área edificada no perímetro urbano de Sousel, cuja sujeição ao RJREN não se afigura compatível com o regime de uso preconizado para a categoria.
7	Santo Amaro	ZAC	C	1	16 837,1	Espaços de Uso Especial: Espaços de Equipamentos; Espaços habitacionais	Trata-se de uma área consolidada no perímetro urbano de Santo Amaro, com uso habitacional e de equipamentos, cuja sujeição ao RJREN não se afigura compatível com as carências existentes. Contudo, considerando o risco associado a esta tipologia, a ocupação do território deverá acautelar a segurança de pessoas e bens. Nesse sentido, o regulamento do PDM (artigo 22.º) assegura a proteção de todas as zonas ameaçadas por cheias ou inundações, delimitadas na Planta de Ordenamento – Outras limitações ao regime de uso, ainda que não incluídas na REN.
8		ZAC	C	1	8 464,6	Espaços habitacionais	
9		ZAC	C	1	9 599,0	Espaços habitacionais	
10		ZAC	C	1	1 266,2	Espaços habitacionais	
11	Santo Amaro	AEIPRA	C	1	5 673,7	Espaços habitacionais	Trata-se de uma área habitacional no perímetro urbano de Santo Amaro edificada e consolidada, que visa a satisfação de carências habitacionais, cuja

							sujeição ao RJREN não se afigura compatível com o regime de uso preconizado para a categoria. Acresce que estes objetivos não se afiguram compatíveis como RJREN, justificando-se assim a exclusão desta área.
12	EM 508, Ribeira de Acórrego	AEIPRA	E	3	2 071,5	Espaços agrícolas	Desenvolvimento de infraestruturas - alteração do traçado atual da estrada e a construção de uma nova ponte.
12		CALM			84,3	Espaços agrícolas	
13	Almadafe	AEIPRA	C	1	19 616,6	Espaços urbanos de baixa densidade	Trata-se de uma área habitacional no perímetro urbano de Almadafe, edificada e consolidada, que visa a satisfação de carências habitacionais, cuja sujeição ao RJREN não se afigura compatível com o regime de uso preconizado para a categoria. Acresce que estes objetivos não se afiguram compatíveis como RJREN, justificando-se assim a exclusão desta área.
14	Cano	AEIPRA	E	1	22 001,4	Espaços de atividades económicas	Área no extremo noroeste do perímetro urbano do Cano, contígua a área de atividades económicas existente, e para a qual se pretende, através da delimitação de uma unidade de execução, nos termos do artigo 72.º do RJIGT, a expansão da atual área de atividades económicas, o que não se afigura compatível com o RJREN.

As áreas de exclusão localizadas em perímetros urbanos abrangem áreas extensas, incidindo sobre diversas categorias de uso do solo, nomeadamente, Espaços de Uso Especial: Espaços de Equipamentos; Espaços de atividades económica; Espaços habitacionais e Espaços urbanos de baixa densidade. Contrariamente, as exclusões em solo rústico encontram-se nas categorias de Espaços agrícolas e Espaços destinados a equipamentos, infraestruturas e outras estruturas ou ocupações.

As tipologias da REN abrangidas pelas exclusões referem-se às tipologias de AEIPRA, CALM e ZAC. As exclusões em AEIPRA são as mais representativas, ocupando uma área de 1 612 569,4 m², o equivalente a aproximadamente 98% das exclusões, seguidas das exclusões em ZAC, com 36 166,8 m², na localidade de Santo Amaro, e das áreas em CALM, correspondentes a apenas 84 m² (ver Quadro 5.2).

O perímetro urbano de Santo Amaro foi ajustado nos seus limites à realidade da ocupação atual, cingindo-se apenas às áreas total ou parcialmente edificadas ou infraestruturadas, como se pode observar na Planta de ordenamento – classificação e qualificação do solo. Ainda que se encontre em **zonas ameaçadas por cheias**, a exclusão da REN é pedida por corresponder a uma parte significativa da sede de freguesia, para a qual ficaria impedido um conjunto importante de operações urbanísticas, que não agravam a situação existente. Assim, de forma a garantir que nestas áreas, a exclusão da REN não é responsável pelo aumento do risco para pessoas e bens e pela afetação dos valores e recursos naturais a preservar, as mesmas são integradas na Planta de ordenamento – outras limitações ao regime de uso, como “zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias”, sendo incluído no Regulamento um artigo que dispõe sobre as condições aplicáveis ao respetivo regime de edificabilidade e aos usos e ações admitidos.

Quadro 5.2. Áreas de exclusão por tipologia

Tipologia	Área (m ²)	% das Exclusões
AEIPRA	1 612 569,4	97,8
CALM	84,3	0,005
ZAC	36 166,8	2,2
AEIPRA + CALM	84,3	0,005
Total	1 648 820,5	100

O maior número de exclusões é justificado pela sua inclusão em solo urbano (Critério 1, aproximadamente 80% das exclusões), nas categorias onde não se verifica a respetiva compatibilidade. O critério 2 apenas ocorre em duas ocasiões, correspondentes ao cemitério de Casa Branca e do Cano enquadrados em espaços destinados a equipamentos, infraestruturas e outras estruturas ou ocupações. O critério 3 corresponde a uma exclusão em duas tipologias da REN, destinada à ampliação da estrada com a criação de acessos e ponte na ribeira de Alcórrego, permitindo a ligação ao concelho de Avis (*vd.* Quadro 5.3).

Quadro 5.3. Áreas de exclusão por critério

Critério	N.º de exclusões	Área (m ²)	% da área das Exclusões
1	11	1 629 789,4	79,9
2	2	16 875,3	15,4
3	1	2 155,8	7,7
Total	13	1 648 820,5	100

6. A REN PROPOSTA (FINAL)

A proposta de REN para o concelho de Sousel (*vd.* peça gráfica da proposta de REN), como se verifica, resulta da aplicação dos critérios definidos nas Orientações Estratégicas Nacionais e Regionais previstas no Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional, publicadas pela Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, na atual redação, tendo sido selecionadas as metodologias que se consideraram mais adequadas à concretização dos mesmos. Resulta

igualmente de um importante processo de concertação com as entidades com tutela sobre esta restrição de utilidade pública, como são a CCDR do Alentejo e a APA - ARH do Tejo e Oeste.

Assim, totaliza 11147 ha, ou seja, cerca de 39,9% da superfície do concelho e traduz-se numa redução de 14,2%, que totaliza atualmente 12 995,9 ha, como se pode observar no Quadro 6.1.

As **áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos**, com 10464,7 ha, integram a tipologia mais representada no concelho, com **37,5%** da área do mesmo. Coincidem com o sistema aquífero Estremoz-Cano, no setor central do concelho, e com as cabeceiras mais importantes. A segunda tipologia mais representativa no que à dimensão diz respeito corresponde às **zonas ameaçadas pelas cheias**, que ocupam 1649,2 ha e representam ≈6% da superfície concelhia, encontrando-se associadas às principais linhas de água. Por seu lado, as áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo representam apenas 718 ha, representativas de somente 2,6% da área do concelho, localizadas essencialmente nas serras de São Miguel e de São Bartolomeu ou em vales encaixados das principais linhas de água.

A proposta de delimitação da REN integra as dinâmicas territoriais que ocorreram nos últimos anos, sobretudo no interior dos perímetros urbanos definidos no PDM, tendo sido propostas para exclusão as áreas integradas nestes que se encontrem total ou parcialmente edificadas ou urbanizadas nos termos do artigo 7.º do Decreto-Regulamentar n.º 5/2015, de 19 de agosto, e de acordo com a estratégia de desenvolvimento e o correspondente modelo territorial. Pese embora a incompatibilidade do regime de uso previsto para o solo urbano (com exceção dos espaços verdes) com o RJREN, nas zonas ameaçadas pelas cheias pretende-se garantir a salvaguarda de pessoas e bens através da sua integração na Planta de ordenamento – Outras limitações ao regime de uso e da inserção do respetivo normativo no Regulamento do PDM.

Quadro 6.1. REN final

Tipologias que integram a REN final	Superfície (ha)	Superfície do concelho (%)
Cursos de água - leito	229,3 km	-
Cursos de água - leito (polígonos)	197,0	0,7
Cursos de água - margem	575,6	2,1
Áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos	10464,7	37,5
Zonas ameaçadas pelas cheias	1649,2	5,9
Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo	718,1	2,6
Total de REN*	13604,6	48,7
Total de REN**	11147,0	39,9
REN em vigor	12995,9	46,5
Taxa de variação entre a REN em vigor e a proposta de REN	- 14,2	-
Área do concelho	27 932,2	-

* com sobreposições

** sem sobreposições

De salientar que a utilização de metodologias bastante diferentes das que estiveram na base da delimitação da REN em vigor justifica a redução registada nesta restrição de utilidade pública (cerca de 14,2%). Assim, considera-se a proposta da REN adequada à realidade do território, designadamente em termos de cabeceiras e áreas de infiltração máxima, tipologias estas que estavam nitidamente delimitadas por excesso.

Em termos de comparação com a REN em vigor (*vd.* Quadro 6.2), verifica-se que há um decréscimo de área que corresponde a 1848,9 ha. Este decréscimo deve-se essencialmente à redução das cabeceiras. Em relação às albufeiras, esta tipologia não é apresentada na proposta da REN, sendo as albufeiras de reduzidas dimensões integradas na tipologia CALM (Leitos). A redução das áreas de elevado risco de erosão hídrica é muito pouco significativa, verificando-se que na proposta de REN são eliminadas as manchas de reduzidas dimensões e com elevada dispersão que ocorriam na REN em vigor. Por fim, houve um acréscimo do comprimento das linhas de água integradas na REN e das ZAC.

Quadro 6.2. Variação das tipologias da REN entre a proposta e a REN em vigor

Tipologias que integram a REN Final	Proposta da REN (ha)	REN em vigor (ha)	Variação (ha)
Cursos de água - leito	229,3***	191***	38,3
Cursos de água - leito (polígonos)	197	-	197
Albufeiras	-	354,7	-354,7
Cursos de água - margem	575,6	-	575,6
Áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos (sem cabeceiras)	7346,9	7078,2	268,70
Cabeceiras	3117,7	7765,7	-4 648,00
Zonas ameaçadas pelas cheias	1649,2	1288,3	360,90
Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo	718,1	1337,3	-619,20
Total de REN Final*	13604,6	17824,3	-
Total de REN Final**	11147	12995,9	-1 848,90
Área do Município	27932,2	-	-

* com sobreposições

** sem sobreposições

*** comprimento das linhas de água no concelho (km)

Em termos de sobreposição de tipologias (ver Quadro 6.3), verifica-se a maior coincidência entre a AEIPRA e as AEREHS uma vez que o aquífero abrange as serras de S. Miguel e S. Bartolomeu, onde ocorrem as maiores áreas de erosão. A coincidência entre as AEIPRA e as ZAC também é significativa, essencialmente devido às áreas de aluviões que acompanham as linhas de água. Pelos mesmos motivos verifica-se também a coincidência das AEIPRA e das CALM-margens. A tipologia de AEREHS também se sobrepõe às áreas de ZAC e às CALM – margens, nas áreas onde o leito encaixado das linhas de água apresenta elevado declive, ainda assim, sendo afetado pelas variações de caudal da linha de água.

Quadro 6.3. Sobreposição das tipologias de proposta da REN

Tipologias	Área (ha)
AEIPRA e AEREHS	815,05
AEIPRA e ZAC	493,45
AEIPRA e CALM (Margens)	172,31
AEREHS e CALM (Margens)	10,05
AEREHS e CALM (Leito)	1,18
AEREHS e ZAC	4,38
ZAC e CALM (Margens)	310,61
ZAC e CALM (Leito)	0,09

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de delimitação das tipologias que constituem a REN apresentada neste documento consiste na abordagem metodológica final, com as propostas de exclusão que se consideram pertinentes, mediante a justificação apresentada e tendo em consideração o trabalho conjunto e a concertação do Município com as entidades envolvidas neste processo. Reitera-se ainda que as propostas de exclusão das “zonas ameaçadas pelas cheias” dentro dos perímetros não colocam em causa o agravamento da situação de referência e o aumento do risco a cheias e inundações, uma vez que as respetivas áreas inundáveis são integradas na Planta de Ordenamento – Outras limitações ao uso do solo, estabelecendo-se o respetivo normativo.

Considera-se, pois, que a proposta de REN do Município de Sousel cumpre os objetivos e pressupostos do RJREN e que se consubstanciam na delimitação de uma estrutura biofísica diversificada que garanta a proteção de ecossistemas e “intensificação dos processos biológicos indispensáveis ao enquadramento equilibrado das atividades humanas”, bem como a salvaguarda de áreas sujeitas riscos naturais, minimizando, em simultâneo, as incidências sobre pessoas e bens. Atende também às disposições consagradas nas orientações estratégicas de âmbito nacional e regional, no que respeita aos critérios e metodologias definidos para a delimitação de cada uma das tipologias da REN.

8. BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA

ANPC (2009), *Guia metodológico para a elaboração de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal*; ANPC, Lisboa, 92 p.

ALMEIDA *et al.* (2000) – “Sistemas Aquíferos de Portugal Continental. Sistema Aquífero: Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda (T3)”, Centro de Geologia e Instituto da Água, pp. 615 – 640.

COMISSÃO NACIONAL DO TERRITÓRIO (2024), *Orientação Técnica para o apoio ao cálculo das cabeceiras das bacias hidrográficas*.

COMISSÃO NACIONAL DO TERRITÓRIO (2020), *Norma Técnica. Reserva Ecológica Nacional. Produção e Reprodução das Cartas de Delimitação da REN*.

COMISSÃO NACIONAL DO TERRITÓRIO (2017), *Recomendação Técnica – Delimitação das Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo*, pp.6.

COMISSÃO NACIONAL DO TERRITÓRIO (2017), *Recomendação Técnica n.º 1/2017 – Orientações estratégicas de âmbito nacional e regional – critérios para a delimitação da Reserva Ecológica Nacional, CNT 17.11.2017*, pp. 22.

DESMET, P. J. J., GOVERS, G., 1996. A GIS-procedure for automatically calculating the USLE LS-factor on topographically complex landscape units. *Journal of Soil and Water Conservation*, v. 51, n. 5, p. 427-433.

DGRAH, Direcção-Geral de Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos (1981), *Índice Hidrográfico e Classificação Decimal dos Cursos de Água de Portugal*, Lisboa.

LENCASTRE, A. (2003), *Lições de Hidrologia*. 39 ed. Fundação Armando Lencastré.

LOUREIRO, J. M. (1984), "Expressão para o Cálculo do Caudal Máximo de Cheia em Cursos de Água em Portugal", in *Revista Recursos Hídricos*, vol. N.º 5, n.º 1.

MCCOOL, D.K., Brown, L. C., Foster G. R., Mutchler, C.K., Meyer, L.D., 1987. Revised slope steepness factor for the Universal Soil Loss Equation. *Transactions of ASAE*, 30;

MCCOOL, D.K., Foster, G.R., Mutchler, C.K., Meyer, L.D., 1989. Revised slope length factor for the Universal Soil Loss Equation. *Transactions of ASAE*, 32, pp. 1571-1576.

MMA/E (2004), *Guia para la Elaboración de Estudios del Medio Físico: Contenido y Metodología*; Ministerio de Medio Ambiente; 5.ª Edición; p. 809.

MOREIRA, M.E. (1984), "Glossário de Termos Usados em Geomorfologia Litoral. Estudos de Geomorfologia das Regiões Tropicais"; *Relatório n.º 15, CEG, Linha de Acção n.º 5*, Lisboa, p. 167.

PENA S. (2016). Reserva Ecológica Nacional - Delimitação a Nível Nacional. Universidade de Lisboa Instituto Superior de Agronomia, Portugal;

PIMENTA, T. (1998), *Directrizes para a aplicação da equação universal de perda dos solos em SIG. Factor de Cultura C e Factor de Erodibilidade K do solo*, INAG/DSRH.

SIMÕES, H. (2013), *Modelação Espacial da Erosão Hídrica do Solo. Dissertação de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica em Recursos Agro-Florestais e Ambientais*. Instituto Politécnico de Castelo Branco.

WISCHMEIER, W. H. e SMITH, D.D. (1978), *Predicting rainfall erosion losses*. USDA, Soil Conservation Service, Agricultural Handbook N 537. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.

LEGISLAÇÃO

Decreto-Lei n.º 364/98, de 21 de novembro, que estabelece a obrigatoriedade de elaboração da carta das zonas inundáveis nos municípios com aglomerados urbanos atingidos por cheias.

Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro, que aprova o quadro para avaliação dos riscos de inundação.

Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto – altera e republica o Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional aprovado pelo Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto.

Despacho n.º 12/2010, de 25 de janeiro, do presidente do à data Instituto da Água.

Despacho n.º 3402/2017, de 21 de abril de 2017, do Gabinete da Secretária de Estado do Ordenamento do Território e da Conservação da Natureza.

Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro, que aprova a Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos, na sua atual redação.

Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, que aprova a Lei da Água, na atual redação.

Portaria n.º 522/2009, de 15 de maio, que determina a reclassificação das albufeiras de águas públicas de serviço público.

Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, alterada pela Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro, que aprova a revisão das orientações estratégicas nacionais e regionais, previstas no Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 115/99, de 4 de outubro, com a correção material publicada pelo Despacho (extrato) n.º 4209/2014, de 21 de março, e alterada pelos Despachos n.ºs 10591/2018, de 15 de novembro e 5957/2020, de 1 de junho – REN de Sousel.