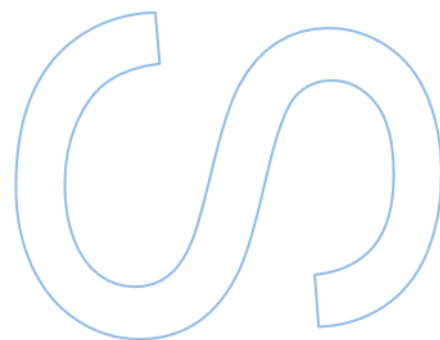
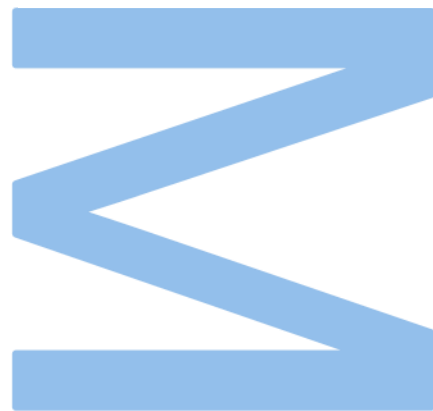


Cabeceiras das Bacias Hidrográficas no âmbito da REN – Metodologias para a delimitação e análise crítica de resultados



Rui Pedro da Silva Valente

Mestrado em Arquitetura Paisagista

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

2023/2024

Cabeceiras das Bacias Hidrográficas no âmbito da REN – Metodologias para a delimitação e análise crítica de resultados

Rui Pedro da Silva Valente

Relatório de Estágio realizada(o) no âmbito do Mestrado em
Arquitetura Paisagista
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2023/2024

Orientadora

Dr.^a Prof.^a M^a José Curado, Professora Auxiliar, DGAOT, FCUP

Supervisor externo na Entidade de Acolhimento

Tiago Bandeira Costa, Arquiteto Paisagista, Território XXI –
Gestão Integrada do Território e do Ambiente



Resumo

De acordo com o respetivo Regime Jurídico, a Reserva Ecológica Nacional (REN) “*é 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 acções compatíveis com os objetivos desse regime nos vários tipos de áreas*”. Entre estes objetivos, encontram-se a proteção dos recursos naturais água e solo, a prevenção de diversos riscos naturais e a contribuição para a concretização da Rede Fundamental de Conservação da Natureza. A prossecução destes parâmetros concretiza-se “*mediante a integração na REN de áreas de proteção litoral, de áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre e de áreas de prevenção de riscos naturais*” (Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto, na sua versão atual).

Desde a sua criação, em 1983 (pelo Decreto-Lei n.º 321/83, de 5 de julho), a REN (e o respetivo regime jurídico) tem sido alvo de processos de alteração ou revisão, sempre com o intuito de melhoramento e aperfeiçoamento, não só em termos de consistência interna, mas também na articulação com outros instrumentos.

No presente relatório aborda-se, numa primeira parte, a criação e a evolução do Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional, bem como das Orientações Estratégicas Nacionais e Regionais (OENR) estabelecidas pela Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro (na sua redação mais atual), que compreendem as Diretrizes e os Critérios para a delimitação de cada uma das tipologias de REN.

A segunda parte é dedicada, em particular, às metodologias de delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, que integram, de acordo com as OENR, a tipologia REN Áreas Estratégicas de Infiltração e de Proteção e Recarga de Aquíferos – sendo este o tema principal deste relatório. Partindo da não existência, até ao momento, de um consenso a nível nacional sobre a metodologia concreta para a delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, bem como sobre as linhas de fecho a considerar para esta delimitação, procura-se efetuar um exercício crítico aplicado a diferentes concelhos e contextos, no sentido de contribuir para uma reflexão sobre o modo como esta tipologia REN poderá ser mais adequado às características paisagísticas de territórios distintos.

Palavras-chave: Reserva Ecológica Nacional (REN), Áreas Estratégicas de Infiltração e Proteção e de Recarga de Aquíferos (AEIPRA), Ciclo Hidrológico, Linhas de Fecho, Cabeceiras das Bacias Hidrográficas

Abstract

According to the respective legal regime, the National Ecological Reserve (REN) “*is a restriction of public utility, to which a special territorial regime applies, establishing a set of constraints on the occupation, use and transformation of the soil, identifying the uses and actions compatible with the objectives of this regime in the various types of areas*”. Among these objectives are the protection of natural resources such as water and soil, the prevention of various natural risks and the contribution to the implementation of the Fundamental Nature Conservation Network. These goals are achieved “*through the integration of coastal protection areas, areas relevant to the sustainability of the terrestrial hydrological cycle and natural risk prevention areas into the REN*” (Decree-Law no. 166/2008, of august 22, in its current version).

Since its creation in 1983 (by Decree-Law no. 321/83, of July 5), the REN (and its legal regime) has been subject to amendment or revision processes. The aim has always been to improve and refine it, not only in terms of internal consistency, but also in terms of its links with other instruments.

The first part of this report deals with the creation and evolution of the Legal Regime of the National Ecological Reserve, as well as the National and Regional Strategic Guidelines (OENR) established by Ministerial Order no. 336/2019, of september 26 (in its most current form), which include the Guidelines and Criteria for the delimitation of each of the REN typologies.

The second part deals with the main subject of this work: the delimitation of the Headwaters Systems, which, according to the OENR, are part of the REN typology Strategic Areas of Infiltration and Protection and Recharge of Aquifers. Given that there is still no consensus at national level on the specific methodology for delimiting the Headwaters of Water Lines, as well as on the baselines to be considered for this delimitation, the aim is to carry out a critical exercise applied to different municipalities and contexts, in order to contribute to a reflection on how the REN typology can be better adjusted to the landscape characteristics of different territories.

Keywords: National Ecological Reserve (REN), Strategic Areas of Infiltration and Protection and Recharge of Aquifers (AEIPRA), Hydrological Cycle, Ridge Line, Headwater Systems

Índice

Lista de Tabelas	v
Lista de Tabelas Anexadas.....	v
Lista de Figuras	vi
Lista de Figuras Anexadas	ix
Lista de Abreviaturas	xi
Introdução.....	1
Metodologia	3
1. Enquadramento Legal da REN	5
1.1. Como surgiu	5
1.2. Limitações do 1º RJREN	6
1.3. Alterações e atualizações ao longo do tempo	6
1.4. Usos e ações compatíveis com a REN.....	14
1.5. Orientações para a Delimitação das Tipologias REN	15
2. Cabeceiras das Bacias Hidrográficas – Conceito e critérios para a sua delimitação	18
3. Casos de Estudo - Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas nos concelhos de Bragança, Ovar e Anadia.....	26
3.1. Breve Caracterização Biofísica e Paisagística dos Concelhos em Estudo.....	26
3.2. Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, para os três concelhos, pelo “Método A”	34
3.3. Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, para os três concelhos, pelo “Método B”	41
3.4. Comparação dos resultados obtidos, para cada um dos concelhos, pelos dois métodos (A e B)	52
3.5. Comparação dos resultados obtidos entre os diferentes concelhos	59
4. Discussão e Reflexão Crítica sobre as Cabeceiras das Bacias Hidrográficas.....	63
Conclusão.....	66
Referências Bibliográficas	67

ANEXOS.....	72
Anexo A.....	73
A_1.1. Áreas de elevado risco e erosão hídrica do solo (AEREHS)	73
A_1.1.1. Metodologia para delimitação da tipologia	73
A_1.1.2. Áreas de estudo: Oliveira do Bairro	81
A_1.2. Cursos de água e respetivos leitos e margens (CALM).....	103
A_1.2.1. Metodologia para delimitação da tipologia	103
A_1.2.2. Áreas de estudo: Oliveira do Bairro	106
A_1.3. Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos (AEIPRA) – Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas.....	113
A_1.3.1. Metodologia para delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas	113
A_1.3.2. Áreas de estudo: Oliveira do Bairro	118
Anexo B.....	121
B_1 Cronograma de Trabalhos.....	121
B_2 Cronograma do relatório de estágio	122

Lista de Tabelas

Tabela 1 Comparação da área delimitada por cada um dos métodos.....	52
---	----

Lista de Tabelas Anexadas

A_Tabela 1 Quadro de valores do Fator P por intervalo de declives.....	78
A_Tabela 2 Identificação dos critérios de seleção das linhas de água para integrar a tipologia CALM	108
A_Tabela 3 Identificação dos cursos de água a incluir na tipologia CALM, respetivos códigos, toponímia e medições.....	111

Lista de Figuras

Figura 1 Esquema metodológico.....	3
Figura 2 Processo GIS para a determinação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas (Pena et al. (2017), p.546)	22
Figura 3 Serra de Montesinho Fonte: https://www.rotaterrafria.com/ver/geo_artigo/montesinho-aldeia-tipica	27
Figura 4 Rio de Onor Fonte: https://www.aldeiasdeportugal.pt/aldeia/rio-de-donor/ ...	28
Figura 5 Praia de S. Pedro de Maceda Fonte: https://viagens.sapo.pt/viajar/viajar-portugal/artigos/sao-pedro-de-maceda-um-areal-selvagem-escondido-entre-pinhais ...	30
Figura 6 Barrinha de Esmoriz Fonte: https://cusquicesdeesmoriz.blogspot.com/2017/08/foto-aerea-sobre-barrinha-de-esmoriz.html	31
Figura 7 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A disponibilizado no EPIC WebGIS para o Concelho de Bragança (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/)	34
Figura 8 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/) sobreposto com ortofotomapa (https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/search?anysnig=ortofotomapa&fast=index)	35
Figura 9 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/) sobreposto com ortofotomapa (https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/search?anysnig=ortofotomapa&fast=index)	35
Figura 10 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/) sobrepostas com a rede hidrográfica extraída do MDT e com as Curvas de nível	36
Figura 11 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/) sobrepostas com ortofotomapa (https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/search?anysnig=ortofotomapa&fast=index)	36
Figura 12 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A disponibilizado no EPIC WebGIS para o Concelho de Ovar (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/)	37
Figura 13 Exemplo de Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/) delimitadas de forma errada sobreposta com	

ortofotomapa

(https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/search?anysnig	38
Figura 14 Exemplo de Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/) delimitadas de forma errada sobreposta com	
ortofotomapa (https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/search?anysnig=ortofotomapa&fast=index).....	38
Figura 15 Exemplo de Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A, sobrepostas com a rede hidrográfica gerada a partir do MDT.....	38
Figura 16 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A disponibilizado no EPIC WebGIS para o Concelho de Anadia (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/).....	39
Figura 17 Exemplo de delimitação de Cabeceira (verde) segundo o método A (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/) que não é concordante com a topografia do terreno sobreposto com as linhas de água (azul) e curvas de nível (laranja)	40
Figura 18 Áreas delimitadas como Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/) sobrepostas com ortofotomapas (https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/search?anysnig=ortofotomapa&fast=index).....	40
Figura 19 Áreas delimitadas como Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/) sobrepostas com ortofotomapas (https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/search?anysnig=ortofotomapa&fast=index).....	40
Figura 20 Dados de entrada para a realização do modelo das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método B para o Concelho de Bragança	41
Figura 21 Custo acumulativo de deslocação para o Concelho de Bragança.....	42
Figura 22 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método B para o Concelho de Bragança	43
Figura 23 Exemplo de quebra de continuidade da Cabeceira por se sobrepor a uma linha de água classificada com o nível 1 de Strahler	44
Figura 24 Exemplo de prolongamento de Cabeceira delimitado pelo Cost Allocation .	45
Figura 25 Exemplo de bacia hidrográfica de grande extensão, em que não há delimitação de cabeceiras intermédias através da aplicação do método B	45
Figura 26 Dados de entrada para a realização do modelo das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método B para o Concelho de Ovar.....	46
Figura 27 Custo acumulativo de deslocação no Concelho de Ovar	47

Figura 28 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método B para o Concelho de Ovar	48
Figura 29 Dados de entrada para a realização do modelo das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método B para o Concelho de Anadia	49
Figura 30 Custo acumulativo de deslocação no concelho de Anadia.....	50
Figura 31 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método B para o Concelho de Anadia.....	51
Figura 32 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A disponibilizado no EPIC WebGIS para o Concelho de Bragança (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/).....	52
Figura 33 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método B para o Concelho de Bragança	52
Figura 34 Sobreposição entre os resultados de delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (verde) disponibilizado no Epic WebGIS (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/) e segundo o método B (roxo)	54
Figura 35 Sobreposição entre os resultados de delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (verde) disponibilizado no Epic WebGIS (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/) e segundo o método B (roxo)	54
Figura 36 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A disponibilizado no EPIC WebGIS para o Concelho de Bragança (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/).....	55
Figura 37 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método B para o Concelho de Ovar	55
Figura 38 Sobreposição entre os resultados de delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (verde) disponibilizado no Epic WebGIS (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/) e segundo o método B (roxo)	56
Figura 39 Sobreposição entre os resultados de delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (verde) disponibilizado no Epic WebGIS (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/) e segundo o método B (roxo)	56
Figura 40 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A disponibilizado no EPIC WebGIS para o Concelho de Ovar (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/).....	57
Figura 41 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método B para o Concelho de Anadia	57
Figura 42 Cabeceira de linha de água de nível 1 (azul) e de nível 3 (laranja)	58

Figura 43 Sobreposição do método A (verde) disponibilizado no Epic WebGIS (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/) e método B (roxo).....	58
Figura 44 Sobreposição do método A (verde) disponibilizado no Epic WebGIS (http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/) e método B (roxo).....	58
Figura 45 Imagem da Cabeceira de nível 1 presente no município de Ovar	60
Figura 46 Imagem de Cabeceira de nível 2 presente no município de Bragança.....	60
Figura 47 Imagem de cabeceira de nível 3 presente no município de Bragança.....	61

Lista de Figuras Anexadas

A_Figura 1 Fator R (erosividade da precipitação), no concelho de Oliveira do Bairro .	81
A_Figura 2 Fator K (Erodibilidade do solo), no concelho de Oliveira do Bairro	82
A_Figura 3 Modelo Digital do Terreno (MDT) corrigido, para o concelho de Oliveira do Bairro	83
A_Figura 4 Sentidos dos fluxos hídricos, no concelho de Oliveira do Bairro	84
A_Figura 5 Fluxos acumulados (Mapa inicial), no concelho de Oliveira do Bairro.....	85
A_Figura 6 Declives em percentagem, no concelho de Oliveira do Bairro	86
A_Figura 7 Declives em graus, no concelho de Oliveira do Bairro	87
A_Figura 8 Declives em radianos, no concelho de Oliveira do Bairro	88
A_Figura 9 Fluxos acumulados (com aplicação de valor máximo de 305m), no concelho de Oliveira do Bairro	89
A_Figura 10 Expoente M, no concelho de Oliveira do Bairro	90
A_Figura 11 Fator L (extensão de vertentes), no concelho de Oliveira do Bairro.....	91
A_Figura 12 Fator S (inclinação de vertentes), no concelho de Oliveira do Bairro	92
A_Figura 13 Fator LS (Fatores comprimento e inclinação das vertentes), no concelho de Oliveira do Bairro	93
A_Figura 14 Socalcos (buffer 15m), no concelho de Oliveira do Bairro	94
A_Figura 15 Fator P, no concelho de Oliveira do Bairro	95
A_Figura 16 Erosão Potencial do Solo (EPS), no concelho de Oliveira do Bairro	96
A_Figura 17 Erosão Potencial do Solo (EPS) > 25 ton/ha.ano e > 55 ton/ha.ano, no concelho de Oliveira do Bairro	97
A_Figura 18 Áreas com declive superior a 30% e EPS superior a 0 ton/ha.ano, no concelho de Oliveira do Bairro	98
A_Figura 19 Erosão Potencial do Solo (EPS) > 25 ton/ha.ano e Declives (superiores a 15% e inferiores a 30%), no concelho de Oliveira do Bairro.....	99

A_Figura 20 Áreas com Declives inferiores a 15% e Erosão Potencial do Solo (EPS) > 55 ton/ha.ano, no concelho de Oliveira do Bairro.....	100
A_Figura 21 Delimitação Preliminar das AEREHS (sem generalização), no concelho de Oliveira do Bairro	101
A_Figura 22 Tipologia Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo em Oliveira do Bairro	102
A_Figura 23 Identificação das linhas de água com bacia drenante superior a 3,5 km2 (linha verde) e os cursos de água de ordem igual ou superior a 3 na classificação de Strahler (linha vermelha) no concelho de Oliveira do Bairro.....	106
A_Figura 24 Identificação dos cursos de água selecionados para a integração da tipologia CALM no concelho de Oliveira do Bairro	107
A_Figura 25 Localização e tipo de correções do traçado efetuadas nos cursos de água selecionados para integrar a tipologia CALM	109
A_Figura 26 Identificação dos cursos de água, segundo os critérios de seleção para integração na tipologia CALM e identificação dos troços entubados excluídos da REN	110
A_Figura 27 Tipologia Cursos de Água e respetivos Leitos e Margens definidos para o concelho de Oliveira do Bairro	112
A_Figura 28 Perfil de terreno com a representação concetual do sistema de cabeceiras de linhas de água (Pena et al. (2017), p.545).	114
A_Figura 29 Processo GIS para a determinação das Cabeceiras de Linhas de Água (Pena et al. (2017), p. 546).	115
A_Figura 30 Dados de entrada utilizadas para a determinação das cabeceiras das bacias hidrográficas no concelho de Oliveira do Bairro.....	118
A_Figura 31 Custo acumulativo de deslocação no concelho de Oliveira do Bairro ...	119
A_Figura 32 Delimitação das cabeceiras das bacias hidrográficas no concelho de Oliveira do Bairro	120

Lista de Abreviaturas

APA	AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE
AEIPRA	ÁREAS ESTRATÉGICAS DE INFILTRAÇÃO E DE PROTEÇÃO E RECARGA DE AQUÍFEROS
AEREHS	ÁREAS DE ELEVADO RISCO DE EROÇÃO HÍDRICA DO SOLO
CAOP	CARTA ADMINISTRATIVA OFICIAL PORTUGUESA
CCDR	COMISSÃO DE COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
CCDR-N	COMISSÃO DE COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL DO NORTE
CCDR-C	COMISSÃO DE COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL DO CENTRO
CNREN	COMISSÃO NACIONAL DA RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL
CALM	CURSOS DE ÁGUA E RESPETIVOS LEITOS E MARGENS
DGT	DIREÇÃO-GERAL DO TERRITÓRIO
DL	DECRETO-LEI
DGES	DIREÇÃO-GERAL DO ENSINO SUPERIOR
FCT	FUNDAÇÃO PARA A CIÊNCIA E A TECNOLOGIA
FCUP	FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
GPS	SISTEMA GLOBAL DE POSICIONAMENTO
ICNF	INSTITUTO DA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E DAS FLORESTAS
IGT	INSTRUMENTOS DE GESTÃO TERRITORIAL
OENR	ORIENTAÇÕES ESTRATÉGICAS NACIONAIS E REGIONAIS
OT	ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO
PDM	PLANO DIRETOR MUNICIPAL
PNPOT	PROGRAMA NACIONAL DA POLÍTICA DE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO
RCM	RESOLUÇÃO DE CONCELHO DE MINISTROS
RJREN	REGIME JURÍDICO DA RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL
RAN	RESERVA AGRÍCOLA NACIONAL
REN	RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL
SIG	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
SNIG	SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
UP	UNIVERSIDADE DO PORTO

Introdução

O relatório de estágio aqui apresentado resulta da realização de um estágio curricular no âmbito da conclusão do mestrado em Arquitetura Paisagista na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Este estágio foi realizado na empresa *Território XXI – Gestão Integrada do Território e do Ambiente*. Trata-se de uma empresa de consultoria técnica que presta serviços especializados nos domínios do planeamento, ordenamento do território, ambiente e paisagismo (<https://territorioxxi.pt/>). Mais especificamente, o estágio decorreu através da integração numa equipa multidisciplinar que se encontra a trabalhar, juntamente com diversos Municípios, na delimitação das respetivas RENs à luz das Orientações Estratégicas Nacionais e Regionais (OENR) estabelecidas pela Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro (na sua redação mais atual). Nesse âmbito, durante os 6 meses de estágio, foi possível aplicar, de forma orientada, diferentes metodologias para a delimitação das mais diversas tipologias REN, com destaque para as tipologias Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo (AEREHS), Áreas Estratégicas de Infiltração e de Proteção e Recarga de Aquíferos (AEIPRA), Cursos de Água e respetivos Leitos e Margens (CALM), Zonas Ameaçadas por Cheias (ZAC), Áreas de Instabilidade de Vertentes (AIV), entre outras.

Este relatório aborda então, como já foi previamente referido, a delimitação bruta de determinadas tipologias da REN, tendo como principal foco a delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas. Também irá ser efetuada, numa primeira instância, uma análise de carácter mais teórico sobre a REN, abordando-se assuntos tais como: as origens/criação da REN, as primeiras limitações identificadas e a forma através da qual o RJ da REN evoluiu; o atual Regime Jurídico em vigor; o processo de como atualmente se delimitam as diferentes tipologias da REN, tendo por base as Orientações Estratégicas Nacionais e Regionais (OENR) estabelecidas pela Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro (na sua redação mais atual).

Assim sendo, o estudo aqui presente vai incidir mais pormenorizadamente na metodologia para a delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, que integram a tipologia AEIPRA. Anexa-se ao presente relatório informação adicional relativa às restantes tipologias REN trabalhadas em contexto de estágio: “Cursos de água e respetivos leitos e margens (CALM)” e “Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo (AEREHS)”. Nestas tipologias, para além da elaboração de exercícios de delimitação de raiz (tendo como fonte a informação fornecida pelos Municípios, com destaque para a cartografia de base), foi também realizada a correção/revisão de versões de REN anteriormente entregues, bem como preparação de resposta a pareceres emitidos pela

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) ou pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA). Será também relevante referir que, no âmbito dos processos de delimitação da REN, estas duas entidades públicas validam/fornecem orientações auxiliares para que as delimitações da REN cumpram o disposto nas OENR.

O exercício apresentado ao longo de todo o relatório é uma proposta elaborada pelo autor, a título meramente exploratório, não estando vinculados, por isso, às delimitações de Cabeceiras das Bacias Hidrográficas aqui apresentadas, nenhum dos Municípios abordados, nenhuma das entidades públicas que têm a competência de validar as propostas de REN, bem como a própria *Território XXI – Gestão Integrada do Território e do Ambiente*.

Metodologia

Na Figura 1, apresenta-se uma representação esquemática da metodologia de trabalho adotada no presente relatório.



Figura 1 Esquema metodológico

A Parte I corresponde, genericamente, ao enquadramento legal da REN, e é abordada no Capítulo 1 do presente documento. Para além da análise dos diplomas da REN, abordam-se as principais limitações associadas ao seu primeiro regime jurídico, a sua evolução (com as sucessivas alterações, mais ou menos pontuais). Analisam-se, também, os aspetos relacionados com os usos e ações compatíveis com a REN, com destaque para as Cabeceiras das Bacias Hidrográficas.

Na Parte II são analisadas as Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, tentando perceber a sua definição e identificar as metodologias para a sua delimitação, sendo estas temáticas abordadas no Capítulo 2. No Capítulo 3 é realizada uma breve caracterização biofísica dos casos de estudo (Bragança, Ovar e Anadia), a aplicação dos métodos identificados aos 3 casos de estudo e respetiva comparação dos resultados obtidos, tanto inter como intra municipais.

A Parte III foca-se integralmente na reflexão sobre os resultados obtidos no passo anterior, identificando as limitações dos métodos utilizados bem como possíveis contribuições para o aprimoramento da delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas.

1. Enquadramento Legal da REN

De acordo com o respetivo Regime Jurídico, a Reserva Ecológica Nacional (REN) “*é 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 acções compatíveis com os objetivos desse regime nos vários tipos de áreas*”. Entre estes objetivos encontram-se a proteção dos recursos naturais água e solo, a prevenção de diversos riscos naturais e a contribuição para a concretização da Rede Fundamental de Conservação da Natureza. A prossecução destes objetivos concretiza-se “*mediante a integração na REN de áreas de proteção litoral, de áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre e de áreas de prevenção de riscos naturais*” (Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto, na sua versão atual).

1.1. Como surgiu

A REN foi criada em 1983, através do DL n.º 321/83, de 5 de julho, tendo como o principal objetivo salvaguardar, em certas áreas, a estrutura biofísica necessária para que se possa realizar a exploração dos recursos e utilização do território sem que estes sejam degradados. A REN acaba, então, por integrar todas as áreas indispensáveis à estabilidade ecológica e para a utilização dos recursos naturais, tendo sempre em vista o correto ordenamento do território. Deste modo, ficam interditas algumas ações em terrenos que sejam classificados como REN, nomeadamente aquelas que diminuam ou destruam as suas principais funções e potencialidades, tais como a construção de edifícios, aterros, vias de comunicação, destruição de coberto vegetal e vida animal. É de elevada importância referir que, neste contexto, a REN apenas era aplicada a áreas que revelassem de facto características que devessem ser protegidas no âmbito descrito anteriormente.

Nesse contexto, foi criado o Conselho da Reserva Ecológica Nacional, que passou a ter as seguintes atribuições: aprovar o âmbito e o limite físico da REN; promover a execução de medidas de defesa da REN; assegurar o cumprimento das normas estabelecidas no DL n.º 321/83, de 5 de julho e a realização das ações com elas relacionadas; promover ações de sensibilização da opinião pública relativamente à necessidade da REN; emitir pareceres que possam habilitar o Ministro da Qualidade de Vida a confirmar a existência das exceções; divisão de recursos interpostos das decisões das comissões regionais; promover a criação, instalação e funcionamento das

comissões regionais, compete ainda à Direção-Geral do Ordenamento apoiar o conselho da REN no exercício das suas atribuições.

1.2. Limitações do 1º RJREN

Ao longo de todo o DL n.º 321/83, de 5 de julho, nunca é referida a existência de qualquer trabalho de cariz científico, técnico ou jurídico, que evidencie todas as restrições que são expostas no diploma. Para além do descontentamento e incompreensão por parte da população, este DL também foi alvo de questões por parte de membros da comunidade técnica, que levantam questões em relação às proibições impostas, chegando-se mesmo a referir que a REN não seria um instrumento de ordenamento do território, mas sim algo que iria interferir com todo o possível planeamento do mesmo, — “(...) *um poder, de facto quase absoluto, de interferir sobre o planeamento do território e de condicionar, de forma arbitrária, a classificação de cerca de 40% do território nacional*”. (Pardal, Sidónio, 2006, p.78)

É certo que, nesta primeira versão do respetivo Regime Jurídico, existiam diversas lacunas que, aquando da sua aplicação prática, foram levantadas e postas em causa. Não foi, por isso, de estranhar, que, após sete anos, este DL viesse a sofrer alterações (mantendo-se os princípios fundamentais da REN, procurando, contudo reformular, pormenorizar e dotar de maiores condições de aplicabilidade o RJ da REN).

1.3. Alterações e atualizações ao longo do tempo

Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de março:

A Reserva Ecológica Nacional (REN) foi criada pelo DL n.º 321/83, de 5 de julho, com objetivo de “*salvaguardar, em determinadas áreas, a estrutura biofísica necessária para que se possa realizar a exploração dos recursos e a utilização do território sem que sejam degradadas determinadas circunstâncias e capacidades de que dependem a estabilidade e fertilidade das regiões, bem como a permanência de muitos dos seus valores económicos, sociais e culturais*”. (Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de março).

Nos solos integrados na REN, eram proibidas todas as ações que diminuíssem ou destruíssem as suas funções e potencialidades, nomeadamente vias de comunicação e acessos, construção de edifícios, aterros e escavações, destruição de coberto vegetal e vida animal.

Este DL vem responder principalmente aos maiores problemas/críticas identificados no diploma que cria a REN, sendo a maior delas o carácter marcadamente proibicionista que o RJREN impunha perante as áreas integrantes nesta reserva.

Analisando este diploma, é possível notar que o carácter altamente proibicionista se mantém, continuando a ser expressamente proibido qualquer tipo de obra de construção em áreas pertencentes à REN. No entanto, este DL abre algumas exceções, tais como: Ações insuscetíveis de prejudicar o equilíbrio ecológico das áreas em que se integram; Ações de reconhecido interesse público, nacional, regional ou local, apenas quando se verifica alternativa económica aceitável para a sua realização; Ações que já estivessem previstas ou autorizadas à data de publicação da portaria que define a delimitação das áreas integradas na REN; Ações de interesse para a defesa nacional.

Decreto-Lei n.º 316/90, de 13 de outubro:

Esta publicação teve como único objetivo efetuar uma atualização ao DL anteriormente publicado, tendo como resultado a criação do Ministério do Ambiente e Recursos Naturais, ficando ao seu abrigo as questões relativas à preservação dos ecossistemas, tendo caído a REN no âmbito das duas atribuições (restrição em certas áreas e preservação de ecossistemas).

Decreto-Lei n.º 79/90, de 20 de abril:

Este diploma modifica apenas um artigo do DL n.º 93/90, de 19 de março, sendo essa alteração sobre a integração ou exclusão das áreas pertencentes a REN ter de ser aprovada por resolução de conselho de ministros, ouvida a comissão da REN. Ação muito semelhante ao previamente executado para a ratificação dos PDM, tendo em conta o carácter nacional dos diferentes interesses públicos envolvidos na delimitação dessas áreas.

Decreto-Lei n.º 213/92, de 12 de outubro:

Este DL vem clarificar certos conceitos e procedimentos que na publicação anterior não ficaram totalmente esclarecidos, dando também ao Ministério do Ambiente e Recursos Naturais as competências necessárias para uma melhor e mais eficaz intervenção sobre as áreas incluídas em REN.

As competências até à data atribuídas às Comissões de Coordenação Regional foram transferidas para as delegações regionais do Ministério do Ambiente e Recursos Naturais.

Excetuando as ações de reconhecido interesse público, as referidas competências passam a depender do despacho conjunto dos Ministros do Planeamento e da Administração do Território, do Ministro do Ambiente e Recursos Naturais e do ministro competente em razão da matéria, facto que, de acordo com o Professor Sidónio Pardal veio contribuir para agravar *“(…) o determinismo cego e dogmático do diploma, o qual acaba por retirar às próprias comissões da REN margem de apreciação e de ajuizamento para considerar exceções ao regime”*.

De referir, também, outra alteração que se prende com a substituição das competências antes atribuídas à Direção Geral do Ordenamento do Território (DGOT) para o então Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação da Natureza.

Decreto-Lei n.º 203/2002, de 1 de outubro:

O principal objetivo deste DL foi introduzir determinadas alterações à constituição da Comissão Nacional da REN em funções, incluindo a supressão de alguns ministérios e, conseqüente, a necessidade de fazer ajustes à lei orgânica do governo. Este DL teve, por outro lado, a intenção de reforço do papel das autarquias no que diz respeito à delimitação da REN.

Decreto-Lei n.º 180/2006, de 6 de setembro:

Este DL foi, até à data, aquele que mais mudanças trouxe ao RJREN (DL n.º 93/90, de 19 de março), dando resposta a muitas das críticas ou sugestões de melhoria que foram sendo veiculadas ao longo dos 20 anos desde a criação da REN.

A maior mudança presente neste diploma está relacionada com a identificação de usos e ações compatíveis com as funções da REN. Assim, volta-se ao espírito original deste RJ, que previa a regulamentação desses usos e ações, a qual, no entanto, nunca tinha sido concretizada. São identificadas, deste modo, as atividades compatíveis com as áreas integradas em REN.

Para além do já referido, este diploma revê, ainda, os principais critérios de delimitação da REN e os modos futuros de gestão e a integração eficaz no sistema nacional de áreas classificadas, tendo como principal objetivo que a REN possa, de facto, contribuir

para uma melhoria do ordenamento do território (sendo esta também a opinião de diversos autores).

Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto:

Tendo em conta as alterações efetuadas pelo anterior diploma ao RJ da REN, nomeadamente em relação às ações e usos compatíveis com as áreas integradas em REN, este diploma efetua uma revisão de fundo, tendo em conta os seguintes pontos:

- Reforço da importância estratégica da REN;
- Manutenção da natureza jurídica da REN enquanto restrição de utilidade pública;
- Articulação com outros instrumentos de política de ambiente e de ordenamento do território;
- Simplificação, racionalização e transparência de procedimentos para a sua delimitação e gestão;

Nesta conformidade, a integração de áreas em REN foi realizada em função dos objetivos traçados para a mesma passando estas a dividir-se em 3 grandes grupos:

- Áreas de Proteção Litoral;
- Áreas Relevantes para a Sustentabilidade do Ciclo Hidrológico Terrestre;
- Áreas de Prevenção de Riscos Naturais.

(Mendes, Leonor, 2012, p.60)

Áreas de Proteção do Litoral:

- Faixa marítima de proteção costeira;
- Praias;
- Barreiras detriticas;
- Tâmbolos;
- 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;

Áreas Relevantes para a Sustentabilidade do Ciclo Hidrológico Terrestre:

- Cursos de água e respetivos leitos e margens;
- Lagoas e lagos e respetivos leitos, margens e faixas de proteção;
- Albufeiras que contribuam para a conectividade e coerência ecológica da REN, tal como os respetivos leitos, margens e faixas de proteção;
- Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos;

Áreas de Prevenção de Riscos Naturais:

- Zonas adjacentes;
- Zonas ameaçadas pelo mar;
- Zonas ameaçadas pelas cheias;
- Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo;
- Áreas de instabilidade de vertentes;

Sendo este um DL de elevada importância na evolução do RJREN, é realizada uma pequena reflexão sobre o mesmo, com o objetivo de se entender quais os pontos de maior relevância expressos neste diploma.

Tendo em conta o carácter restritivo e tendencialmente proibicionista do DL que cria a REN, denota-se um esforço para contornar essas mesmas proibições pela definição de usos e ações compatíveis, contribuidores para a conciliação dos objetivos da REN com as diferentes realidades territoriais e as necessidades das populações que habitam essas áreas.

“(...) o novo regime jurídico da REN ganha em clareza e precisão no âmbito dos perigos naturais, por comparação com o estabelecido anteriormente, nomeadamente ao diferenciar de modo explícito as “Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo” e as “Áreas de Instabilidade de Vertentes”, antes aglutinadas sob a designação de “Áreas de Risco de Erosão”. (Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de março).

Para além disto, verificou-se, igualmente no diploma em análise uma evolução de conceitos no que respeita às áreas das zonas costeiras a considerar para a integração na REN. Outro aspeto crítico da REN encontra-se relacionado com problemas associados à elaboração das cartas da REN, que na maioria das vezes não contribuíam para garantir a necessária *“(...) continuidade, representatividade e interligação entre as áreas classificadas como REN junto à fronteira com os concelhos vizinhos”, (Oliveira,*

Jorge, 1997, p.42). Este continua a ser um problema nos dias correntes, por vezes pelas diferentes bases que cada Município apresenta (como cartografia de base, cartas geológicas, carta de solos, entre outras), ou, por exemplo, quando se confrontam municípios com delimitações REN de períodos distintos (e, conseqüentemente, à luz de orientações distintas). Estas situações são sempre problemáticas para a gestão do território, sobretudo nos casos em que uma área com certas características integrada na REN confronta com outra, no município vizinho, que têm as mesmas características, mas que não se inclui na REN. Estes aspetos são, particularmente, difíceis de explicar àqueles que não possuem conhecimento técnico sobre a matéria.

Este diploma ainda se depara com problemas quanto à falta de articulação e harmonização, quer no que toca ao aspeto técnico, quer no que toca ao aspeto processual, entre os regimes da REN, do Domínio Público Hídrico (DPH) e da Reserva Agrícola Nacional (RAN). Este é também um aspeto relevante, sobretudo tendo em conta que estes instrumentos se sobrepõem, de forma frequente, em determinadas áreas.

Decreto-Lei n.º 239/2012, de 2 de novembro:

Após a entrada em vigor do anterior RJ e tendo em conta o balanço feito sobre o mesmo, foi feita uma revisão considerando os seguintes pontos:

“O reforço da importância estratégica da REN, dando importância à sua função protetora dos recursos essenciais para a manutenção e preservação de uma estrutura biofísica indispensável ao uso sustentável do território;

-A manutenção da natureza jurídica da REN enquanto restrição de utilidade pública fundamentada em critérios claros, objetivos e harmonizados na sua aplicação a nível nacional;

-A articulação explícita com outros instrumentos de política de ambiente e de ordenamento do território;

-A simplificação, racionalização e transparência de procedimentos de delimitação e gestão;

-A identificação de usos e ações compatíveis com cada uma das categorias de áreas integradas na REN, ultrapassando uma visão estritamente proibicionista sem fundamento técnico ou científico;

-Identificação de usos e ações considerados compatíveis com as funções da REN. Com esta medida retomou-se o espírito original da legislação que previa a regulamentação desses usos e ações compatíveis, o que até então não tinha sido feito;

-Este DL clarifica e reforça a articulação da REN com outros regimes jurídicos, nomeadamente, os de proteção dos recursos hídricos previstos na lei da água;

-A elaboração das orientações estratégicas de âmbito nacional e regional é cometida à Comissão Nacional da REN e às Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional, em colaboração com as administrações das regiões hidrográficas;

-Por outro lado, em nome do princípio da igualdade perante os encargos públicos, determina-se que, na elaboração dos planos municipais de ordenamento do território, as áreas integradas na REN sejam consideradas para efeitos de estabelecimento dos mecanismos de perequação compensatória dos benefícios e encargos entre os proprietários;

-Comissão Nacional da REN passa a funcionar junto da Direção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano.” (Decreto-Lei n. 239/2012, de 2 de novembro)

Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio:

No diploma anterior foram realizadas já algumas alterações ao RJ da REN em vigor, precisamente com o objetivo de identificar usos e ações que fossem compatíveis com as funções da REN. Com esta alteração dá-se prioridade a uma revisão do RJREN procurando dar resposta ao referido anteriormente.

A Comissão Nacional da REN é chamada a dar resposta a dúvidas ou problemas que sejam identificados no RJREN e a CCDR é responsável pela aprovação da delimitação da REN, sempre com recurso a homologação do membro do governo responsável pelas áreas do ambiente e do ordenamento do território sempre que haja divergências entre as Câmaras e as CCDR.

Ainda em matéria de acompanhamento do processo de delimitação da REN, é prevista a realização de uma conferência de serviços convocada pela CCDR em que a posição manifestada pelos representantes das entidades relevantes substitui os pareceres dessas entidades. A CCDR é também a entidade responsável por verificar e garantir a compatibilidade da delimitação da proposta pelo município com as OENR. No que toca a sanções é adaptada a disciplina jurídica da REN ao disposto na Lei no quadro das contraordenações ambientais (Lei n.º 50/2006, de 29 de agosto).

Resumindo, o pretendido com a revisão do RJREN é uma clarificação dos conceitos que nela são englobados, bem como uma simplificação procedimental na sua delimitação, sem haver qualquer tipo de perda de rigor e exigência relativa ao regime anteriormente em vigor. As novas providências adotadas garantem uma melhor e mais clara articulação entre regimes jurídicos, uma maior consistência e fundamentação no processo de delimitação da REN, um envolvimento mais responsável e ativo por parte dos municípios, uma identificação mais objetiva dos usos e ações compatíveis e dos respetivos mecanismos de autorização/licença e a promoção de um regime económico-financeiro que discrimine positivamente as áreas integradas na REN.

Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto:

Este diploma é o regime jurídico da REN que se encontra em vigor no presente, sendo que este DL publica a revisão efetuada pelo governo que se traduz na seguinte transcrição:

“Assumindo estas problemáticas, e reconhecendo a diversidade geomorfológica e climática do nosso país, a presente alteração ao regime jurídico da REN visa, sobretudo: i) precisar a delimitação dos sistemas dunares, classificando-os em dunas costeiras litorais e dunas costeiras interiores; ii) reincorporar as cabeceiras de linhas de água enquanto áreas estratégicas de infiltração de água no solo; iii) considerar na delimitação das áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo as práticas de conservação do solo em situações de manifesta durabilidade das mesmas. Promove-se, para esse efeito, a clarificação das definições e os critérios de delimitação de cada uma destas áreas que integram a REN, acautelando as funções e valores que importa proteger, a coerência e representatividade da delimitação da REN no contexto da diversidade geográfica e a adequação dos respetivos usos e ações compatíveis.” (Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto).

Decreto-Lei n.º 11/2023, de 10 de fevereiro:

Este diploma é denominado de “simplex ambiental”, o qual faz alterações a variadíssimos diplomas e regimes jurídicos, sendo a REN um destes. A alteração redigida neste diploma que corresponde à REN transcreve-se da seguinte forma:

“O artigo 24.º do regime jurídico da Reserva Ecológica Nacional, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto, na sua redação atual, passa a ter a seguinte redação:

Artigo 24.º

7 – Quando a pretensão em causa esteja sujeita a procedimento de avaliação de impacte ambiental ou de avaliação de incidências ambientais em fase de projeto de execução, a pronúncia favorável expressa ou tácita da comissão de coordenação e desenvolvimento regional no âmbito desses procedimentos, incluindo na fase de verificação da conformidade ambiental do projeto de execução, dispensa comunicação prévia.” (Decreto-Lei n.º 11/2023, de 10 de fevereiro).

1.4. Usos e ações compatíveis com a REN

Neste subcapítulo são abordados os usos e ações compatíveis com as áreas REN, começando por mostrar os usos e ações de relevante interesse público que são descritas nos termos do Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto.

Ações classificadas de relevante interesse público:

- Nas áreas da REN podem ser realizadas as ações de relevante interesse público que sejam reconhecidas por despacho do membro do governo responsável pelas áreas do ambiente e do ordenamento do território e também pelo membro do governo competente responsável por esta matéria, desde que não possam vir a ser adequadamente realizadas em áreas não integradas na REN;
- É possível estabelecer, quando necessário, condicionamentos e medidas de minimização de afetação para execução de ações em áreas REN;
- Nos casos de infraestruturas públicas, nomeadamente rodoviárias, ferroviárias, portuárias, aeroportuárias, de abastecimento de água ou saneamento sujeitas a avaliação de impacte ambiental favorável ou condicionalmente favorável equivale ao reconhecimento do interesse público da ação;
- É também disposto neste DL que o mesmo se aplica às regiões autónomas dos Açores e Madeira, sem prejuízo da sua adequação à especificidade regional a introduzir por decreto legislativo regional;
- É revogado o DL n.º 93/90, de 19 de março com as alterações introduzidas pelo DL n.º 316/90, de 13 de outubro, pelo DL n.º 213/92, de 12 de outubro, pelo DL n.º 79/95, de 20 de abril, pelo DL n.º 203/2003, de 1 de outubro, e pelo DL n.º 180/2006, de 6 de setembro.

Portaria n.º 419/2012, de 20 de dezembro:

Esta portaria traz algumas alterações no que concerne aos usos e ações compatíveis com a REN, ao que define precisamente as condições e requisitos a que ficam sujeitos os usos e ações compatíveis com a REN, ao qual se pode observar:

“1 – Ficam sujeitos a parecer obrigatório e vinculativo da APA, I.P., os usos e ações constantes no anexo II à presente portaria e que dela faz parte integrante, a emitir mediante solicitação da comissão de coordenação e desenvolvimento regional, doravante designada por CCDR, o qual deve ser emitido no prazo de 10 dias, encontrando-se o procedimento suspenso até à emissão deste parecer.

2 – Para efeitos do disposto no número anterior, a CCDR notifica o comunicante da data de solicitação e da recepção do parecer da APA, I.P., bem como o seu teor.

3 – Nos casos em que usos e ações constantes do anexo II à presente portaria estejam sujeitos a avaliação de incidências ambientais, a pronúncia da APA, I.P. nessa sede compreende a emissão do parecer obrigatório e vinculativo referido no n.º 1 do presente artigo.” (Portaria n.º 419/2012, de 20 de dezembro).

1.5. Orientações para a Delimitação das Tipologias REN

Resolução do Conselho de Ministros n.º 81/2012, de 3 de outubro:

Esta RCM publica as primeiras Orientações Estratégicas de âmbito Nacional e Regional (OENR) para a delimitação das diferentes tipologias REN:

“As orientações estratégicas de âmbito nacional e regional compreendem as diretrizes e os critérios para a delimitação das áreas integradas na REN a nível municipal e são acompanhadas pelo esquema nacional de referência, que consiste na representação gráfica das principais componentes de proteção dos sistemas e processos biofísicos, dos valores a salvaguardar e dos riscos a prevenir.” (Resolução do Conselho de Ministros n.º 81/2012, de 3 de outubro). Neste diploma, não se encontra qualquer referência/orientação para a delimitação de Cabeceiras das Bacias Hidrográficas. Pode-se então concluir que este diploma descarta a delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas da REN, passando assim de uma tipologia própria integrante na REN, com um peso considerável, para nem sequer ser referida a sua delimitação nas orientações por parte das entidades. É relevante referir que o DL n.º 166/2008, de 22 de agosto

(anterior a esta RCM) salienta a importância das cabeceiras no âmbito da tipologia AEIPRA, *“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 superficial das águas pluviais nas cabeceiras.”* (Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto). Sendo ainda abordado pelo mesmo diploma que nestas áreas classificadas como AEIPRA só podem ser realizados os usos e ações que não coloquem em causa, cumulativamente, as seguintes funções: *“Assegurar condições naturais de receção e máxima infiltração das águas pluviais nas cabeceiras das bacias hidrográficas”*, como seria possível fazê-lo sendo que não foram dadas nenhum tipo de indicações específicas para a delimitação das cabeceiras neste diploma?

Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro:

Após 5 anos da aplicação das novas OENR, existe ainda um número bastante reduzido de REN delimitadas ao abrigo destas orientações, em contrapartida encontram-se já em realização várias delimitações que permitiam já observar se os resultados desejados estavam de facto a ser alcançados ou não. O exercício de elaboração das delimitações aprovadas e em curso veio evidenciar que os objetivos das OENR se mantêm válidos e que a objetivação de métodos e critérios é um fator essencial para a boa compreensão desta restrição de utilidade pública. Ainda assim verificam-se dúvidas nos trabalhos já realizados, onde se é possível deduzir que a metodologia que tem vindo a ser promovida não possui, individualmente, a capacidade de resolver os problemas identificados.

Em relação ao tema das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas (tema principal do relatório) as conclusões apontaram para a necessidade de proceder às seguintes alterações às OENR em vigor:

- *“A Agência Portuguesa do Ambiente, I.P., procede à identificação das linhas de fecho principais que servem de referência à delimitação das cabeceiras das bacias hidrográficas.”* (Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro);

- *“Para a delimitação das áreas de receção e infiltração das águas pluviais 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 identificação dos fechos a considerar para a delimitação das cabeceiras no âmbito municipal deve ser efetuada ao nível regional, tendo em conta as bacias hidrográficas dos cursos de água principais da região.”* (Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro).

Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro:

Esta portaria realiza a primeira alteração à Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, ao qual diz respeito o seguinte:

“No âmbito dessa revisão, uma das tipologias de áreas da REN que beneficiou de ajustamentos foi a «Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo (AEREHS)», tendo-se procedido ao ajustamento do método de cálculo para delimitação desta tipologia.

Assim, para além de se passar a considerar apenas as características intrínsecas do solo para efeitos da erosão potencial, adotou-se a Equação Universal da Perda de Solo Revista (EUPS Revista).

Veio posteriormente a verificar-se no contexto de ações de formação desenvolvidas na sequência da publicação da portaria que, por lapso, a fórmula constante do anexo omitiu um expoente relevante para o cálculo do correto comprimento da vertente.

Neste sentido, é necessário integrar o expoente bem como efetuar pequenos ajustamentos de sinal e de descrição dos parâmetros, de acordo com as fórmulas e expressões que agora se publicam.” (Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro).

Não tendo sido referido sequer as Cabeceiras das Bacias Hidrográficas ao longo de todo o diploma.

2. Cabeceiras das Bacias Hidrográficas – Conceito e critérios para a sua delimitação

Como observado anteriormente, as Cabeceiras das Bacias Hidrográficas integram a tipologia das Áreas Estratégicas de Infiltração e de Proteção e Recarga de Aquíferos (AEIPRA), no entanto, no processo de delimitação desta tipologia REN, importa referir que estas, advindo da sua natureza biofísica e contributos específicos para delimitação da REN, não obedecem a mesma metodologia aplicada na delimitação das restantes áreas de AEIPRA.

O termo referido que integra a REN é denominado como Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, sendo esse termo acertado na Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro. No entanto, estas outrora possuíam uma diferente nomenclatura e vários autores respeitados no universo Paisagista continuam a denominá-las como Cabeceiras de Linhas de Água como é evidenciado a seguir. Sendo este relatório no âmbito da delimitação da REN, irão ser assumidos os conceitos nesta descritos.

As Cabeceiras das Bacias Hidrográficas são então a representação da área compreendida entre as linhas de fecho e os pontos de nascente que marcam o início das linhas de água principais, que fazem a divisão entre as diferentes bacias hidrográficas.

Neste âmbito importa referir que, durante um longo período de tempo, a própria definição das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas não se encontrava estabilizada, ao que se pode constatar:

“Cabeceiras de Linhas de Água – áreas côncavas situadas na zona montante das bacias hidrográficas, tendo por função o apanhamento das águas pluviais, onde se pretende promover a máxima infiltração das águas pluviais e reduzir o escoamento superficial e, consequentemente a erosão.” (DL n.º 93/90, de 19 de março)

Esta definição descrita neste DL é contrária à observada/explanada no DL n.º 321/83, que passa por *“...Cabeceiras dos cursos de água definidas a partir da linha de cumeada de separação de rios e ribeiros até à rede hidrográfica.”*, à qual MAGALHÃES (1996) refere que a definição utilizada corresponde à de cabeço, esta que será variável em relação ao seu tamanho quanto mais brando for o seu relevo ou quanto maior tiver sido a erosão por este sofrida. A autora, defere que a definição transcrita do DL n.º 93/90, de 12 de fevereiro, em si também não corresponde à definição de Cabeceiras das Bacias

Hidrográficas, mas sim às suas bacias de receção, isto é, zonas situadas a montante da rede hidrográfica onde se juntem duas ou mais linhas de água. Acrescentando ainda que *“se considerarmos que o objetivo da lei, era no caso desta figura e desde o primeiro diploma, proteger as zonas situadas a montante das bacias hidrográficas mais sujeitas à erosão e onde se pretende incrementar a infiltração das águas pluviais e diminuir o escoamento superficial, então diria que as cabeceiras são constituídas pelo conjunto das duas definições, ou seja, pelos cabeços e pelas bacias de apanhamento.”*

Segundo MAGALHÃES et al. (2007) (citado em Azevedo, 2014), consta-se: *“as Cabeceiras de linhas de água, em conjunto com os Cabeços, as Vertentes e as ‘encostas do monte’, são parte integrante do Sistema seco – que identifica todas as áreas topográficas de cota mais elevada e forma convexa, com inclinação propícia ao escoamento da água e do ar frio.”*

Consideraram-se as áreas correspondentes à *“...bacia de receção ou bacia de apanhamento das zonas situadas a montante da rede hidrográfica, onde duas ou mais linhas de água confluem num ponto”* (Magalhães, 1996), ou seja, o conjunto formado pelos cabeços e pelas bacias de apanhamento, de forma a constituir uma estrutura contínua ao longo dos festos com algum significado.” (CNT, 2005)

É ainda referido no documento da CNT que para demonstrar a desigualdade de critérios aquando da delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, esta foi testada num estudo realizado por Filipe & Maggioni (1998), ao qual se pediu a cerca de 100 arquitetos paisagistas que mapeassem as Cabeceiras das Bacias Hidrográficas na mesma área, ao que, não houve uma única delimitação igual, tendo havido resultados que delimitaram estas áreas em quase toda a extensão da área de estudo e outro que apenas delimitou uma área equivalente a apenas 2% da área em estudo. Demonstrando a falta de coerência nos conceitos que definem as Cabeceiras das Bacias Hidrográficas e a sua delimitação.

Com o DL n.º 166/2008, de 22 de agosto, as “Cabeceiras de Linhas de Água” são aglutinadas com as Áreas de Máxima Infiltração, formando assim as Áreas Estratégicas de Infiltração e de Proteção e Recarga de Aquíferos, tal como já tinha sido referido. No entanto, nada é definido relativamente ao conceito ou delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, tendo-se 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 recarga natural dos aquíferos e se revestem de particular interesse na salvaguarda da quantidade e qualidade da água a fim de prevenir ou evitar a sua escassez ou deterioração (...)*” (DL n.º 166/2008, de 22 de agosto).

Esta aglutinação, mantendo-se em vigor, levanta questões relativamente à proteção das áreas de Cabeceiras, sendo que não se verifica referencia à sua existência e funções, quando consideradas individualmente.

Assim sendo, as Cabeceiras das Bacias Hidrográficas são áreas que apresentam características específicas que permitem a retenção e possível infiltração de água no seu solo. Embora esta segunda seja apenas possível se estas demonstrarem determinados atributos, das quais não são taxativas para que estas áreas se considerem cabeceiras. Estas áreas são compreendidas, portanto, pelas zonas demarcadas desde as linhas de fecho até aos pontos iniciais da rede hidrográfica principal do concelho em estudo, isto, sendo concordante com a topografia do terreno e abrangendo todas as áreas consideradas côncavas e convexas a que se deve os acontecimentos dispostos acima.

Posteriormente, tendo por base as orientações dadas pela Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, tem-se que: *“Para a delimitação das áreas de receção e infiltração das águas pluviais 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 identificação dos fechos a considerar para a delimitação das cabeceiras no âmbito municipal deve ser efetuada ao nível regional, tendo em conta as bacias hidrográficas dos cursos de água principais da região.”

Contudo a Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, não define a(s) metodologia(s) a seguir para a delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas (nem das linhas de fecho a considerar neste âmbito). Assim, no âmbito de processos de delimitação da REN, os municípios têm desenvolvido/optado por alguns métodos na tentativa de delimitação das áreas de Cabeceiras das Bacias Hidrográficas a incluir nas AEIPRA.

Noutros processos de delimitação da REN em curso, as orientações ou sugestões (veiculadas em pareceres) vão no sentido de serem consideradas as linhas de fecho, disponibilizadas no portal Epic WebGIS¹, relativas às bacias hidrográficas de nível 3, sendo que esta informação ainda não se encontra homologada e por tal, as entidades e os municípios, além de falta de uma metodologia própria e, como já exposto

¹ “EPIC WebGIS é uma infraestrutura interativa de dados espaciais, que fornece cartografia georreferenciada em escala nacional, utilizando ferramentas de visualização de dados. Pode ser visto como um instrumento de planeamento paisagístico, oferecendo acesso imediato a vários temas disponíveis relativos a ecossistemas, rede ecológica e adequação ecológica dos solos.”

anteriormente neste capítulo, mesmo o conceito de cabeceira é dúbio, o que faz com que não se chegue a um consenso quanto à delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas.

No entanto, uma vez que estas linhas de festo foram delimitadas a uma escala nacional, apresentam pouco rigor quando transpostas para o nível municipal (havendo, ainda, algum contrassenso com o que é referido nas OENR, onde se considera *que “a identificação dos festos a considerar para a delimitação das cabeceiras no âmbito municipal deve ser efetuada ao nível regional”*.

Sendo que, atualmente, a fundamentação nestas ações de delimitação caem integralmente no estudo realizado por Selma Pena em 2017, que passa pelo estudo de uma forma de se realizar a delimitação destas Cabeceiras a partir de um SIG.

Está disponibilizado no EPIC WebGIS um mapeamento para todo o território nacional das “Cabeceiras de Linhas de Água”, tendo por base este mesmo estudo, o que acaba por se contrapor com o disposto do RJREN e das próprias orientações, que indicam que essa delimitação deve ser feita a nível regional. Tendo em conta que esta delimitação se torna diferente se for tido em conta que os dados base utilizados para um caso (nacional) e para o outro (regional) apresentam escalas de detalhe bastante distintas uma da outra.

Esta plataforma ainda disponibiliza bastantes outras bases relativas ao panorama nacional, o qual se revela uma grande ajuda no exercício de análise relativo às áreas do ordenamento do território e do planeamento paisagístico a nível nacional.

Relativo ao EPIC WebGIS este é de total autoria do ISA, sendo este uma referência nacional no que toca ao desenvolvimento das metodologias e até da própria legislação relativa à REN. Tendo nesta instituição docentes que são importantes autores pioneiros nas matérias referentes à REN e da paisagem, tais como a professora Manuela Raposo Magalhães e a própria Selma Pena.

Todos os métodos desenvolvidos pelo EPIC WebGIS baseiam-se, sobretudo, em estudos técnicos elaborados à escala nacional, *“A informação desta plataforma abrange subsistemas paisagísticos como: geologia/litologia, solo, água, vegetação, clima e morfologia do solo, considerados essenciais para a gestão dos ecossistemas e dos recursos naturais. Integra também vários temas relativos a um Plano Potencial de Ordenamento do Solo para Portugal, (...)”*. (EPIC WebGIS)

Para este caso da delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, o EPIC utilizou informação base a uma escala nacional, da qual a seguinte figura apresenta, de forma esquematizada, como foi sistematizada a delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas:

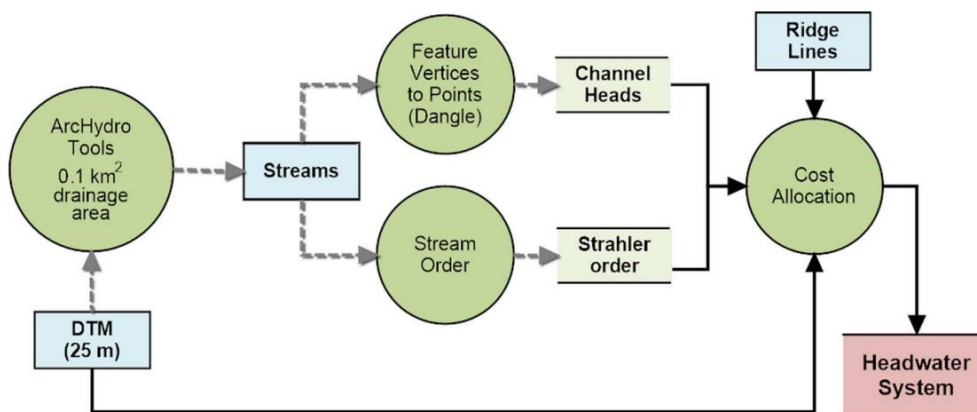


Figura 2 Processo GIS para a determinação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas (Pena et al. (2017), p.546)

Este estudo realizado por Selma Pena (2017), transmite principalmente a ideia de que esta delimitação é importante para que seja possível realizar um melhor planeamento dos usos a serem realizados nestas áreas. Justificando que sem esta delimitação, que até então não era realizada, havia uma perda de área de elevada importância para a delimitação destas áreas a integrar na tipologia das Áreas Estratégicas de Infiltração e de Proteção e Recarga de Aquíferos.

Neste trabalho foram então analisadas duas formas de se realizar a delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, às quais irei denominar de “Método A” e de “Método B”.

Método A – Transposição da Delimitação das Cabeceiras (EPIC WebGIS) para a escala municipal:

Este método passa pela transposição da delimitação das Cabeceiras disponibilizada no EPIC WebGIS, realizado à escala nacional, para uma escala municipal. Isto é, isolar a área desta delimitação realizada pelo EPIC WebGIS para apenas a área de estudo e, sobre isso, trabalhar a sua adequação ao nível municipal. Tratando-se de realizar uma suavização, utilizando a ferramenta “*Smooth*” do ArcGIS Pro da ESRI, utilizando o método *PAEK* com uma tolerância de 300m (ou a que mais se adequar ao caso de estudo).

Após aplicar a suavização ao disponibilizado pela plataforma, prossegue-se com uma aferição técnica realizada por um especialista (Arquiteto Paisagista), tendo em conta variada informação base, tal como o relevo, as curvas de nível, a rede hidrográfica principal, entre outros, para que se adeque de forma plena ao território em estudo.

A realização deste processo revela-se bastante demorada e complicada, tendo em conta que esta aferição tem de ser realizada para todo o concelho, tornando-se também complexa considerando a informação que temos de sobrepor para a realização destas aferições.

Método B – Aplicação do Método “Cost Allocation” à escala municipal:

Este método é realizado fundamentando-se no estudo realizado pela professora Selma Pena (2017), ao qual se aplica na íntegra o descrito no documento a uma escala municipal, tendo por base toda a cartografia a uma escala mínima de 1:10.000 (cartografia elaborada no âmbito dos processos de revisão ou alteração dos PDM).

Assim sendo, são sistematizados todos os dados necessários para a realização do exercício, tendo em conta o seguinte:

- Rede hidrográfica determinadas a partir do modelo dos fluxos hídricos acumulados, sendo isolados os valores superiores a 4 000 células (*pixel* de 25 m²), que se faz corresponder a bacias de drenagem de 0,1 km², e ordenadas pela classificação de Strahler;
- Modelo Digital de Terreno (MDT) com tamanho da célula igual a 5;
- Pontos do início das linhas de água identificados no modelo acima referido;
- Linhas de Festo² da ordem igual ou superior a 3 disponibilizadas pelo ISA (plataforma Epic WebGIS), que correspondem no mínimo a bacias drenantes com área inferior a 10 km² e comprimento igual ou superior a 2 km.

Este último ponto referente às linhas de festo disponibilizadas pelo ISA, em grande parte das vezes, apresenta erros devido à sua elaboração a uma menor escala, estando por vezes mal delineadas (não passam no sítio da curva de nível suposto). Também é possível encontrar estas linhas concorrentes com algumas linhas de água selecionadas,

² “(...) as linhas de festo de primeira ordem são o limite das bacias hidrográficas que desaguam diretamente no oceano. (...) as linhas de festo de segunda ordem são semelhantes às linhas de festo de primeira ordem, mas não drenam diretamente para o oceano; (...) as linhas de festo de terceira ordem têm uma área de captação inferior a 10 Km² e um comprimento superior ou igual a 2 Km.” (Pena, Selma (2017). Mapping headwater systems using a HS-GIS model. An application to landscape structure and land use planning in Portugal). Sendo esta também a classificação adotada para as Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, tendo em conta a linha de festo correspondente.

pelo qual se deve fazer um ajuste manual quando se verificarem algumas destas situações.

Com esta informação disponível estão todas as condições reunidas para começar o processo de delimitação destas áreas através da seguinte ordem de tarefas:

Após obter toda esta informação, entra-se num processo de reclassificações para que se consiga obter apenas a informação ou os valores relevantes para a delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas.

Após obter todos os dados de entrada disposto acima o primeiro passo é rasterizar toda a informação, dando valores a estes rasters (pixéis), atribuindo o valor 500 a todos os dados da rede hidrográfica e o valor 10 aos pontos de início da rede hidrográfica. Após este passo faz-se a reclassificação dos rasters obtidos no passo anterior classificando todos os valores, mantendo os valores atribuídos no passo anterior e dando o valor “0” aos restantes dados que não tinham valor atribuído, neste caso também ao tema das linhas de fecho, mantendo a classificação da hierarquia destas. O passo seguinte passa pela junção/soma destes 3 rasters a partir de expressões específicas, utilizando a ferramenta “*Raster Calculator*” do software *ArcGis Pro*, ficando apenas com os valores significativos, isto é, os valores das linhas de fecho (1,2,3 e 4), o valor atribuído aos pontos de início das linhas de água (10) e o valor atribuído à rede hidrográfica (500). Após a obtenção do modelo resultante da junção dos 3 rasters é feita uma reclassificação para que os valores “0” desapareçam deste modelo ficando apenas com os valores “1”, “2”, “3”, “4”, “10” e “500”.

A este raster obtido, é aplicada a ferramenta “*Cost Allocation*” do *ArcGis Pro* da ESRI (custo acumulativo de deslocação), considerando como *raster* de “custo” de entrada o Modelo Digital do Terreno (MDT), elaborado com recurso à altimetria do concelho em estudo.

Seguiu-se um processo de generalização (suportado pelas ferramentas do software *ArcGis Pro*, da ESRI), que incluiu um conjunto de passos intermédios:

- agregação das áreas adjacentes à linha de fecho;
- eliminação dos polígonos isolados;
- verificação da continuidade (agregando polígonos dentro da mesma linha de fecho).

Por último, as manchas a integrar nesta tipologia da REN são sujeitas a uma suavização mais apurada, utilizando, para esse efeito, a ferramenta “*Smooth Polygon*”, através do algoritmo “PAEK”, com um valor de tolerância de 300 m.

Obtendo a delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, estas juntam-se à delimitação das Áreas Estratégicas de Infiltração e de Proteção e Recarga de Aquíferos, sendo parte integrante desta mesma tipologia.

De seguida irão ser analisados os casos práticos dos municípios de Bragança, Ovar e Anadia, sendo que Bragança se localiza na zona Norte do país e os restantes na zona Centro, tendo estas orientações distintas fornecidas pelas entidades reguladoras responsáveis por cada região. Foi desenvolvida para cada um dos municípios a delimitação destas áreas em sede de estágio utilizando o método B, à exceção do caso de Bragança, que tem orientações das entidades de não se realizar esta delimitação. Para Bragança, no âmbito do presente relatório vão ser aplicadas as duas formas de delimitação acima descritas, no âmbito de se comparar resultados intra e intermunicipais e ainda de se tentar perceber o porquê de no Norte não se executar esta delimitação.

3. Casos de Estudo - Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas nos concelhos de Bragança, Ovar e Anadia

3.1. Breve Caracterização Biofísica e Paisagística dos Concelhos em Estudo

Tendo em conta o principal objetivo deste exercício – ou seja, a delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas – importa salientar algumas das principais características biofísicas e paisagísticas que distinguem os três concelhos em estudo. Esta análise ajudará, mais à frente, na análise crítica dos resultados, nomeadamente na perceção se o resultado da delimitação se adequa, ou não, à realidade paisagística do concelho.

Para a elaboração desta análise, foram tidos em conta os seguintes documentos:

- Bragança: Território XXI, 2021. 2.^a Revisão do Plano Diretor Municipal de Bragança Fase 2 – Estudos de Caracterização e Diagnóstico | Volume I – Sistema Biofísico.

- Ovar: Lugar do Plano, gestão do território e cultura, 2013. Plano Diretor Municipal de Ovar, Relatório do Suporte Físico.

- Anadia: Município de Anadia, 2015. Primeira Revisão do PDM, Estudos de Caracterização, Capítulo III – Caracterização Biofísica.

- Bragança:

“Esta é claramente uma paisagem de altitude, com grandes horizontes e usos condicionados pelo rigor do clima. As formas são em geral arredondadas com um uso predominantemente agrícola, num mosaico diversificado, sempre acompanhado por grandes manchas de matos ou matas. Esta sucessão de formas arredondadas é dominada em pontos extremos a noroeste, norte e sul respetivamente peãs serras da Coroa, Montesinho e Nogueira, com características diferentes mas onde, em geral, pela maior altitude, as características de montanha e de isolamento se acentuam (...)” (Cancela d’Abreu et. al, 2004. Unidade A19 “Terra Fria Transmontana”).

O concelho de Bragança insere-se na região de Trás-os-montes que, por sua vez, se situa no Maciço Hespérico (designado também por Maciço Ibérico ou Maciço Antigo), sendo esta a unidade que abrange grande parte da Península Ibérica e, em específico, 70% do território português. Nesta grande zona de planalto, que integra a Meseta Norte, sobressaem algumas serras de baixa altitude, como a Serra de Montesinho e a Serra da Nogueira. Este tem uma extensão de cerca de 1 173 Km² e uma população de cerca de 34 580 habitantes, divididos pelas 39 freguesias que constituem o oitavo maior concelho do país.



Figura 3 Serra de Montesinho

Fonte: https://www.rotaterrafrica.com/ver/geo_artigo/montesinho-aldeia-tipica

Em relação ao relevo, o concelho de Bragança varia a sua altitude entre os 300 e os 1500 metros, sendo que maior parte do território ronda os 650/700 metros de altitude. A Serra de Montesinho é a principal elevação do concelho. Importa destacar, também, os vales das principais linhas de água do concelho, como o Rio Sabor, que apresentam declives abruptos em toda a sua extensão.

Em relação aos declives, as áreas que apresentam inclinações superiores a 25% ocorrem maioritariamente nos vales encaixados das principais linhas de água, tal como nas vertentes das Serras de Montesinho e Nogueira, como já foi referido anteriormente. De forma geral, estas superfícies são cobertas por matos ou florestas. As áreas mais planas encontram-se na zona central do concelho, sendo as zonas de planalto compreendidas entre as Serras de Montesinho e Nogueira, bem como as áreas de altitude intermédia que ladeiam o Rio Fervença e onde dominam as zonas agrícolas. Relativamente à exposição solar das vertentes, esta mostra-se bastante diversa ao longo de todo o concelho, como consequência das variadas formas de relevo encontradas ao longo de todo o território bragantino. Em relação aos tipos de solos, em Bragança predominam leptossolos, que representam cerca de 90% da área total do concelho.



Figura 4 Rio de Onor
Fonte: <https://www.aldeiasdeportugal.pt/aldeia/rio-de-donor/>

No que toca aos recursos hídricos superficiais presentes em Bragança, os principais cursos de água são: o Rio Sabor, que nasce em Espanha e entra em Portugal pela Serra de Montesinho, desaguando no Rio Douro, possui uma extensão de cerca de 120 Km e é um dos rios mais puros e de maior valor ecológico do país; o Rio Tuela, em que a sua nascente é também em Espanha e entra em Portugal, também, pela Serra de Montesinho; e o Rio Maçãs que é um afluente do Rio Sabor. Tanto o Sabor como o Maçãs distinguem-se pelo seu relevo montanhoso, pelas suas extensas galerias ripícolas e pelo seu valor ecológico, estando simultaneamente em Zona de Proteção Especial e Zona Especial de Conservação integrantes na Rede Natura 2000.

Refletindo sobre o descrito neste subcapítulo e aproximando-o do tema principal deste trabalho, ao analisar as unidades de paisagem delimitadas para este concelho a partir dos estudos de caracterização realizados para este município, consegue-se denotar que as linhas de festo (cabeceiras) em alguma parte fazem a delimitação entre algumas unidades e até acabam por caracterizar outras. Como por exemplo a unidade “Planalto entre Onor e Maçãs” ao qual a linha de festo que delimita a bacia hidrográfica do Rio Sabor delimita também a unidade de paisagem a Norte e a Sul, sendo esta incluída na própria caracterização da unidade “Planalto entre Onor e Maçãs”. Ao qual é possível concluir que este festo apresenta uma importância significativa para o concelho de Bragança.

- Ovar:

“Trata-se de uma paisagem húmida, plana e aberta. Como excepção a este carácter amplo que resulta dos escassos elementos verticais, (...), bem como dunas e pinhais ao longo do extenso do cordão arenoso que separa a ria do oceano.” (Cancela d’Abreu et. al, 2004. Unidade H56, “Ria de Aveiro e Baixo Vouga”).

O concelho de Ovar está situado na zona centro do país, numa área litoral caracterizada pela presença de zonas de pinhal, que se estendem até ao oceano. Este tem uma área de cerca de 148 Km² e apresenta uma população de 17 925 habitantes, distribuída por 5 freguesias. O território do concelho é marcado, a Norte, pela Barrinha de Esmoriz, e a Sul, pela Ria de Aveiro.

É um concelho com declives bastante baixos, praticamente todo ele aplanado. Grande parte da orla costeira deste concelho tem, ainda, um carácter bastante naturalizado, sem grande presença humana (no que toca a construções e urbanizações) numa faixa ainda considerável.

Ainda assim, Ovar continua na posse de grandes áreas naturais e de grande interesse paisagístico, como quilómetros de praias ladeadas por pinhais, a ria de Aveiro e a Barrinha de Esmoriz.

O concelho está de momento à procura de um equilíbrio entre este crescimento industrial e a preservação Ambiental, para que não se perca a importância natural e a paisagem única que Ovar apresenta. Este tem uma rede hidrográfica principal pouco extensa, que não oferece grande expressão ao longo de todo o concelho.



Figura 5 Praia de S. Pedro de Maceda
Fonte: <https://viagens.sapo.pt/viajar/viajar-portugal/artigos/sao-pedro-de-maceda-um-areal-selvagem-escondido-entre-pinhais>

Em termos geológicos, a maior parte do concelho corresponde a aluviões e areias de dunas. A rede hidrográfica do concelho é maioritariamente constituída por ribeiros de caudal permanente (podendo no verão esses caudais tornarem-se bastante reduzidos). A área do concelho localizada mais a Sul integra a bacia hidrográfica do Rio Vouga, enquanto a zona Norte inclui linhas de água costeiras, que desaguam no oceano. Para além das massas de água da Ria de Aveiro (braço do Carregal e o largo da Coroa) e da Barrinha de Esmoriz, o concelho abrange os rios Gonde e Negro, e as ribeiras de S. Miguel, Seixo, Sr.^a da Graça, S. João, Cáster, Mangas e Cortegaça e a Vala de Maceda, sendo estes três últimos de maior destaque.

Em termos naturais e ecológicos, Ovar apresenta zonas bastante características, como as Dunas Litorais na orla costeira, Lezíria e Regadios Mediterrâneos na zona central, Ribeira Subatlântica a Sudeste e a Ribeira Atlântica a Nascente. É classificada por Pina Manique e Albuquerque (1984) como zona ecológica de andar fito climática basal que se estende por toda a costa e um pouco para o interior do município.

Em termos de ocupação do solo, os espaços florestais ocupam cerca de 58% da área total da região do concelho de Ovar, segundo a COS2018. Ainda assim, importante referir em relação a este assunto passa pela evolução destes espaços. Constata-se que houve um forte crescimento de eucaliptal entre 1995 e 2018, que passou de 558,5 ha para uma área de 2838,6 ha, dando-se grande parte deste aumento pela conversão de floresta de pinheiro-bravo para eucaliptal. Ainda assim, o pinheiro-bravo continua a ser a espécie florestal dominante no concelho de Ovar.



Figura 6 Barrinha de Esmoriz

Fonte: <https://cusquicesdeesmoriz.blogspot.com/2017/08/foto-aerea-sobre-barrinha-de-esmoriz.html>

Redirecionando o abordado para o tema desta tese, consegue-se refletir sobre o território owarenses e delimitação das suas linhas de fecho, sendo que estas se encontram delimitadas na zona Este do concelho, ao que se pode atribuir dois caracteres distintos, uma área em que apresenta ainda algum relevo embora que pouco expressivo, e a outra metade uma área completamente plana.

- Anadia:

Anadia, ao contrário dos outros casos de estudo, apresenta dois caracteres bem distintos e demarcados, apresentando a Oeste uma *“Paisagem caracterizada por baixas altitudes e por um relevo relativamente aplanado, em que domina um mosaico equilibrado de áreas agrícolas e florestais – aquelas bem representadas por vinhas e olivais nas zonas mais secas e por milho e pastagens nos vales húmidos ou nas zonas com possibilidades de rega; as matas são quase exclusivamente constituídas por pinheiro bravo e eucalipto.”*; e a Este, *“Esta unidade de paisagem inclui uma extensa área essencialmente de colinas com altitudes relativamente baixas (raramente ultrapassando os 600m), estabelecendo uma transição clara entre a Beira Alta, de relevo acidentado e com uma paisagem bem diversificada, e a Beira Litoral mais plana, com uma ocupação humana densa e em que os centros urbanos e as atividades económicas muito diversificadas dos sectores secundários e terciários têm vindo a transformar profundamente a paisagem.”* (Cancela d’Abreu et al, 2004. Unidade H58, “Bairrada” e Unidade F41, “Montes Ocidentais da Beira Alta, respetivamente)

O concelho de Anadia está situado no distrito de Aveiro. Apresenta, na maioria do seu território, declives suaves, com exceção da zona mais a Este do município, onde ocorrem vertentes significativas.

Com uma área de 217 Km², este concelho está, administrativamente organizado em 15 freguesias, sendo que nele residem um total de 21 622 habitantes. Em termos hipsométricos, Anadia é um concelho que apresenta uma grande variabilidade em termos de altitude, sendo que esta aumenta gradualmente de Poente para Nascente, tendo uma variação de cotas entre os 10 e os 545 metros. Esta variação altimétrica resulta do grande contraste presente no concelho, com dois tipos de paisagem bastante distintos. A zona poente e central é caracterizada pelo relevo bastante aplanado, com a presença de algumas colinas coincidentes com os vales dos rios Levira e Cértima (cursos de água com maior expressão dentro do concelho); esta zona poente é marcada, maioritariamente, pelo uso do solo predominantemente agrícola, urbano e industrial. Quando observado o lado mais Nascente do concelho, é notório que esta apresenta um relevo bastante acidentado (com declives muito acentuados), com vários vales encaixados, sendo predominante, nesta área, o uso florestal, tendo ao longo do seu território grandes extensões de florestas de eucalipto.

Em termos de exposição das encostas, no concelho de Anadia são predominantes as que se encontram orientadas a Oeste, com cerca de 26% de representação do total do

concelho, sendo as encostas voltadas a Sul e Este as que têm menos representatividade dentro do concelho.

Em termos de paisagem do concelho, esta encontra-se dividida, com a área central e Poente caracterizadas pela unidade de paisagem da Beira Litoral e a Nascente da Beira Alta, no qual é concordante com o analisado acima em relação às características do relevo, hipsometrias, hidrografias, etc.

Analisando em particular a área mais a Este do concelho, pois é nesta que certamente se vai encontrar as Cabeceiras das Bacias Hidrográficas mais expressivas do concelho, esta está maioritariamente coberta por vegetação florestal encaixada nos grandes vales desta zona em que se encontram também a nascente de várias linhas de água que atravessam o concelho.

Voltando para o tema abordado nesta tese, consegue-se refletir sobre o território de Anadia, sendo que este se encontra repartido em duas partes bastante distintas em termos de carácter paisagístico, inserindo-se estes em unidades de paisagem a nível nacional diferentes. Isto explica de forma direta a diferença topográfica existente no concelho, sendo que a zona mais Este do concelho apresenta declives mais expressivos e vales encaixados ao contrário do observado do lado Oeste.

3.2. Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, para os três concelhos, pelo “Método A”

No presente subcapítulo, apresenta-se uma proposta de delimitação das Cabeceiras das Linhas de Água para os concelhos de Bragança, Ovar e Anadia, segundo o “Método A” (cuja metodologia correspondente foi alvo de explicação no capítulo anterior).

- Bragança:

Na Figura 7 apresenta-se o resultado da delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, para o concelho de Bragança, através do “Método A”.

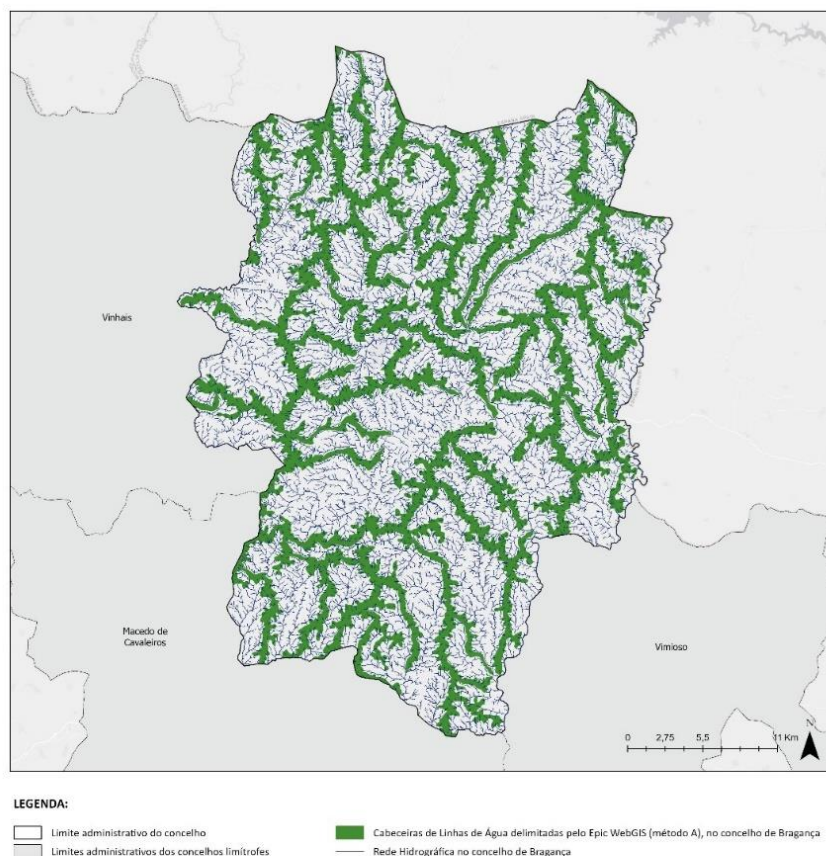


Figura 7 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A disponibilizado no EPIC WebGIS para o Concelho de Bragança (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>)

Sendo este território o mais declivoso (e também mais extenso) entre os diversos casos de estudo, é natural que neste se apresente uma maior extensão e densidade de

Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, como se pode confirmar nas imagens apresentadas.

Sobrepondo este modelo com a rede hidrográfica do concelho (gerada com a ferramenta “Flow Accumulation”, a partir de um MDT elaborado a partir da cartografia de base, à escala 1:10.000), verifica-se que as Cabeceiras delimitadas atravessam (sobrepoem-se) a diversas linhas de água, o que demonstra, logo à partida, alguma fragilidade desta metodologia de delimitação (baseada na transposição de informação produzida a outra escala). Contudo, a sobreposição do resultado de delimitação com as Curvas de Nível da cartografia 1:10.000 valida, em parte, a possibilidade de adoção desta metodologia, pois o resultado abrange a maior parte das zonas côncavas e convexas sugeridas nas OENR.



Figura 8 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>) sobreposto com ortofotomapa (<https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/search?anysnig=ortofotomapa&fast=index>)

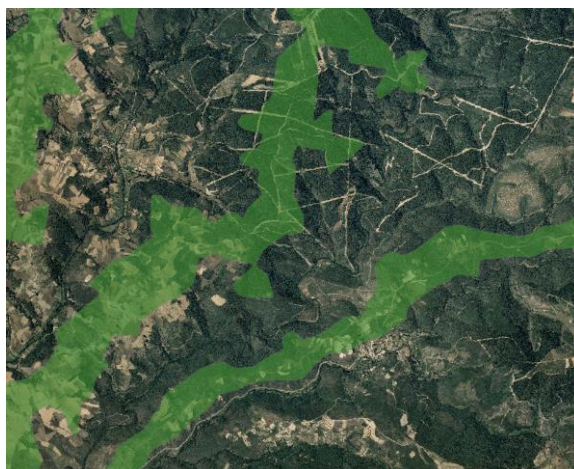


Figura 9 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>) sobreposto com ortofotomapa (<https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/search?anysnig=ortofotomapa&fast=index>)

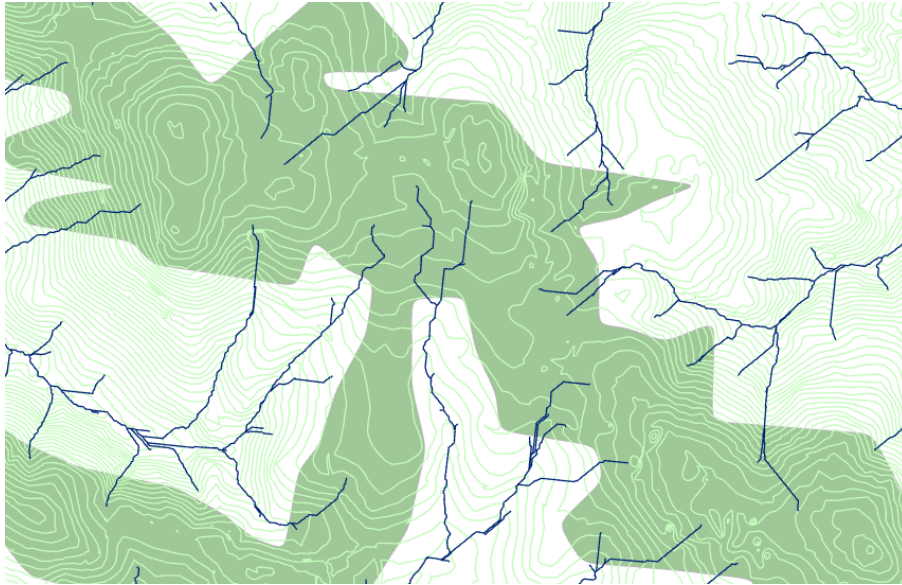


Figura 10 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>) sobrepostas com a rede hidrográfica extraída do MDT e com as Curvas de nível



Figura 11 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>) sobrepostas com ortofotomapa (<https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/search?anysnig=ortofotomapa&fast=index>)

- Ovar:

Na Figura 12 apresenta-se o resultado da delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, para o concelho de Ovar, através do “Método A”.

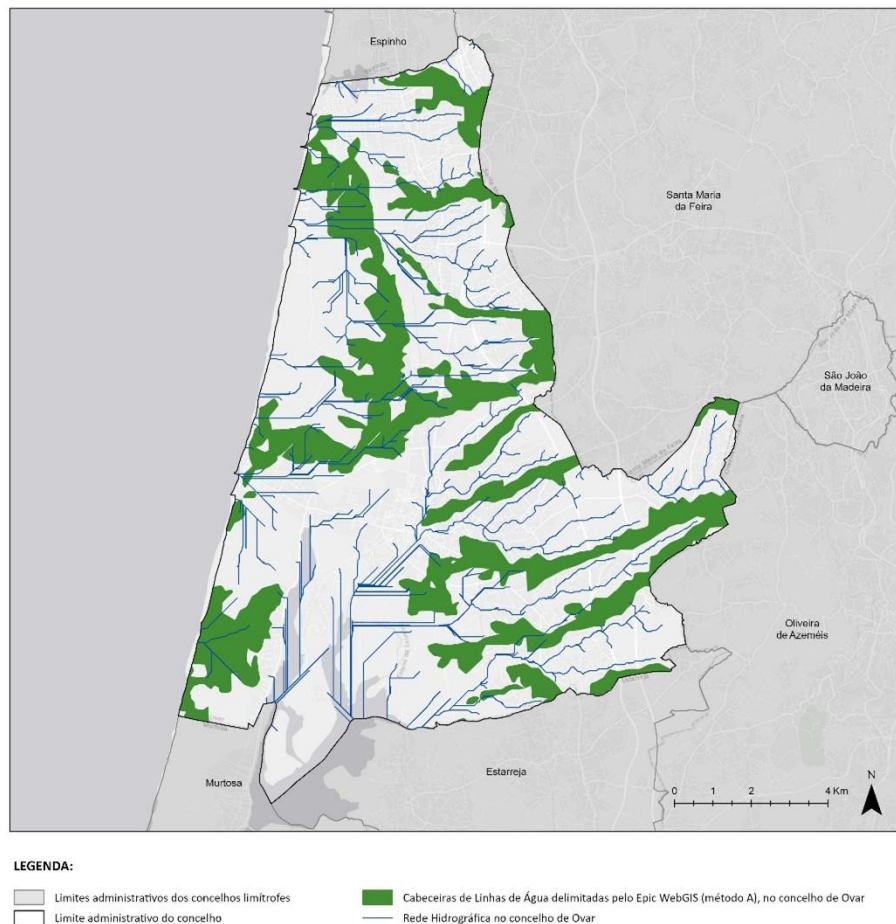


Figura 12 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A disponibilizado no EPIC WebGIS para o Concelho de Ovar (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>)

No caso de Ovar é possível perceber que, com este modelo, há zonas delimitadas como Cabeceiras das Bacias Hidrográficas que não parecem reunir as características necessárias para poderem ser consideradas/incluídas na REN por essa via (embora possa fazer sentido integrarem a REN, por exemplo, na delimitação das AEIPRA, por serem áreas onde se promove) devido aos substratos geológicos e declives baixos, a infiltração e recarga dos aquíferos. Sendo Ovar um concelho bastante plano, é

justificável e expectável que exista um baixo número de Cabeceiras das Bacias Hidrográficas.

Através da sobreposição da informação altimétrica e da rede hidrográfica sobre um ortofotomapa, é evidenciado que não são garantidas, nesta delimitação, as características que identificam uma Cabeceira das Bacias Hidrográficas. Ainda se observa que as áreas delimitadas pelo “Método A” se sobrepõem, em bastantes áreas, à rede hidrográfica gerada a partir do MDT (ferramenta “*Flow Accumulation*”), criado com base na altimetria da Cartografia de Base à escala 1:10.000, o que teoricamente não pode acontecer.



Figura 13 Exemplo de Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>) delimitadas de forma errada sobreposta com ortofotomapa (<https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/search?anysnig>)

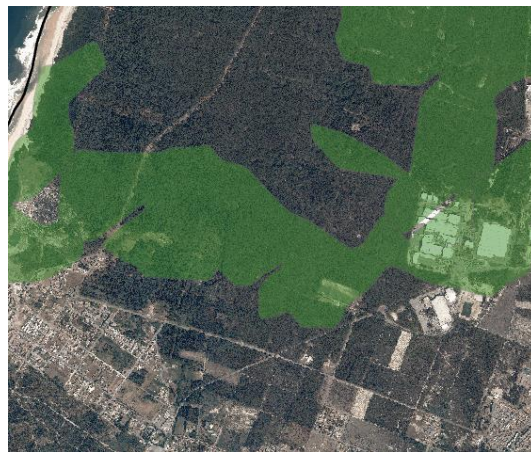


Figura 14 Exemplo de Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>) delimitadas de forma errada sobreposta com ortofotomapa (<https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/search?anysnig=ortofotomapa&fast=index>)

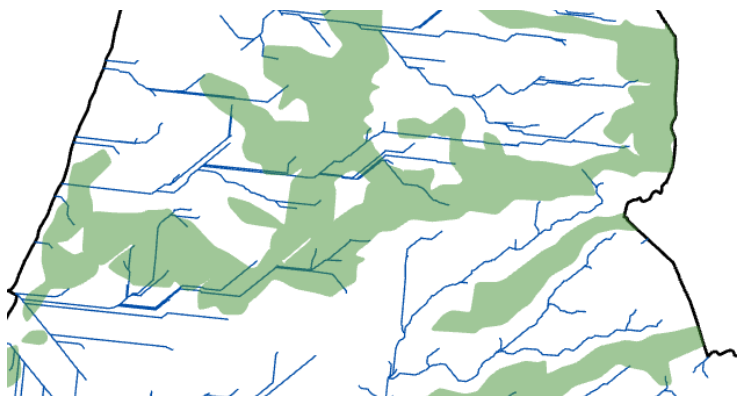


Figura 15 Exemplo de Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A, sobrepostas com a rede hidrográfica gerada a partir do MDT

- Anadia:

Na Figura 16 apresenta-se o resultado da delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, para o concelho de Anadia, através do “Método A”.

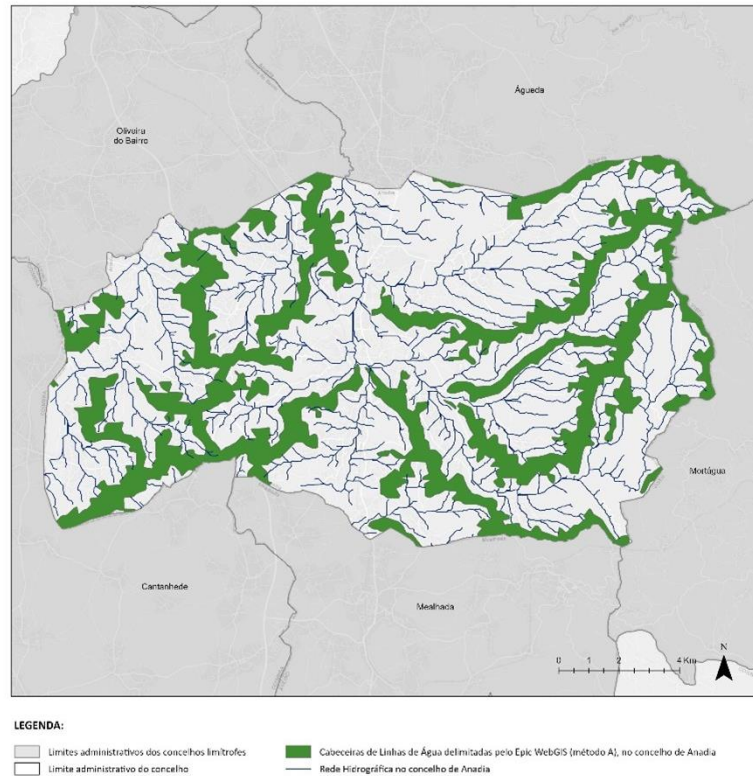


Figura 16 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A disponibilizado no EPIC WebGIS para o Concelho de Anadia (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>)

Sendo Anadia um concelho com relevo mais acidentado (pelo menos em parte do seu território) do que Ovar, o “Método A” acaba por se ajustar melhor à realidade do concelho do que no caso de Ovar.

Contudo, efetuando a sobreposição com a rede hidrográfica do concelho, é possível reparar que esta se encontra apenas parcialmente enquadrada, conforme ditam as OENR, podendo dizer também o mesmo quando se sobrepõe as curvas de nível.

Contudo, em determinadas zonas do concelho, ocorrem, por via do “Método A” delimitações que fazem com que se levantem questões sobre se não poderiam ir mais além do delimitado por este modelo. A figura seguinte demonstra um caso em que o desenho da cabeceira deveria ir até ao seu limite, sendo que neste caso este modelo

carece de aferição por parte de um especialista que deveria fazer essa correção aquando da delimitação destas áreas para uma versão da REN bruta.

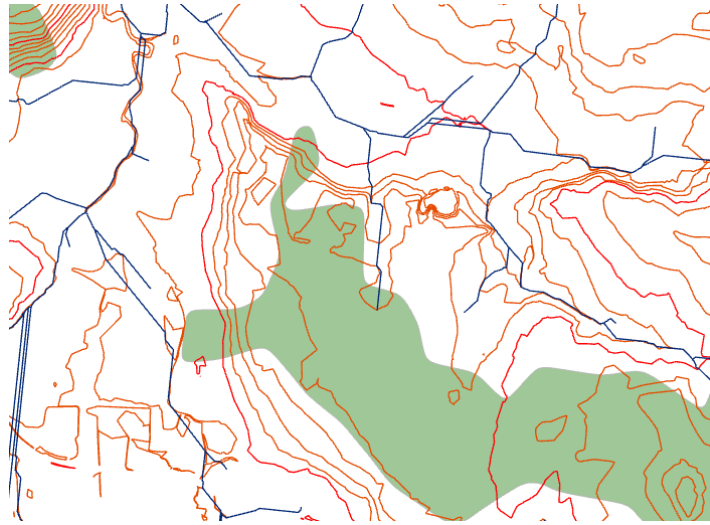


Figura 17 Exemplo de delimitação de Cabeceira (verde) segundo o método A (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>) que não é concordante com a topografia do terreno sobreposto com as linhas de água (azul) e curvas de nível (laranja)



Figura 18 Áreas delimitadas como Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>) sobrepostas com ortofotomapas (<https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#search?anyisnig=ortofotomapa&fast=index>)



Figura 19 Áreas delimitadas como Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>) sobrepostas com ortofotomapas (<https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#search?anyisnig=ortofotomapa&fast=index>)

3.3. Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, para os três concelhos, pelo “Método B”

No presente subcapítulo, apresenta-se uma proposta de delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas para os concelhos de Bragança, Ovar e Anadia, segundo o “Método B” (cuja metodologia correspondente foi alvo de explicação no capítulo anterior).

- Bragança:

No concelho de Bragança foram identificadas linhas de fecho de nível 2, 3 e 4. Os cursos de água com maior expressão são o Rio Sabor (que corre no sentido N – S), o Rio Maçãs (com orientação também N – S, e que desagua no Rio Sabor) e o Rio Fervença (orientado de W – E, e que desagua no Rio Sabor).

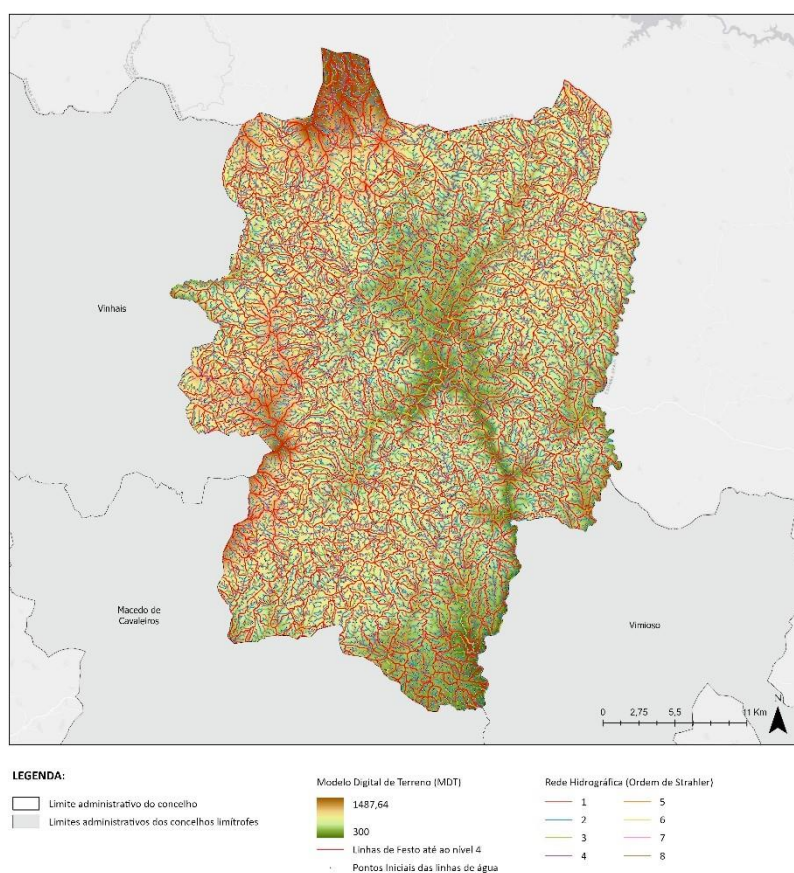


Figura 20 Dados de entrada para a realização do modelo das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método B para o Concelho de Bragança

Em relação às linhas de água, o dado que é utilizado é a rede gerada a partir da ferramenta “*Flow Accumulation*”, tendo por base o MDT. Este modelo apresenta a rede hidrográfica do município na sua totalidade, observando-se neste cartograma todas as linhas de água classificadas até ao nível 8 da classificação de Strahler³, sendo classificado com o nível 8 parte do Rio Sabor. Em relação às linhas de fecho, estão integradas neste cartograma todos os fechos disponibilizados pelo EPIC WebGIS, sendo que as linhas de fecho de nível 4 presentes, irão ser apagadas do modelo no próximo passo, sendo apenas necessário a inclusão das linhas de fecho até ao nível 3.

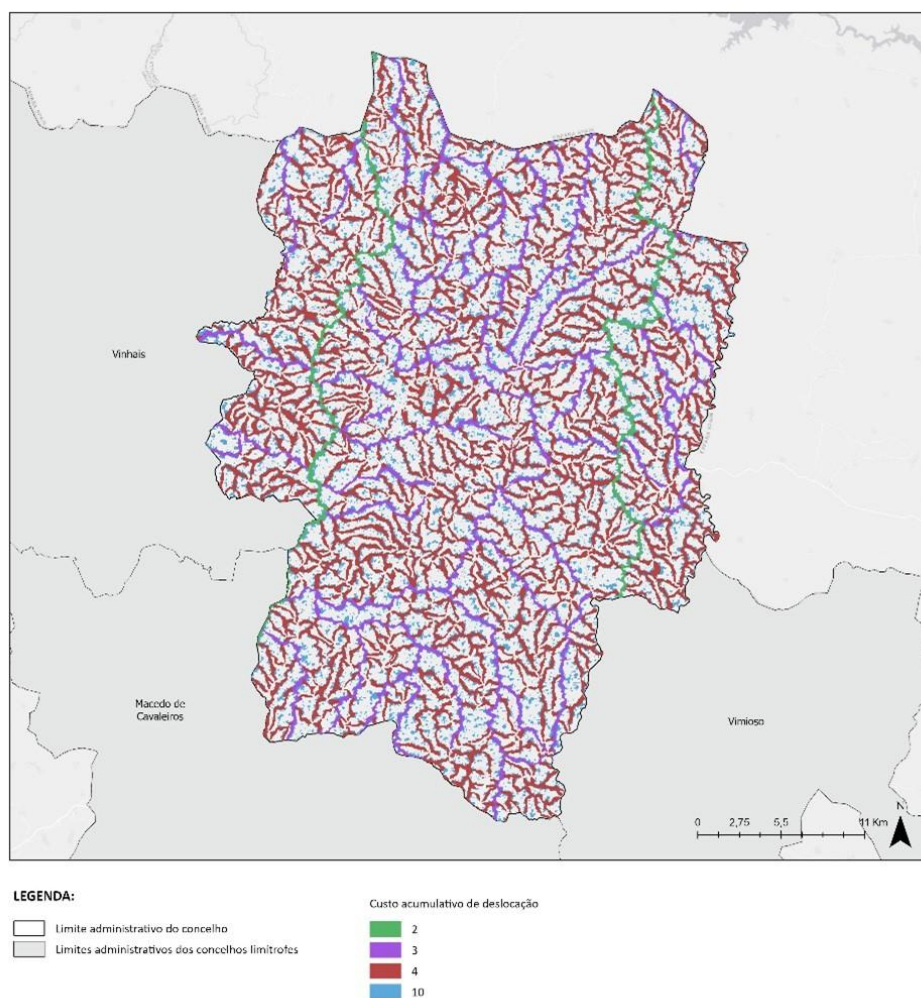


Figura 21 Custo acumulativo de deslocação para o Concelho de Bragança

³ “A classificação (...) de Strahler (1964) é uma classificação que reflete o grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia hidrográfica. Nesta classificação atribui-se um número de ordem a cada curso de água sendo classificados como cursos de água de 1ª ordem aqueles que não apresentam afluentes. A linha de água formada pela junção de duas linhas de água com a mesma ordem tomará uma ordem maior em um. (...) Por exemplo, $1+1=2$; $3+3=4$ (...)” (Guimarães, Rita, 2017).

Após ter sido aplicada a ferramenta “*Cost Allocation*” do software *ArcGis Pro* da ESRI, é obtido o modelo da Figura 21 como resultado, em que os valores 2, 3 e 4 representam as Cabeceiras das Bacias Hidrográficas do concelho de acordo com o nível de importância referido anteriormente. O valor 10 corresponde aos pontos iniciais das linhas de água do concelho. A seguir realiza-se a eliminação de todas as cabeceiras que estejam com o valor 4, sendo que pela metodologia apenas são considerados as linhas de fecho classificadas até ao nível 3.

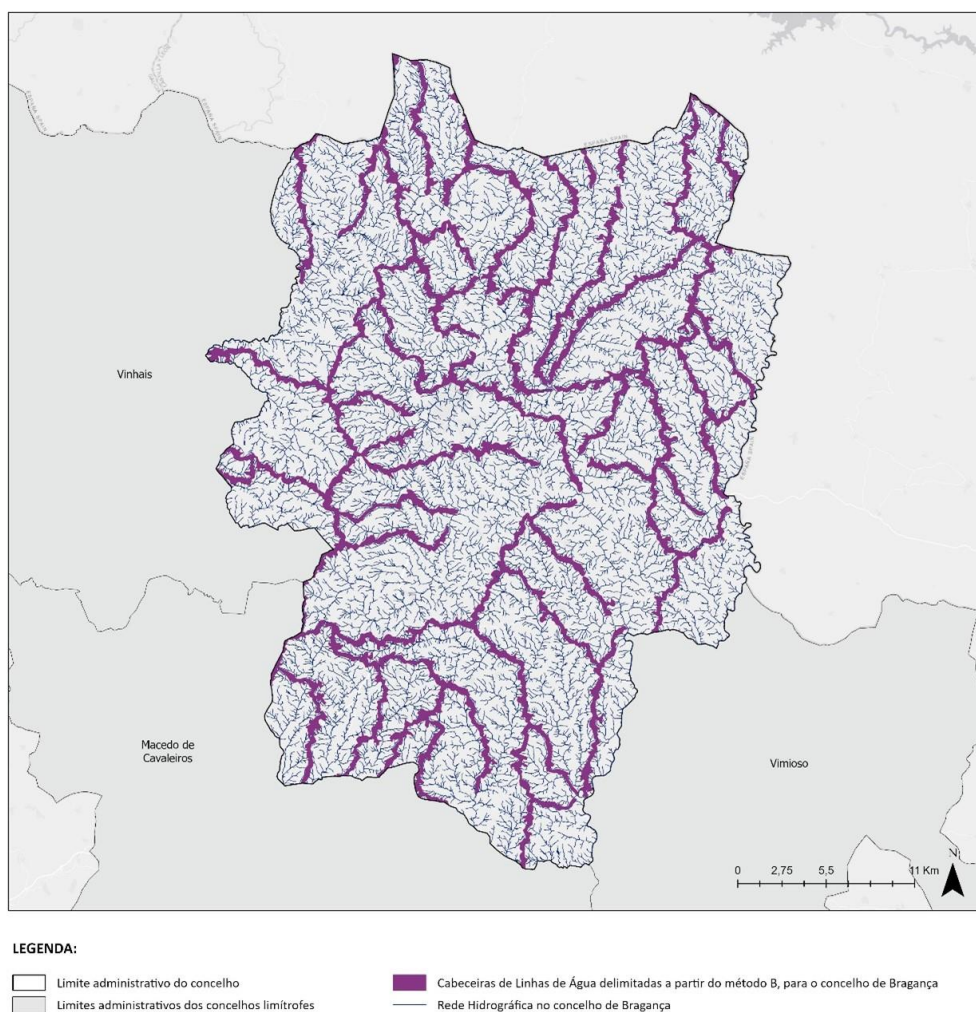


Figura 22 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método B para o Concelho de Bragança

Efetuada os últimos ajustes e aferições das cabeceiras obtidas para o concelho de Bragança, procede-se à aferição das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas que estabelecem a divisão de bacias hidrográficas até um terceiro nível (regional).

A partir da análise dos resultados obtidos, é possível identificar algumas incoerências no desenho do modelo obtido, como por exemplo zonas em que se encontra alguns prolongamentos que estão classificados como cabeceiras que delimitam pequenas zonas incluídas noutras bacias. Enquanto existem outras zonas que poderiam ter uma cabeceira delimitada, por abrangerem uma área em que faria sentido tendo em conta a dimensão da bacia hidrográfica em questão, como se pode observar nos seguintes exemplos:

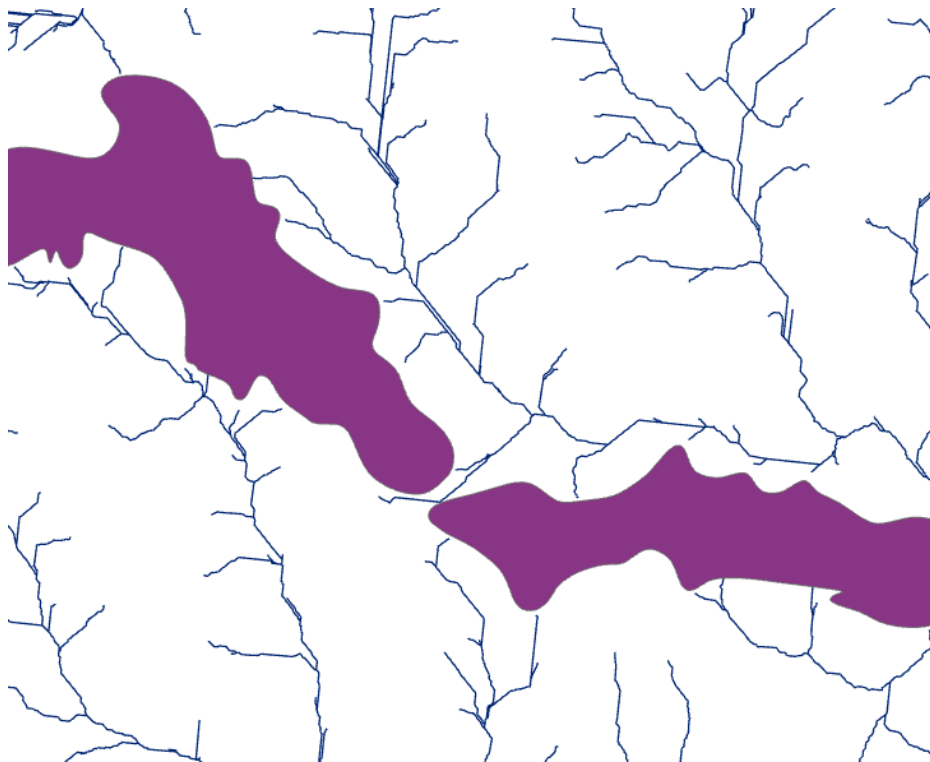


Figura 23 Exemplo de quebra de continuidade da Cabeceira por se sobrepor a uma linha de água classificada com o nível 1 de Strahler



Figura 24 Exemplo de prolongamento de Cabeceira delimitado pelo Cost Allocation

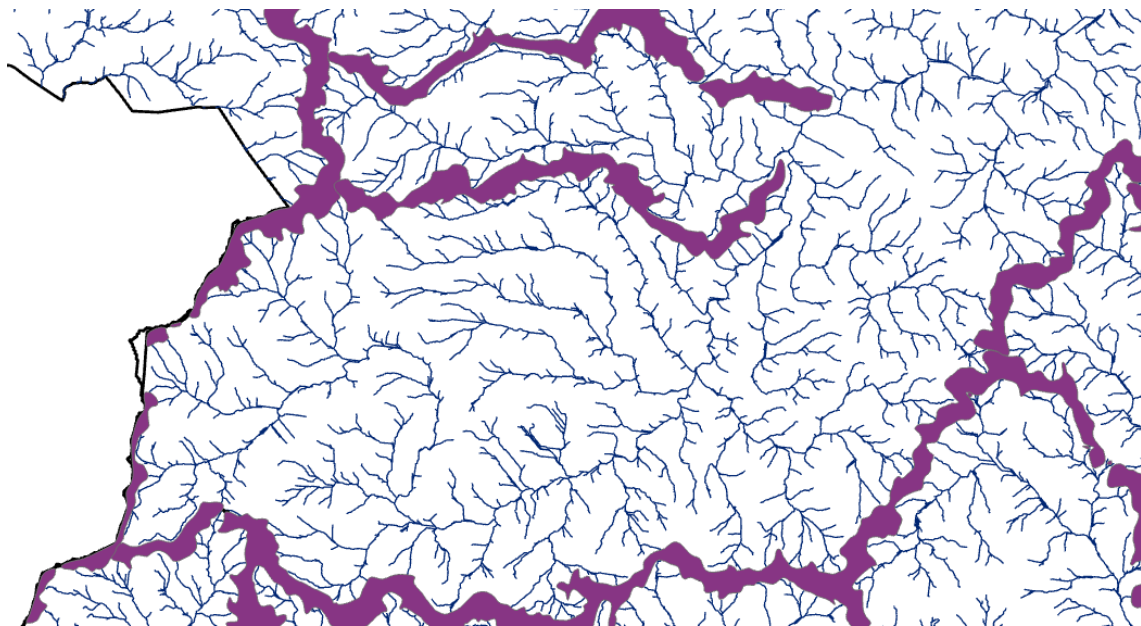


Figura 25 Exemplo de bacia hidrográfica de grande extensão, em que não há delimitação de cabeceiras intermédias através da aplicação do método B

- Ovar:

Para o caso de Ovar foram identificadas 20 linhas de nível 3, que partem, na sua maioria, das linhas de fecho (11 no total) com origem nos concelhos de Santa Maria da Feira e Oliveira de Azeméis. As linhas de fecho têm, geralmente, orientação para poente e sul. Excetuam-se duas linhas de fecho orientadas NW-SE. Seis das linhas de água desagüam na Ria de Aveiro, nomeadamente, a Ribeira do Seixo e o Esteiro da Vagem. Três das linhas de água têm a foz na praia, nomeadamente na região de Furadouro.

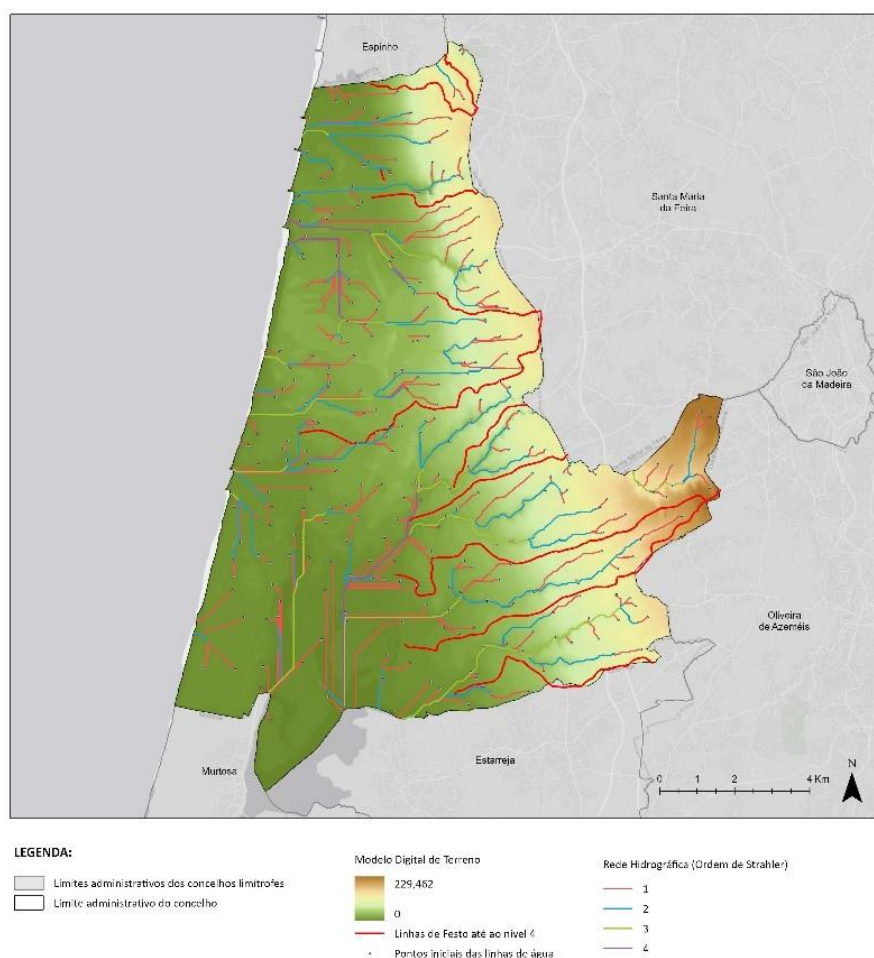


Figura 26 Dados de entrada para a realização do modelo das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método B para o Concelho de Ovar

Há uma linha de fecho que divide as águas que irão drenar para Sul, neste caso para a Ria de Aveiro, e das bacias localizadas mais a Norte. No que toca às linhas de água, estas encaminham-se, a sul do fecho referido acima, para a Ria de Aveiro e a Norte para o Oceano Atlântico.

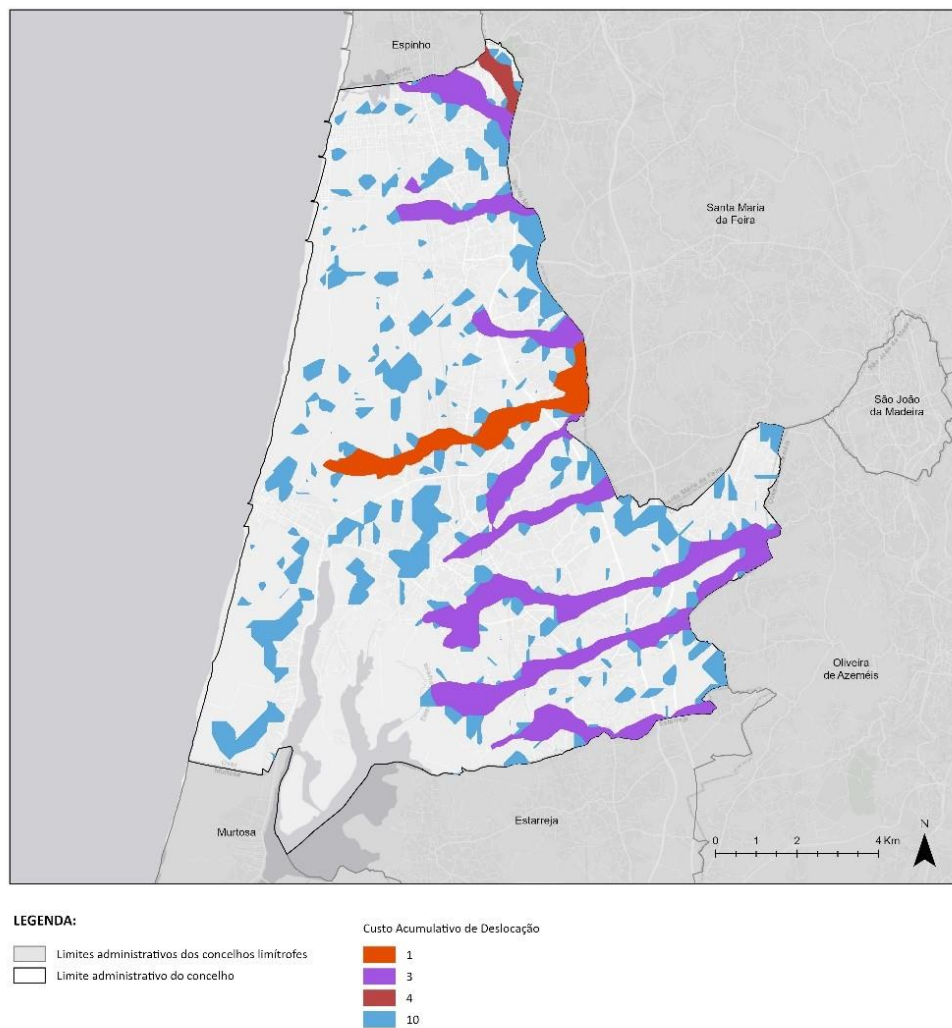


Figura 27 Custo acumulado de deslocação no Concelho de Ovar

A partir do processo descrito acima, foi aplicada a ferramenta “*Cost Allocation*” do *ArcGis Pro* da ESRI (custo acumulado de deslocação), considerando como *raster* de “custo” de entrada o Modelo Digital do Terreno (MDT), elaborado com recurso à altimetria do concelho. Analisando o resultado obtido, conclui-se que há cabeceiras delimitadas de nível 1, 3 e 4 no concelho de Ovar. Sendo que a cabeceira de nível 1 é a gerada a partir do festo referido anteriormente na análise deste método. É possível analisar também que as cabeceiras são marcadas todas com sentido Este-Oeste, delimitadas até às zonas em que o terreno de Ovar se torna completamente plano, como já seria de esperar.

Após efetuados os ajustes pelo limite do concelho, a delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas para o concelho de Ovar representa-se pela Figura 28.

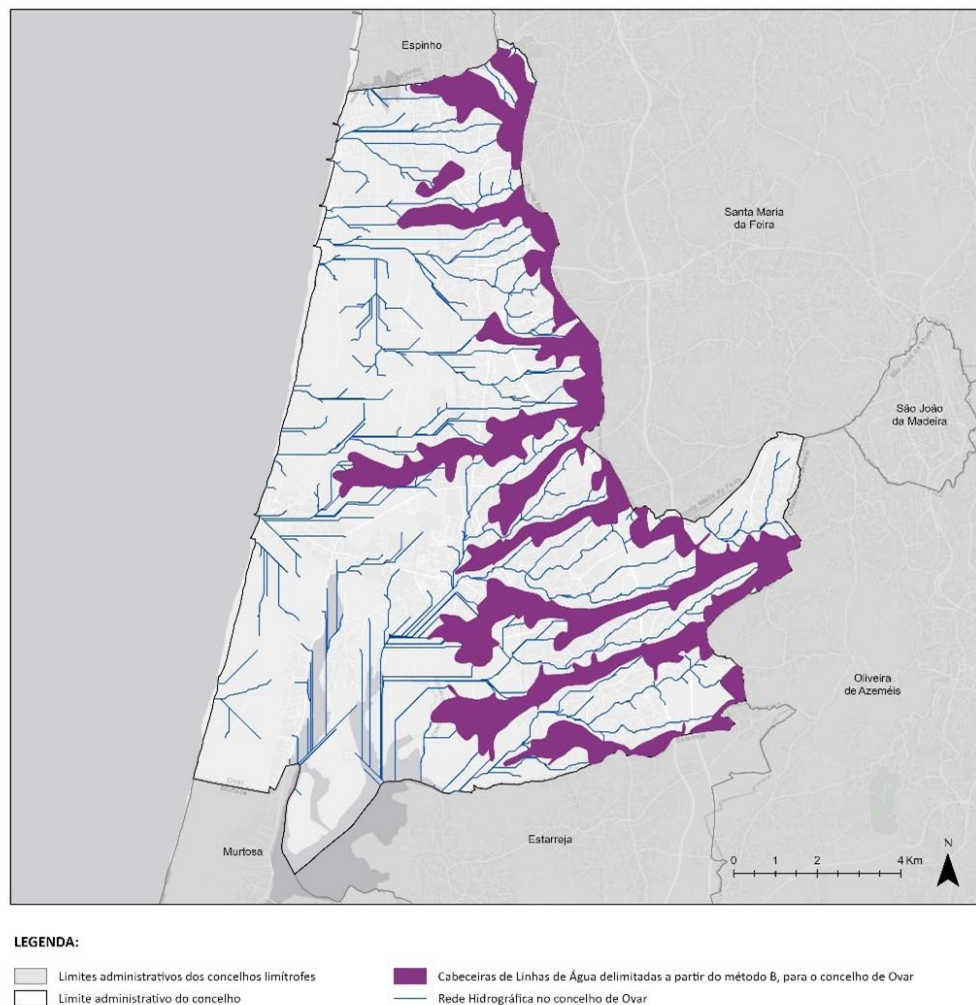


Figura 28 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método B para o Concelho de Ovar

Neste caso foi optado por se manter todas as cabeceiras obtidas pela aplicação do “*Cost Allocation*” pela interpretação obtida através da análise biofísica feita ao município, que demonstra nas zonas mais próximas aos seus limites um maior relevo quando comparado com o resto do concelho. Assim sendo, está delimitado ao longo de praticamente toda a extensão da confrontação com os concelhos vizinhos Cabeceiras de Bacias Hidrográficas.

- Anadia:

Para o caso de Anadia, apenas se identificam 15 linhas de nível 3 e 1 linha de nível 2, as quais fazem as de nível 3 divisão das bacias hidrográficas dos rios Boco (poente), Levira (poente), Ribeira de São Lourenço e Rio da Ponte (sul), Rio Cértima (centro), Rio da Serra da Cabria (Norte). A linha de fecho de nível 1 delimita as bacias da Ribeiras da Belazaima e Ribeira de Mortágua (sul).

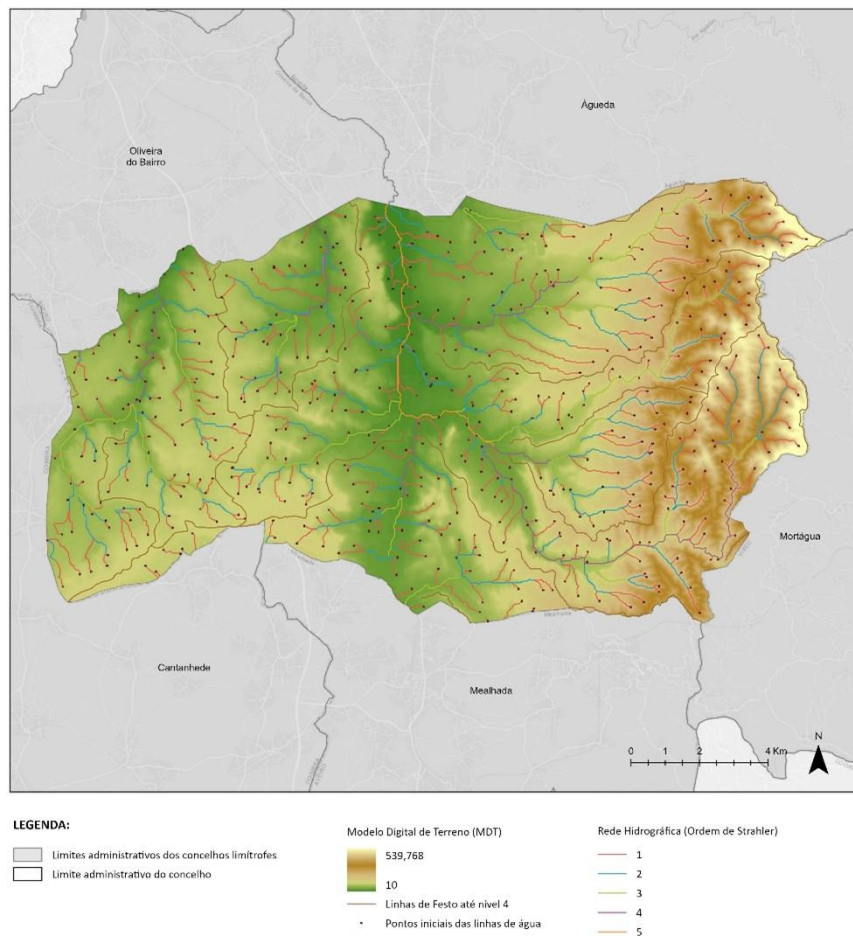


Figura 29 Dados de entrada para a realização do modelo das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método B para o Concelho de Anadia

Analisando a Figura 29, consegue-se entender que o limite Este do concelho de Anadia é delimitado por um fecho com bastante expressão e importância, sendo que este tem classificação de nível 1, fazendo a delimitação de 2 bacias hidrográficas, como referido acima no texto. Partindo desta mesma linha, nascem fechos que se revelam também importantes no contexto municipal.

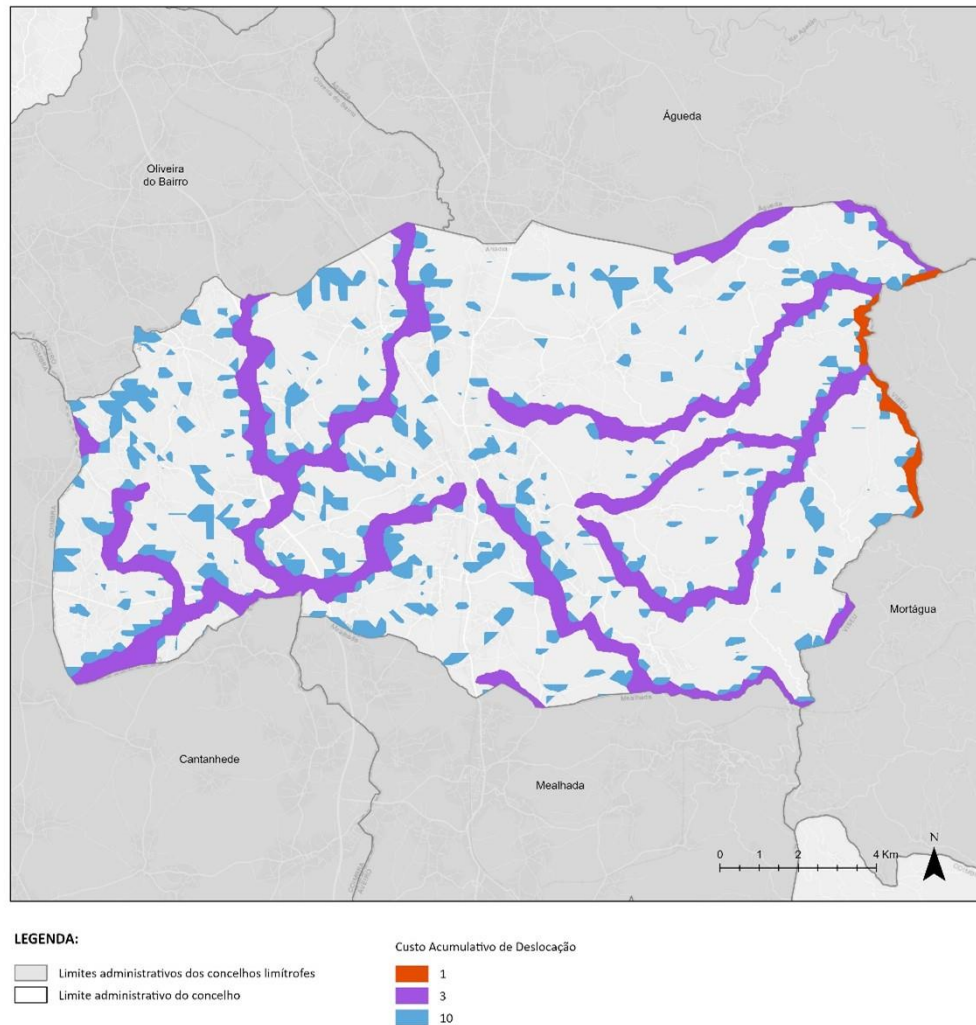


Figura 30 Custo acumulado de deslocação no concelho de Anadia

A partir do processo descrito acima, foi aplicada a ferramenta “*Cost Allocation*” do *ArcGis Pro* da ESRI (custo acumulado de deslocação), considerando como *raster* de “custo” de entrada o Modelo Digital do Terreno (MDT), elaborado com recurso à altimetria do concelho.

Analisando este modelo conclui-se que de acordo com a formação das cabeceiras geradas por este modelo, estas orientam-se de Este para Oeste e também no sentido contrário, tendo uma cabeceira delimitada numa área mais a Oeste que atravessa o concelho de Norte a Sul, fechando uma bacia no centro do concelho, que neste caso corresponde à bacia hidrográfica do Rio Cértima.

Está representado na Figura 31 o resultado da delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas utilizando o método B para o concelho de Anadia.

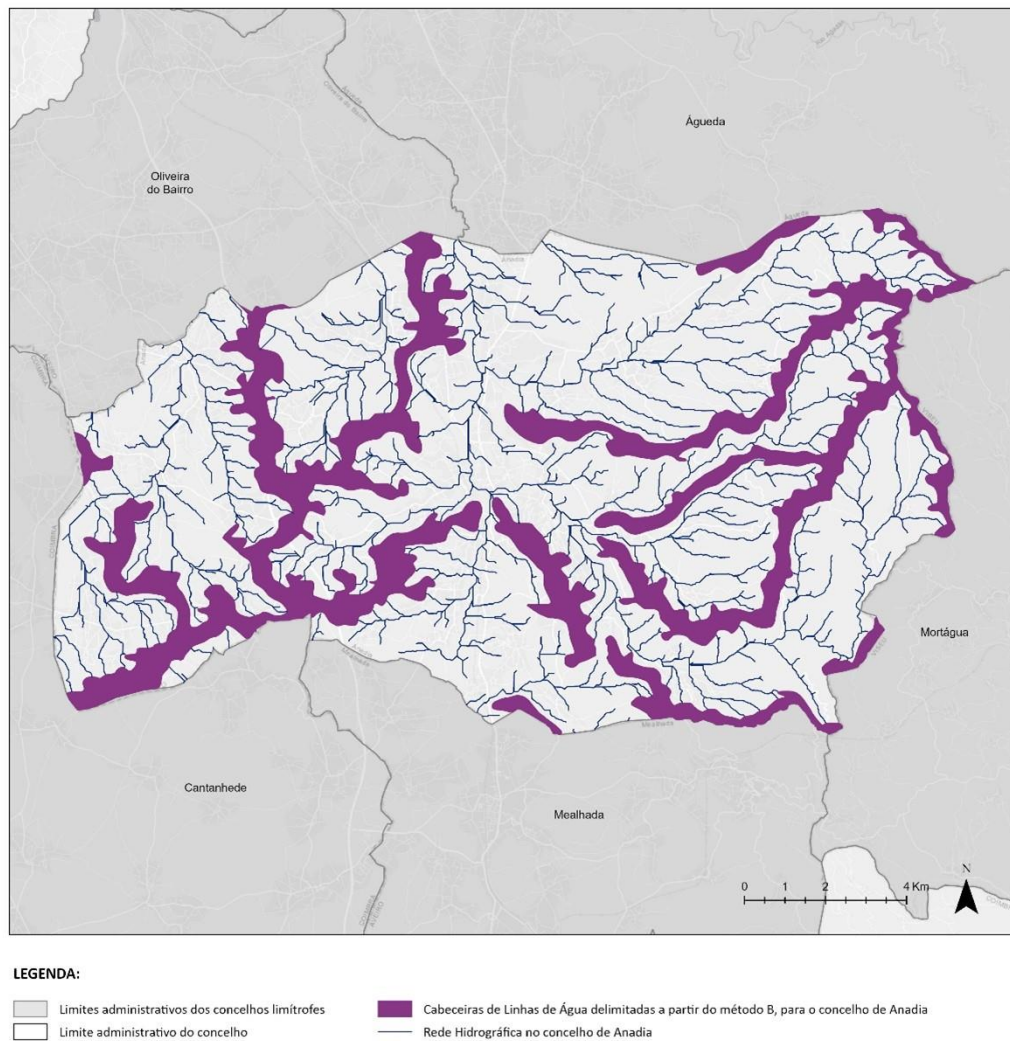


Figura 31 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método B para o Concelho de Anadia

3.4. Comparação dos resultados obtidos, para cada um dos concelhos, pelos dois métodos (A e B)

Na Tabela 1 apresentam-se os valores e respetiva comparação das áreas de Cabeceiras das Bacias Hidrográficas

Tabela 1 Comparação da área delimitada por cada um dos métodos

	Método A	Método B
Bragança	31 652,4 ha	13 834,69 ha
Ovar	3 652,29 ha	2 454,24 ha
Anadia	5 663,95 ha	4 470,79 ha

- Bragança:

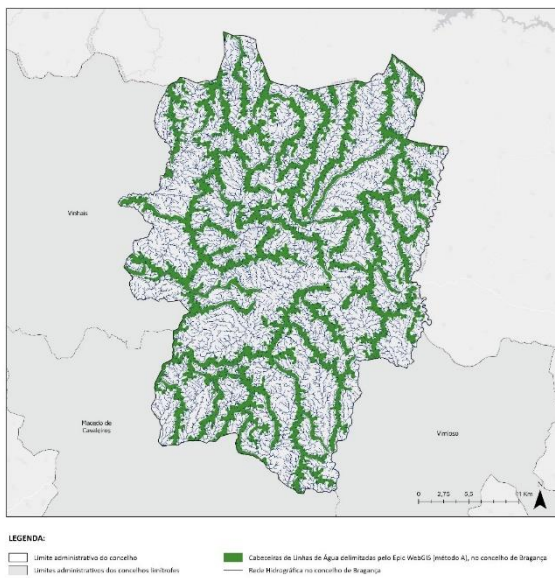


Figura 32 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A disponibilizado no EPIC WebGIS para o Concelho de Bragança (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>)

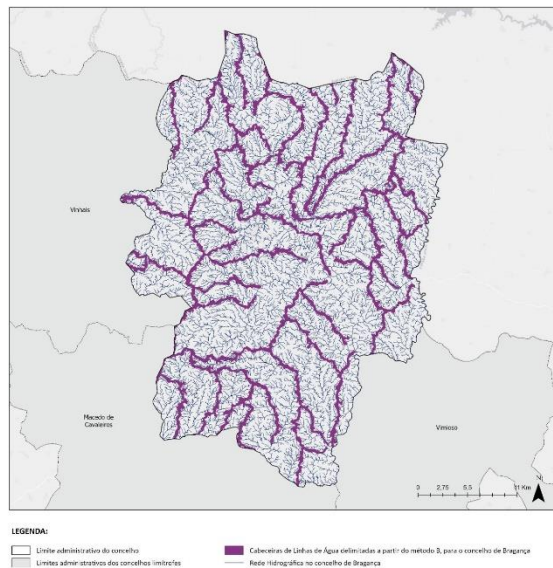


Figura 33 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método B para o Concelho de Bragança

Comparando estes dois modelos, a primeira coisa que salta à vista é o facto da sua delimitação ser muito próxima uma da outra, sendo que no modelo em que foi aplicado o “Método B”, as cabeceiras resultam em faixas mais estreitas do que no “Método A”, o que pode ser justificado pelo rigor da cartografia utilizada para cada um dos métodos, sendo que, na elaboração do método B a cartografia apresenta maior detalhe (escala 1:10.000). Pode ainda o facto de não ter sido realizado o processo de aferição à realidade do concelho ter influência na diferença dos resultados obtidos, como pode ser aferido nos exemplos abaixo demonstrados. Ainda assim, foram encontrados bastantes exemplos de cabeceiras delimitadas no modelo do EPIC como de 3ª ordem que no modelo gerado com base no método B estão classificadas como de 4ª ordem, sendo que se for conferir às linhas de fecho desenvolvidas pelo ISA, e disponibilizadas no EPIC WebGIS estas estão também classificadas como de nível 4, o que se mostra incoerente com o estudo que é usado como base para ambos os casos que deram estes modelos, o que faz levantar a questão de se este modelo do Epic tem rigor suficiente para que possa ser utilizado como base de trabalho para a delimitação destas áreas de Cabeceiras das Bacias Hidrográficas a nível municipal (e, no caso específico, no âmbito da delimitação da REN). Ao analisar a sobreposição de ambos os modelos com a rede hidrográfica do concelho, é possível apurar que o elaborado a partir do método A cobre parte das linhas de água de nível 1 da classificação de Strahler, o que no âmbito de um processo de delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas na REN, segundo as OENR, *“(...)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 identificação dos fechos a considerar para a delimitação das cabeceiras no âmbito municipal deve ser efetuada ao nível regional, tendo em conta as bacias hidrográficas dos cursos de água principais da região.”* (Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro).

Esta recomendação tem a ver com o facto de garantir a continuidade entre os diferentes sistemas/tipologias REN, havendo orientações para que não se sobreponha as cabeceiras com as áreas delimitadas como CALM. Desse modo, verifica-se que o exercício de delimitação das cabeceiras, para efeitos de delimitação da REN, não se poderá esgotar nestes passos metodológicos, sendo necessária uma aferição adicional, para que se corrijam estas sobreposições. Neste caso, pode ser concluído que tanto em termos de delimitação de acordo com as orientações fornecidas como pela definição do que são Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, o modelo gerado da aplicação do método B encontra-se melhor enquadrado do que quando observado o modelo do método A. Contudo, importa constatar que haverá sempre um risco de se realizar este exercício de

delimitação das cabeceiras apenas a nível municipal quando as orientações concluem que deve ser realizado a um nível regional.

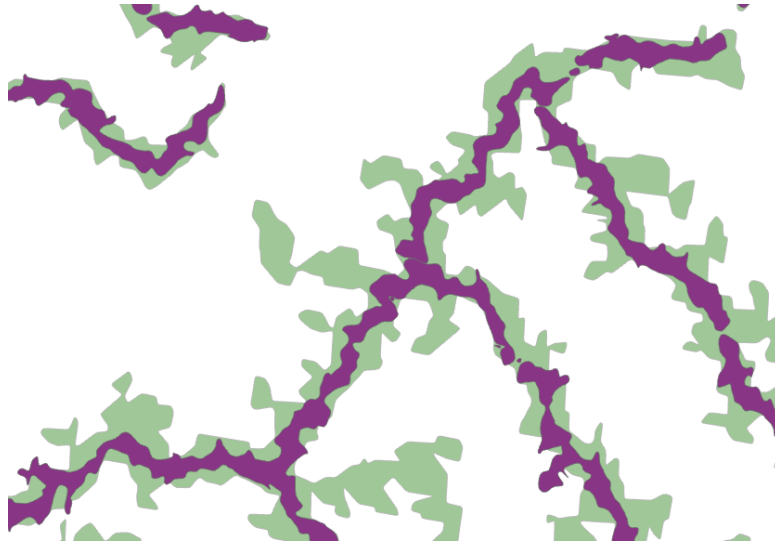


Figura 34 Sobreposição entre os resultados de delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (verde) disponibilizado no Epic WebGIS (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>) e segundo o método B (roxo)

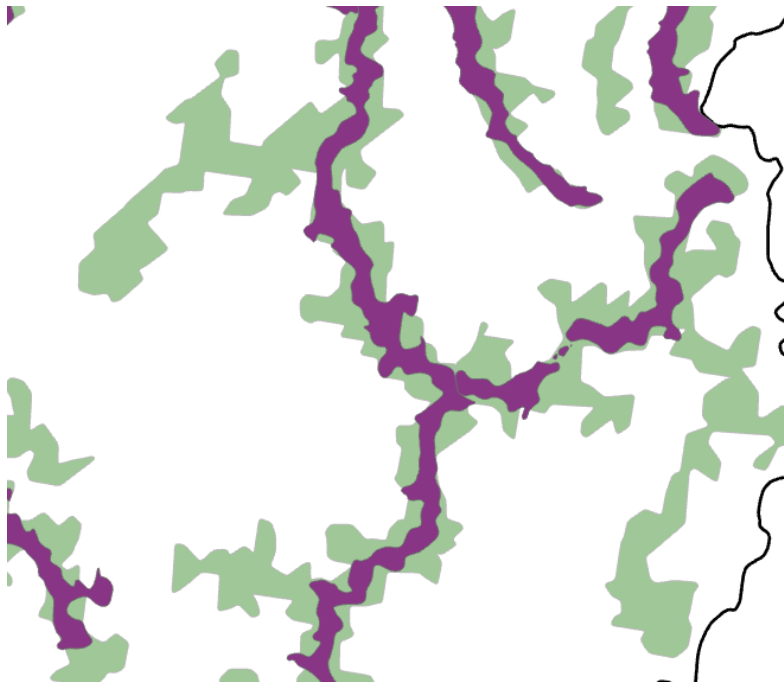


Figura 35 Sobreposição entre os resultados de delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (verde) disponibilizado no Epic WebGIS (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>) e segundo o método B (roxo)

- Ovar:



Figura 36 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A disponibilizado no EPIC WebGIS para o Concelho de Bragança (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>)

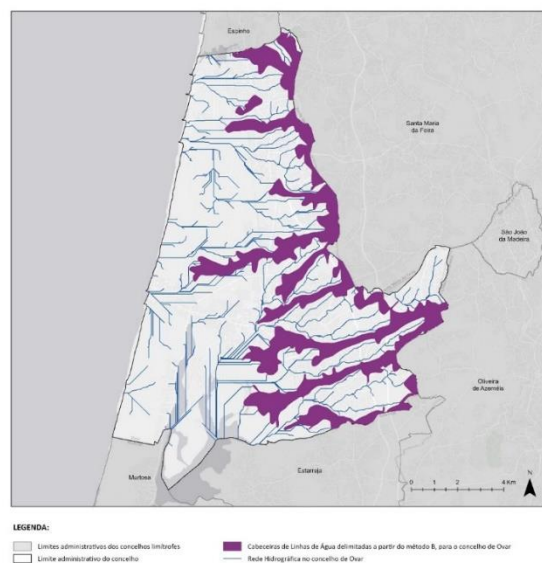


Figura 37 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método B para o Concelho de Ovar

Quando comparado o modelo do método A com o modelo obtido pela aplicação do método B, é possível à primeira vista detetar diferenças na delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, em que à partida o método B apresenta-se mais adequado à realidade do concelho, embora que ainda assim, tendo em conta o carácter do município, este pode ser considerado uma delimitação exagerada.

Mas fazendo a comparação de um modelo com o outro de forma direta, é possível apurar que o facto da escala da cartografia base utilizada na delimitação dos dois modelos ser diferente, influencia os resultados obtidos, como seria de esperar. Acabando por se confirmar que se tem muito menos detalhe quando se olha para o modelo da aplicação do método A, por este ter sido realizado com uma escala menor e um MDT de pixel muito maior. Enquanto que com a cartografia base a uma escala mais detalhada, tendo sido a mesma aferida e trabalhada com um maior detalhe, naturalmente são obtidos melhores resultados, como seria expectável.

Como foi dito, a própria cartografia base sendo disponibilizada a uma escala 1:10 000, faz com que os resultados sejam também mais fidedignos. Veja-se, por exemplo, no método A, o facto de serem delimitadas Cabeceiras das Bacias Hidrográficas junto ao Oceano Atlântico – uma abstração do modelo informático utilizado, que não considera as características do terreno, nomeadamente o facto de se tratar de zonas de baixa altitude e baixo declive e, ao mesmo tempo, associadas a um tipo de substrato geológico que promove uma infiltração quase direta de todas as águas. Enquanto na aplicação do método B esta delimitação não acontece muito por causa dos pontos iniciais das linhas de água utilizados na geração do modelo pela ferramenta “*Cost Allocation*”.

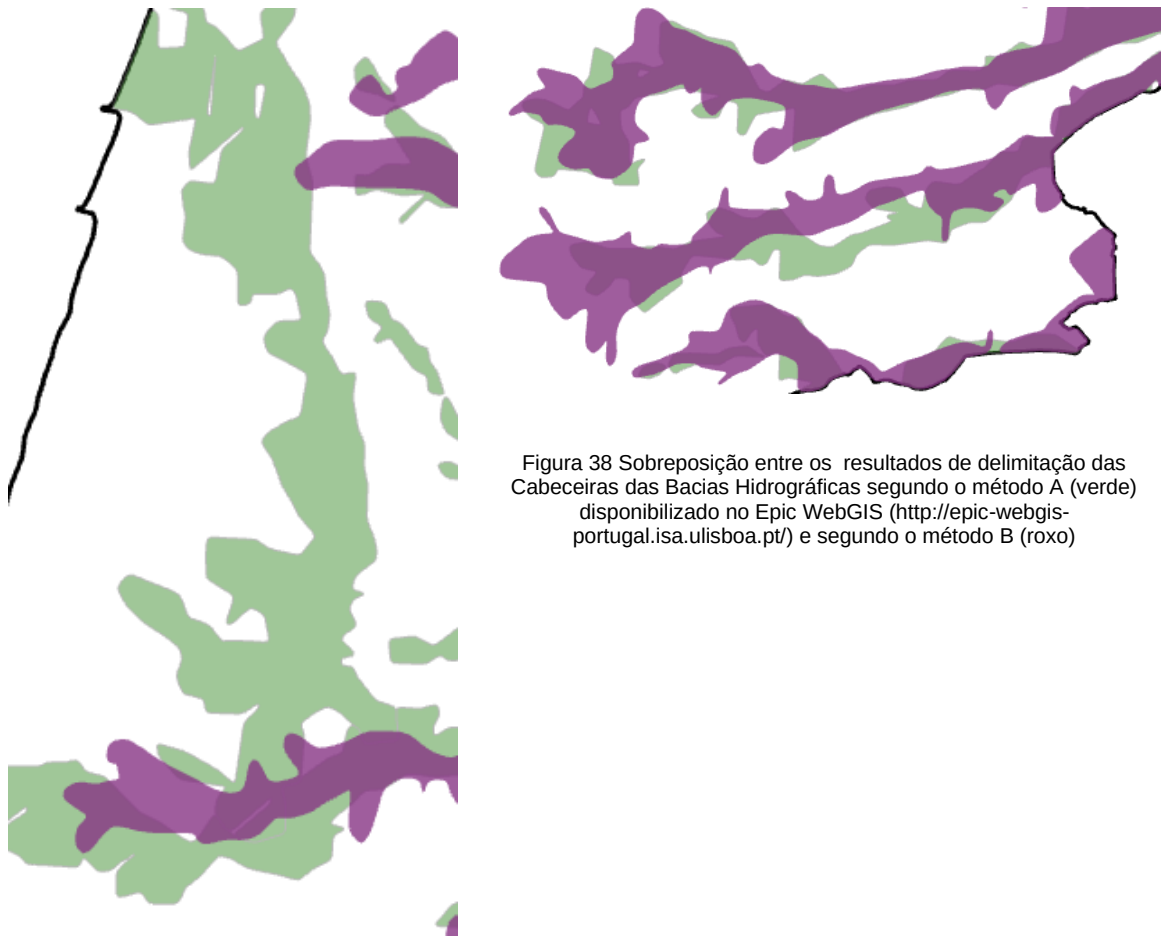


Figura 38 Sobreposição entre os resultados de delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (verde) disponibilizado no Epic WebGIS (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>) e segundo o método B (roxo)

Figura 39 Sobreposição entre os resultados de delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A (verde) disponibilizado no Epic WebGIS (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>) e segundo o método B (roxo)

- Anadia:

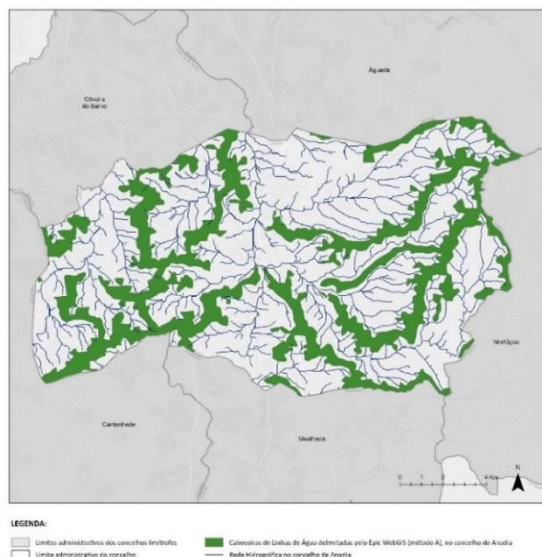


Figura 40 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método A disponibilizado no EPIC WebGIS para o Concelho de Ovar (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>)

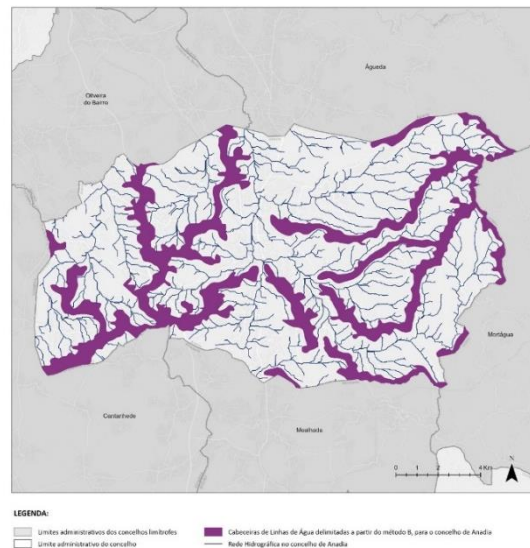


Figura 41 Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas segundo o método B para o Concelho de Anadia

Em relação ao concelho de Anadia, os modelos obtidos por ambos os métodos são bastante semelhantes. O contrário do que é observado no exemplo de Ovar. As maiores diferenças que se notam à primeira vista tratam-se de algumas áreas que foram alvo de aferição por parte técnica por serem zonas consideradas que não devem ser integradas como Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, pelo facto destes espaços não apresentarem as condições necessárias para inclusão descritas mais acima neste relatório.

Se for analisada a zona mais declivosa do município, que é a zona mais a Este, é possível reparar que este tem presente uma cabeceira no seu limite administrativo, sendo esta uma das situações em que é de extrema importância que as metodologias entre os concelhos sejam semelhantes, de forma a que seja garantida a continuidade e a coerência da delimitação da REN num todo.

Na restante área do concelho, consegue-se concluir que Anadia tem zonas de cabeceiras bastante expressivas por todo o seu território, o que vem confirmar o que já tinha sido levantado, tal como já se esperava aquando da análise biofísica do município, tendo em conta a sua topografia e linhas de água que este atravessam. É então concluído que para o caso de Anadia a delimitação feita pelos dois modelos acaba por não diferir assim tanto uma da outra, havendo apenas algumas pequenas

diferenças que podem ser justificadas pela diferença de rigor na cartografia base utilizada em cada um dos casos ou, ainda, tendo em conta a não aferição do modelo obtido pela aplicação do método A.

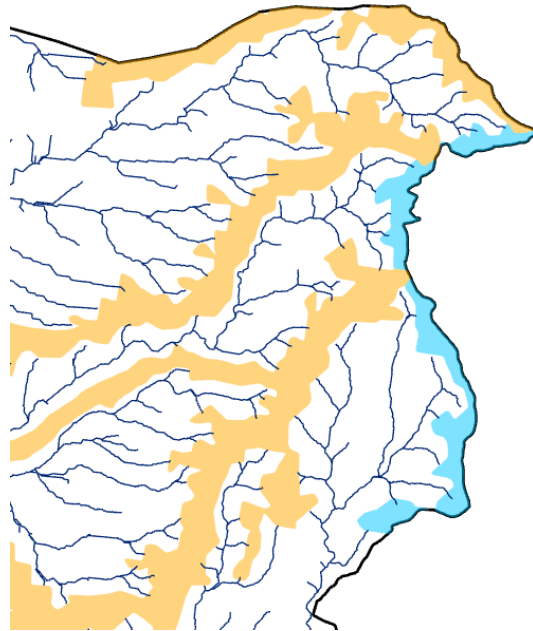


Figura 42 Cabeceira de linha de água de nível 1 (azul) e de nível 3 (laranja)

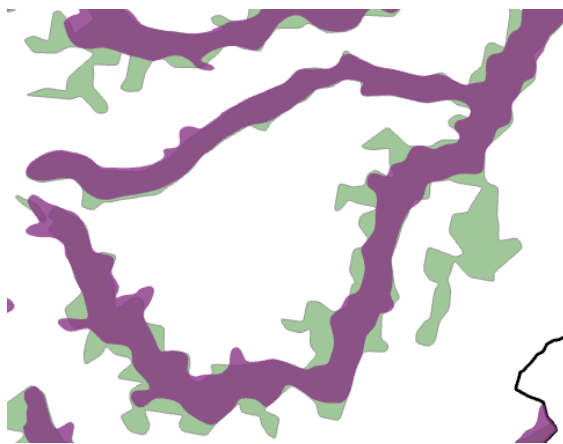


Figura 43 Sobreposição do método A (verde) disponibilizado no Epic WebGIS (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>) e método B (roxo)

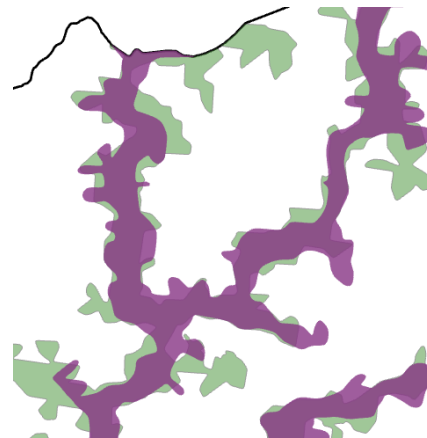


Figura 44 Sobreposição do método A (verde) disponibilizado no Epic WebGIS (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>) e método B (roxo)

3.5. Comparação dos resultados obtidos entre os diferentes concelhos

Neste capítulo efetua-se a comparação dos resultados obtidos para delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas para os diferentes concelhos estudados, que apresentam características biofísicas bastante distintas entre eles. Sendo que um dos principais pontos de discussão passa pelas cabeceiras serem classificadas por níveis com base na classificação das linhas de fecho e não pelas suas características e funções biológicas dos ciclos naturais existentes. O que faz com que ao usar-se esta classificação se perca todo o peso que as características que as cabeceiras têm.

Comparando as Cabeceiras delimitadas para Ovar e a delimitação para Bragança consegue-se encontrar obviamente muitas diferenças, desde o número de cabeceiras que se encontram proporcionais para cada um dos municípios, mas se for considerada a classificação dada para cada uma delas, está presente uma cabeceira de nível 1 em Ovar, enquanto que em Bragança são observadas duas cabeceiras de nível 2 que delimitam a bacia hidrográfica do Rio Sabor, que é um curso com bastante importância e influência a nível regional. Se for realizada uma análise às características biofísicas destas três cabeceiras, é possível apurar que a cabeceira de nível 1 em Ovar, embora esteja associada a uma linha de fecho (também de nível 1) que é estruturante para as bacias hidrográficas a nível nacional, não apresenta características próprias de uma Cabeceira de Bacia Hidrográfica quando entra no município de Ovar, nem em termos físicos nem em termos de criação de possíveis linhas de água. No que se for tido em conta o relevo do concelho isto nunca seria possível, como se pode ver na imagem seguinte da localização da cabeceira.

Enquanto as cabeceiras delimitadas como nível 2 para o concelho de Bragança, que seguindo a classificação adotada a nível nacional, têm menos importância e menos capacidade de desempenhar as funções espectáveis por uma Cabeceira de Bacias Hidrográficas, apresenta características físicas mais evidentes de ser uma cabeceira, como se pode observar na imagem abaixo.

Com isto é possível questionar se, para uma delimitação que se pretende de âmbito/importância regional, fará sentido classificar as Cabeceiras das Bacias Hidrográficas a partir da classificação das linhas de fecho (que nem sempre se traduz numa importância, de facto, em termos paisagísticos). Ainda é possível mostrar

exemplos de cabeceiras de nível 3 em Bragança que são mais expressivas do que as que acontecem em Ovar, como se pode ver nos exemplos abaixo.



Figura 45 Imagem da Cabeceira de nível 1 presente no município de Ovar

Na Figura 45 é exposto o exemplo da Cabeceira de Bacia Hidrográfica presente no concelho de Ovar. Como se pode observar, esta demonstra-se impercetível, sendo que não é possível identificar nesta imagem onde esta cabeceira passa. Acrescentando ainda o tipo de solo que Ovar tem, que se apresenta maioritariamente arenoso, ou seja, não tendo esta cabeceira classificada como de nível 1 relevo expressivo, uma geologia adequada para o escoamento de águas pluviais, dificilmente pela caracterização física e biológica se classificaria esta área como uma Cabeceira de Bacia Hidrográfica, muito menos de nível 1.



Figura 46 Imagem de Cabeceira de nível 2 presente no município de Bragança

Na Figura 46 é observada uma Cabeceira de Bacia Hidrográfica de nível 2 no concelho de Bragança. Ao observar a imagem é possível identificar facilmente a cabeceira, apresentando um relevo considerável e, tendo em conta a caracterização realizada anteriormente ao concelho, é sabido que a geologia é propícia à escorrência das águas pluviais. Ao que é possível concluir que esta é de facto uma Cabeceira de Bacia Hidrográfica que apresenta uma maior expressão e melhores características para desempenhar estas funções do que a observada no concelho de Ovar.



Figura 47 Imagem de cabeceira de nível 3 presente no município de Bragança

Na imagem 47 observa-se uma Cabeceira de Bacia Hidrográfica classificada como de nível 3 no concelho de Bragança, à qual se considera que apresenta exatamente o mesmo descrito para o exemplo anterior. Com isto pode ser concluído que as cabeceiras identificadas em Bragança com um nível inferior à classificada no concelho de Ovar, apresentam características mais intrínsecas do que é uma Cabeceira das Bacias Hidrográficas, desempenhando melhor as funções características destas.

Se por outro lado for realizada a comparação de Bragança com Anadia é possível encontrar maior concordância do que quando observado em Ovar. Ainda que também apresente uma cabeceira classificada de nível 1 (como observado em Ovar), esta quando observada apresenta características bastante distintas da cabeceira de nível 1 em Ovar. Esta insere-se na zona mais acidentada do território anadiense, pelo que configura as características físicas e biológicas de uma Cabeceira de Bacias Hidrográficas, sendo que para este caso a classificação utilizada fica adequada.

Neste caso as diferenças entre Bragança e Anadia não são tão evidentes como quando comparado com Anadia com Ovar, pois nesta segunda comparação é possível encontrar mais diferenças do que na primeira comparação, o que se leva a questionar

se de facto este método B se adequa à delimitação destas áreas para todo o território nacional.

4. Discussão e Reflexão Crítica sobre as Cabeceiras das Bacias Hidrográficas

Tendo em conta o disposto ao longo do presente relatório e, em específico, no capítulo 3, os métodos aplicados nos casos de estudo têm por base as linhas de fecho disponibilizadas no EPIC WebGIS, hierarquizadas por grau de importância das bacias hidrográficas, “(...) *As linhas de fecho foram hierarquizadas (do 1º nível ao 4º nível, por ordem decrescente de importância) de acordo com o seu comprimento e a área das respetivas bacias hidrográficas.*” (EPIC WebGIS). As Cabeceiras das Bacias Hidrográficas são classificadas segundo esta classificação das linhas de fecho, o que pode nem sempre ser adequado pois esta não tem em conta os fatores biofísicos que as cabeceiras acarretam. Neste sentido, “*Como define MAGALHÃES et al. (2007), as Cabeceiras de linhas de água, em conjunto com os Cabeços, as Vertentes e as ‘encostas do monte’, são parte integrante do Sistema seco – que identifica todas as áreas topográficas de cota mais elevada e forma convexa, com inclinação propícia ao escoamento da água e do ar frio.*” (Azevedo, Ana, 2014). A classificação e hierarquização das cabeceiras deveria ter em conta outros fatores, tais como a sua morfologia, física e biológica, o relevo e ainda a geologia da área de estudo. Assim sendo, esta classificação deveria ter em conta que, numa cabeceira, quanto mais áreas de convexidade e concavidade existirem, mais importância em termos hidrológico e até paisagísticos estas podem ter. Analisando o método utilizado para a delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, não considera outros fatores biofísicos, para além das linhas de fecho e de água, podendo tornar-se numa leitura simplificada da geomorfologia da paisagem. Na formação do MDT talvez se devesse majorar a área da bacia a considerar para seleção das linhas de fecho, para que a rede hidrográfica obtida pudesse ter menor extensão e, assim como foi referido já mais acima neste capítulo, obter um mapeamento das cabeceiras mais abrangente.

Dando continuidade ao assunto referido anteriormente, ressalva-se o facto das linhas de fecho não poderem cruzar a rede hidrográfica. Mas tendo em conta que existem zonas de concavidade e de convexidade nas áreas onde se iniciam as linhas de água, se for tida em conta uma rede hidrográfica menos extensa, já é possível incluir essas áreas em Cabeceiras de Bacias Hidrográficas. O fator de acumulação a ter em conta pela metodologia utilizada tem o valor de $0,1 \text{ Km}^2$, o que pode ser considerado excessivo tendo em conta a extensão e acumulação dos sistemas hídricos. Sendo que com o uso desse fator de acumulação, o que acaba por acontecer é a exclusão de concavidades

com funções ecológicas relevantes. O que é evitado se for utilizado um fator de acumulação mais alto, levando os pontos iniciais das linhas de água para outras zonas, aumentando assim a delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, incluindo todas as áreas concavas e convexas de elevada importância.

O uso da ferramenta “*Cost Allocation*” permite marcar os limites das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, a partir dos pontos iniciais da rede hidrográfica, cuja extensão pode ser excessiva, uma vez que representa todos os talwegues/linhas de escorrência do território. Outra possível solução para a adequação de modelo pode passar por ser utilizada a rede hidrográfica fundamental do concelho, como por exemplo os cursos de água classificados como REN, de forma a que o modelo abrangesse uma maior área de cabeceira. Isto porque a definição de Cabeceira da Bacia Hidrográfica afirma que as cabeceiras não poderão incluir a rede hidrográfica principal, ora, os pontos iniciais das linhas de água gerados a partir do MDT, não fazem parte da rede hidrográfica principal. Assim pode-se não estar a incluir áreas que podem ter todas as características para poderem ser incluídas em área de Cabeceiras das Bacias Hidrográficas e não estão a sê-lo por causa da informação base utilizada na ferramenta “*Cost Allocation*” do software *ArcGis Pro* da Esri. Como forma de obter melhor mapeamento das cabeceiras a partir da utilização desta ferramenta SIG, poder-se-ia utilizar apenas os cursos de água classificados como REN na geração do MDT, assim obter-se-ia menos pontos de início de linhas de água e conseqüentemente uma maior área de Cabeceiras das Bacias Hidrográficas.

Da análise dos métodos, as características biofísicas são das principais características de uma Cabeceira das Bacias Hidrográficas e, a classificação destas deveria ser feita a partir de um cálculo que desse um valor relativo entre estas características (geologia, capacidade de escorrência, relevo e extensão) e aí sim realizar a sua classificação de quais serão as mais relevantes para a manutenção do ciclo hidrológico terrestre que é para o qual este contribui mais.

Ainda se deve ter em conta o fator uso do solo, pois nestas áreas as funções desempenhadas pelas características de uma Cabeceira de Bacias Hidrográficas diminuem. Com isto levanta-se a questão de que se deveria ter em conta estas áreas para a não delimitação das cabeceiras onde se identifique um uso do solo que possa comprometer as funções desempenhadas pelas Cabeceiras das Bacias Hidrográficas. Sendo este tema apenas abordado em fase de exclusões da REN.

É de referir que foram detetadas algumas incongruências com os estudos de caracterização realizados anteriormente em relação aos modelos explorados ao longo

do relatório, sendo que se consegue encontrar áreas urbanas consolidadas dentro de Cabeceiras das Bacias Hidrográficas delimitadas. Embora tendo em conta uma análise teórica das OENR em vigor isto até pode fazer sentido. Na prática as cabeceiras são zonas pertencentes às Áreas Estratégicas de Infiltração e de Proteção e Recarga de Aquíferos, logo são zonas de infiltração, algo que não ocorre com a mesma afluência em zonas urbanizadas como em zonas naturais com maior relevo junto a nascentes de linhas de água, sendo essa a fundamentação que suporta a caracterização das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas. Assumindo que as áreas de Cabeceiras das Bacias Hidrográficas não são as zonas com melhores características para a infiltração de águas, se estas estiverem urbanizadas este processo complica-se ainda mais. Embora o crescimento urbano possa ter acontecido de forma errada para uma zona que é de facto uma cabeceira, será que para a classificação deste sistema faz sentido incluir estas áreas urbanizadas? Mesmo que estes sejam de facto uma Cabeceira das Bacias Hidrográficas?

Com isto, é possível concluir que ainda há bastantes incertezas em relação ao tema das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, não havendo um método perfeitamente ajustado para a delimitação destas áreas. Seria de grande importância clarificar-se um método aplicável a diferentes concelhos, para que seja garantida a continuidade. Este método deverá ter em conta as características biofísicas dos concelhos, mas também a referida importância regional que estas áreas apresentam. Com isto, é ainda de acrescentar que as OENR indicadas para as Cabeceiras das Bacias Hidrográficas acabam por ser um pouco genéricas, pois na altura em que estas foram redigidas existiam bastantes dúvidas tanto em relação ao conceito como em relação à sua delimitação, algumas que continuam a prevalecer até ao presente. Identificando ainda que é positivo a inclusão nas Cabeceiras das Bacias Hidrográficas não só as linhas de fado e as áreas convexas, mas também as áreas concavas, que correspondem aos cabeços.

Conclusão

Este relatório de estágio tem como objetivo o estudo das metodologias utilizadas para a delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, incluída na tipologia da REN das Áreas Estratégicas de Infiltração e de Proteção e Recarga de Aquíferos, discutindo vários assuntos, tais como as formas que existem de delimitar estas áreas e os seus problemas, tentando dar resposta a esses mesmos problemas tendo em conta a visão de um Arquiteto Paisagista, ou seja o carácter biofísico e antrópico, de cada área de estudo.

A tentativa de obter um modelo que pudesse realizar a delimitação destas áreas é suportada, mas são apontadas algumas alterações que poderiam ajudar a que esta delimitação fizesse mais sentido, tendo em conta a regionalidade que se pede necessária na realização deste exercício.

Ao longo deste estudo, de facto nota-se a importância que esta delimitação tem para o panorama geral da Reserva Ecológica Nacional, sendo que ainda assim há que ter em atenção algumas alterações para que essa importância seja potenciada e elevada a um maior nível.

Também é abordado e desenvolvido o tema teórico da REN, passando por toda a informação desde a sua criação até ao presente, assinalando todas as suas alterações ao longo do tempo.

Ainda é remetido para anexo outras tipologias delimitadas durante o tempo em que durou o estágio curricular, sendo elas as Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo (AEREHS) e os Cursos de Água e respetivos Leitos e Margens (CALM).

Sendo a REN uma peça fundamental no ordenamento do território do país, espera-se que ao longo dos anos esta ganhe ainda mais importância e valor no que toca ao assunto de proteção dos recursos essenciais à vida do ser humano.

Referências Bibliográficas

Cambotas, Carlos (2014). *Estudo das potencialidades SIG da Mapoteca da CCDRN: a integração da REN*. Repositório da Universidade do Porto.

Mendes, Leonor (2012). *De que se fala quando se fala de RAN e REN?* Repositório da Universidade do Porto.

Albergaria, Cláudia (2006). *Um olhar crítico sobre o conceito e a prática da Reserva Ecológica Nacional*. Repositório da Universidade do Porto.

Azevedo, Ana. (2014). *Cabeceiras de linhas de água na REN Das políticas à aplicabilidade das Orientações para a sua delimitação (estudo das situações de Évora e Vila Nova de Paiva)*

Pena et al. (2017). *Mapping headwater systems using HS-GIS model. An application to landscape structure and land use planning in Portugal*

Pardal, Sidónio. (2004). *Estudo sobre o novo diploma para a RAN, REN e disciplina da construção fora dos perímetros urbanos*.

Gomes, Sílvia. (2010). *Delimitação Operativa da REN*

Nero, Inês. (2014). *A Reserva Ecológica Nacional e a sua importância para o ordenamento do território*. Repositório da Universidade Nova

Território XXI. (2024). *Delimitação da Reserva Ecológica Nacional (REN) do Concelho de Anadia*

Território XXI. (2024). *Delimitação da Reserva Ecológica Nacional (REN) do Concelho de Ovar*.

Território XXI. (2024). *Delimitação da Reserva Ecológica Nacional (REN) do Concelho de Oliveira do Bairro*

Território XXI, (2021). *Delimitação da Reserva Ecológica Nacional (REN) do Concelho de Bragança*

Magalhães, Manuela. (2001). *A Arquitetura Paisagista Morfologia e Complexidade*

Comissão Nacional do Território (2005). *Avaliação da REN e contributos para a sua Revisão*

Município de Anadia. (2015). *Estudos de Caracterização da 1.ª Revisão do Plano Diretor Municipal de Anadia. Capítulo III – Caracterização Biofísica.*

Território XXI, 2021. *2.ª Revisão Do Plano Diretor Municipal De Bragança Fase 2 – Estudos De Caracterização e Diagnóstico | Volume I – Sistema Biofísico*

Município de Anadia. (2015). *Estudos de Caracterização da 1.ª Revisão do Plano Diretor Municipal de Anadia. Capítulo III – Caracterização Biofísica.*

Lugar do Plano, gestão do território e cultura. (2013). *Plano Diretor Municipal de Ovar – Relatório do Suporte Físico.*

Conselho Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável, (2004). *Reflexão sobre princípios e diretrizes de novos diplomas relativos à “Reserva Ecológica Nacional – REN”, à “Reserva Agrícola Nacional – RAN” e à “Disciplina de Construção Fora dos Perímetros Urbanos”.* Conselho Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável

Conselho Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável (2000). *Reflexão Legal da Reserva Ecológica Nacional.* Conselho Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável

Direção-Geral do Território (2022). *Carta Administrativa Oficial de Portugal na escala 1:25.000.* Lisboa: Instituto Geográfico Português.

Legislação:

- Reserva Ecológica Nacional:

Decreto-Lei n.º 321/83, de 5 de julho (revogado)

Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de março (revogado)

Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto (novo Regime Jurídico da REN)

Declaração de Retificação n.º 63-B/2008, de 21 de outubro (1.ª retificação)

Decreto-Lei n.º 239/2012, de 2 de novembro (1.ª alteração)

Decreto-Lei n.º 96/2013, de 19 de julho (Regime Jurídico aplicável às Ações de Arborização e Rearborização)

Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio (revisão do RJIGT)

Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto (2.ª alteração)

Decreto-Lei n.º 11/2023, de 10 de fevereiro (reforma e simplificação dos licenciamentos ambientais)

- Orientações Estratégicas Nacionais e Regionais:

Resolução do Conselho de Ministros n.º 81/2012, de 3 de outubro

Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro

Portaria n.º 264/2020, de 1 de novembro

- Usos e ações compatíveis com a REN:

Portaria n.º 419/2012, de 20 de dezembro

Portaria n.º 360/2015, de 15 de outubro

- Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial:

Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de setembro

Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio

Decreto-Lei n.º 81/2020, de 2 de outubro

Decreto-Lei n.º 25/2021, de 29 de março

Decreto-Lei n.º 45/2022, de 8 de agosto

- Domínio Hídrico:

Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro

Declaração de Retificação n.º 4/2006, de 16 de janeiro

Lei n.º 78/2013, de 21 de novembro

Lei n.º 34/2014, de 19 de junho

Lei n.º 31/2016, de 23 de agosto

- Lei da Água:

Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro

Retificação n.º 11-A/2006, de 23 de fevereiro

Decreto-Lei n.º 245/2009, de 22 de setembro

Decreto-Lei n.º 60/2012, de 14 de março

Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de junho

Lei n.º 42/2016, de 28 de dezembro

Lei n.º 44/2017, de 19 de junho

Decreto-Lei n.º 11/2023, de 10 de fevereiro

Lei n.º 82/2023, de 29 de dezembro

- Recursos Web:

Câmara Municipal de Ovar - <https://www.cm-ovar.pt/pt/Default.aspx>

Câmara Municipal de Anadia - <https://www.cm-anadia.pt/>

Câmara Municipal de Bragança - <https://www.cm-braganca.pt/pages/87>

Câmara Municipal de Oliveira do Bairro - <https://www.cm-olb.pt/>

Direção Geral do Território (DGT) - <https://www.dgterritorio.gov.pt/>

Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG) - <https://snig.dgterritorio.gov.pt/>

Sistema Nacional de Informação Territorial (SNIT) - <https://www.dgterritorio.gov.pt/snit>

ANEXOS

Anexo A

A_1.1. Áreas de elevado risco e erosão hídrica do solo (AEREHS)

As Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo (AEREHS) são áreas que, devido às suas características de solo e de declive, estão sujeitas à erosão excessiva de solo por ação do escoamento superficial. A delimitação desta tipologia tem como funções a conservação do recurso solo, a manutenção do equilíbrio de processos morfogenéticos e pedogenéticos, a regulação do ciclo hidrológico através da promoção da infiltração em detrimento do escoamento superficial e a redução da perda de solo, diminuindo a colmatção dos solos a jusante e o assoreamento.

Estas áreas são consideradas por serem áreas que já revelam alguns vestígios de erosão, onde se pode notar essas ocorrências por fotointerpretação ou com trabalho de campo, sendo que após a delimitação da tipologia utilizando a metodologia definida é sempre feito um processo de aferição manual, de acordo com a mesma fotointerpretação, ajustes a vertentes, entre outros que serão falados mais à frente.

A_1.1.1. Metodologia para delimitação da tipologia

As áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo (AEREHS) é uma tipologia integrante das áreas de prevenção de riscos naturais e tem como principal função delimitar as áreas do concelho com maior probabilidade de erodir tendo em conta vários tipos de fatores, tais como a sua formação geológica, os declives, entre outros. A delimitação desta tipologia tem como objetivos a conservação do recurso “solo”, a manutenção do equilíbrio dos processos morfogenéticos e pedogenéticos, a redução da perda do solo e o escoamento superficial, diminuindo a colmatção dos solos a jusante e assoreamento. Segundo o Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de Agosto, a delimitação das Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo deve considerar de forma ponderada, a bacia topográfica, e, quando aplicável, as práticas de conservação do solo em situações que se manifeste de facto durabilidade das mesmas. Sendo a delimitação desta tipologia realizada de acordo com as mais recentes Orientações Estratégicas de âmbito Nacional e Regional (OENR), com entrada em vigor a partir da Portaria n.º 336/2019 e da Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro, apoia-se na identificação da erosão potencial do solo, sendo utilizado a aplicação da Equação

Universal da Perda do Solo (EUPS), na sua versão adaptada a Portugal continental e à respetiva unidade de gestão da bacia hidrográfica.

Este modelo referido acima, é um modelo multiplicativo baseado no tratamento parcelar de cada um dos fatores do processo erosivo, nomeadamente:

- Fator R: erosividade do solo
- Fator K: erodibilidade do solo
- Fator L: comprimento das vertentes
- Fator S: inclinação das vertentes
- Fator P: prática agrícola

O primeiro passo a ser realizado é o cálculo do Fator LS, que se divide nos dois fatores que o integram: o Fator L, que trata o comprimento das vertentes e o Fator S que é referente à inclinação das vertentes. Este Fator LS é calculado com base nas indicações dadas pela Direção Geral do Território (DGT) no Guia de Apoio à delimitação da REN, que faz a síntese de todos os conteúdos técnicos fundamentais para apoio à delimitação desta tipologia das AEREHS, e ainda facilitar a aplicação dos critérios relativos à modelação do fator topográfico, que constam na 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 OENR previstas no Regime Jurídico da REN.

O Fator L, que trata a extensão das vertentes, atribui o potencial de acumulação de água e de energia ao longo das vertentes após ocorrência de uma chuvada, no que na prática se traduz em pequenas extensões de vertentes não permitem grandes acumulações de água nem grande capacidade de transporte desde o topo até à base da vertente, visto que o fundo da vertente é atingido rapidamente. Pelo outro lado, as vertentes mais extensas, em condições normais acabam por levar um aumento progressivo do volume da água e da velocidade de escoamento, proporcionando assim uma maior capacidade de desagregação e transporte de sedimentos.

O Fator S trata das inclinações das vertentes, sendo este um fator importantíssimo, pois reflete a ação da gravidade, que se traduz na energia necessária para a desagregação e transporte de partículas do solo ao longo das encostas, isto é, quanto maior for a inclinação das vertentes, maior a energia cinética e, consequentemente maior capacidade energética do fluxo responsável pela erosão dos solos.

Para ser possível obter estes dois fatores é necessário gerar em primeiro lugar elementos base, tais como: o Modelo Digital de Terreno (MDT) e todos os modelos retirados a partir deste mesmo, recorrendo à altimetria do concelho. Na elaboração do MDT, é utilizada a informação base fornecida pelo concelho, as curvas de nível, os pontos cotados, a rede hidrográfica e a rede viária principal do município. Para diminuir o impacto de possíveis erros na elaboração do MDT, que se podem ver refletidos na rede de drenagem que é um dos elementos gerados a partir do MDT, procede-se então à correção das falsas depressões geradas, de modo a reduzir discontinuidades e roturas do próprio modelo.

Os diversos modelos hidrológicos desenvolvidos a partir do MDT correspondem apenas a parâmetros de simulação de forma que o escoamento superficial poderá acontecer, com o objetivo de determinar os vários trajetos e comprimentos de escoamento não organizado no concelho em estudo.

Passando para uma explicação mais prática do processo a partir do momento em que se obtém o MDT corrigido, procede-se ao cálculo dos sentidos dos fluxos hídricos, ou seja, dos sentidos de drenagem da água que se encontre em qualquer uma das vertentes no município, sendo atribuídos códigos a cada célula, fazendo-se corresponder a uma das oito direções consideradas (Norte, Nordeste, Este, Sudeste, Sudoeste, Oeste e Noroeste).

A partir do modelo obtido anteriormente, procede-se ao cálculo dos fluxos acumulados, que corresponde ao modelo da rede de drenagem de acordo com o MDT gerado, utilizando para este, tal como para os outros modelos, o ambiente SIG do software *ArcGis Pro*, da ESRI.

Após a obtenção de todos os modelos hidrológicos, procede-se a gerar os diferentes modelos de declives para cálculos futuros, esses modelos diferem cada um de si pelas unidades apresentadas, sendo eles apresentados em percentagem, graus e radianos.

Após obtidos todos os modelos anteriormente referidos, estão reunidas as condições para finalmente calcular o Fator L, que se traduz na proporção da perda potencial de solo numa vertente sem ter nenhum tipo de escoamento organizado, isto é num terreno sem alteração pela mão do Homem, quando comparada com uma vertente modelo de 22,13m de comprimento com o mesmo tipo de solo e declive, sendo esse comprimento sempre medido desde o topo até cada ponto pertencente à vertente, medido no sentido do escoamento. O Fator L é ainda traduzido pela seguinte expressão:

$$L=(\lambda 22,13)_m L=\lambda 22,13m$$

Em que:

λ corresponde à distância em metros

m corresponde ao coeficiente dependente do declive (s)

Podendo m assumir diferentes valores dependendo dos seus declives, para declives inferiores a 1%

m assume o valor de 0,2, para declives entre 1% e 3% assume o valor 0,3, com declives entre 3% e 5% assume o valor de 0,4 e para declives iguais ou superiores a 5% m assume o valor de 0,5

Tomando o comprimento máximo que o fluxo hídrico pode percorrer antes desta se começar a concentrar é cerca de 1000 pés, que corresponde a 304,8m. Assim para o cálculo do Fator L considera-se o valor de referência da extensão máxima da vertente de 305m.

Para pôr em prática o modelo de cálculo do Fator L, em primeiro lugar faz-se a conversão dos valores do fluxo acumulado, originalmente obtido em número de células, para unidades de comprimento, para isso faz-se a multiplicação do modelo dos fluxos acumulados pelo tamanho da célula (neste caso “5”).

Ao modelo obtido no passo anterior faz-se uma adição de “1”, utilizando a ferramenta “*Raster Calculator*” do *ArcGis Pro*, sendo assim corrigidos os valores nulos gerados pelo software no passo anterior.

Por fim, tendo sido adotado o valor de 305 para o comprimento máximo da vertente como valor médio, utiliza-se a ferramenta “*Con*” em ambiente SIG, isto para que todos os pixéis dos fluxos acumulados tenham atribuídos o valor máximo referido acima. As restantes células ficam com o seu valor original que corresponde ao valor do escoamento laminar, correspondendo assim este modelo ao dos fluxos acumulados em escoamento laminar, em que a cada célula corresponde à extensão percorrida pela água desde o local mais afastado no topo da vertente até ao local onde a célula se encontra.

Com isto obtém-se finalmente o expoente m , relacionado com o declive associado à erosão laminar, através da classificação do mapa de declives em percentagem com base nas classes descritas anteriormente.

Após a obtenção do modelo do comprimento da vertente e do expoente m está-se em condições de conseguir calcular o Fator L, aplicando a fórmula fornecida em ambiente SIG, novamente através da ferramenta “*Raster Calculator*” do software *ArcGis Pro* da ESRI.

Paralelamente ao Fator L, o Fator S é o preponderante no que toca à variação da perda de solo, representa também o efeito da gravidade no que respeita à dependência da erosão do solo relativa à inclinação das vertentes. Na EUPS o Fator S é o que corresponde à razão entre a perda de solo no local e também a perda de solo num terreno com 9% de inclinação e 22,13m de comprimento.

Para o cálculo deste fator, os declives dividem-se em duas classes distintas, uma com os declives iguais ou inferiores a 9% e os declives superiores a 9%, sendo utilizados para cada um dos casos as seguintes expressões:

$$S1 = 10,8 \sin \theta + 0,03 \quad (\text{para declives} < 9\% (5,4^\circ)) \quad S1 = 10,8 \sin \theta + 0,03 \quad (\text{para declives} < 9\% (5,4^\circ))$$

$$S2 = 16,8 \sin \theta + 0,50 \quad (\text{para declives} \geq 9\% (5,4^\circ)) \quad S2 = 16,8 \sin \theta + 0,50 \quad (\text{para declives} \geq 9\% (5,4^\circ))$$

Tendo isto em conta os declives em radianos são então convertidos, incluindo as duas expressões acima.

Uma vez obtidos todos os parâmetros necessários, efetua-se a multiplicação dos fatores L e S, utilizando, mais uma vez, o ambiente SIG, no software *ArcGis Pro*, da ESRI.

Assim que se obtém os modelos destes dois fatores, efetua-se a multiplicação destes utilizando mais uma vez a ferramenta “*Raster Calculator*” do software *ArcGis Pro* da ESRI.

Assim que se obtenha os modelos destes dois fatores, efetua-se a multiplicação destes utilizando novamente a ferramenta “*Raster Calculator*” do software *ArcGis Pro* da ESRI.

O Fator P é o fator representativo das práticas agrícolas desempenhadas dentro do município em estudo, estes traduzem-se na presença de socacos ou muros de contenção que afetam diretamente a erosão potencial do solo, neste caso diminuindo-a bastante.

Para se proceder ao cálculo deste fator, são considerados então os muros de suporte dos socalcos que estão identificados na cartografia base homologada, à escala 1:10.000. De forma a transformar as linhas que marcam estes muros, faz-se um buffer de 15 metros, que se traduz no valor médio da extensão de um socalco. Depois de fazer o buffer faz-se a agregação dos polígonos através da ferramenta “*Dissolve*” do *ArcGis Pro*.

Com o objetivo de contrariar/reduzir o fator de erodibilidade em função dos declives, já ponderado nos restantes fatores (K e LS), foram atribuídos valores de conservação do solo diferentes para as áreas socalcadas de acordo com o declive conforme o disposto na seguinte tabela. Neste sentido, pretende-se que quanto maior for o declive, maior o Fator P, pretendendo assim considerar a função de suporte da prática de socalcos em áreas de maior inclinação. Os valores apresentados, consistem numa adaptação de Meneses 2011 dos valores do Fator “P” (Wischmeier e Smith, 1978 e Tomás, 1993).

A_Tabela 1 Quadro de valores do Fator P por intervalo de declives

Presença de socalcos	Intervalo de declives	Valor do fator P (Meneses, 2011)
Com socalcos	0 – 1 %	0
	2 – 7%	0,1
	8 – 12 %	0,12
	13 – 18 %	0,16
	19 – 24 %	0,18
	> 25%	0,21
Sem socalcos	-	1

Após obter todos estes fatores (K, R, LS e P) avança-se para o cálculo do modelo da Erosão Potencial do Solo (EPS), utilizando a ferramenta “*Raster Calculator*”, multiplicando todos os fatores na mesma expressão.

O próximo passo é a calibração do modelo de identificação das Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo quanto aos seus diferentes limiares de classificação de risco. Assim o primeiro passo para a identificação das áreas com maior risco neste âmbito específico, este passo é então definido pelos intervalos de valores de EPS, são isolados então os valores de erosão potencial superior a 25 ton/ha.ano e superior a 55 ton/ha.ano.

Para fazer a delimitação da REN, são considerados os limiares referidos anteriormente, sendo conjugados com os diferentes intervalos de declives. Tendo em conta o referido e as características morfológicas e topográficas do concelho em estudo, são consideradas então as seguintes classes a integrar na tipologia das AEREHS:

- Áreas de declive superior a 30%, independentemente da erosão potencial, desde que este seja superior a zero;
- Áreas de declives entre 15% e 30% com o EPS superior a 25 ton/ha.ano;
- Áreas de declive inferior a 15% com EPS superior a 55 ton/ha.ano.

Tendo estes critérios de seleção acima referidos devidamente extraídos do modelo do EPS, passa-se agora para a obtenção da delimitação preliminar das Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo. Este passo intermédio passa basicamente pela união dos três modelos referidos anteriormente em apenas um só, não havendo nenhum tipo de generalização ou eliminação de polígonos sem dimensão relevante ou qualquer outro tipo de ajuste, tendo em conta que este não passa apenas de um passo intermédio na delimitação das AEREHS.

A partir desta delimitação preliminar, são feitas as eliminações de zonas que coincidem com taludes artificiais, como por exemplo, os taludes das autoestradas, depois desta aferição ainda são retiradas todas as áreas classificadas como “territórios artificializados” na COS2018, neste passo podem ser criados polígonos com áreas residuais e com formações estranhas, que daí sente-se necessidade de utilizar as seguintes ferramentas para realizar um processo de generalização:

- A agregação de polígonos com distância igual ou superior a 20m, utilizando a ferramenta “*Aggregate Polygons*”;
- Eliminação de polígonos com áreas inferiores a 1ha (esta dimensão pode variar dependendo da zona em que o município se localize e quais são as entidades que abrangem esse município);
- Verificação da eventual existência de polígonos com áreas inferiores a 5ha, cujo declive dominante fosse inferior a 15%;
- Integração de polígonos com áreas inferiores a 3ha, de modo a preencher vazios no interior das áreas integradas na tipologia.

Em último lugar, as manchas que irão integrar esta tipologia são sujeitas a um processo de suavização, que passa pela utilização da ferramenta “*Smooth Polygon*”, através do algoritmo PAEK, com um valor de tolerância de 100m. Chegando assim às manchas finais que irão representar a tipologia Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo para o concelho em estudo.

Após estarem definidas as áreas a integrar na tipologia AEREHS, é necessário passar a uma retificação, suportada pela cartografia base, procurando sempre recorrer a limites físicos existentes, a retificação da geometria segue os seguintes princípios:

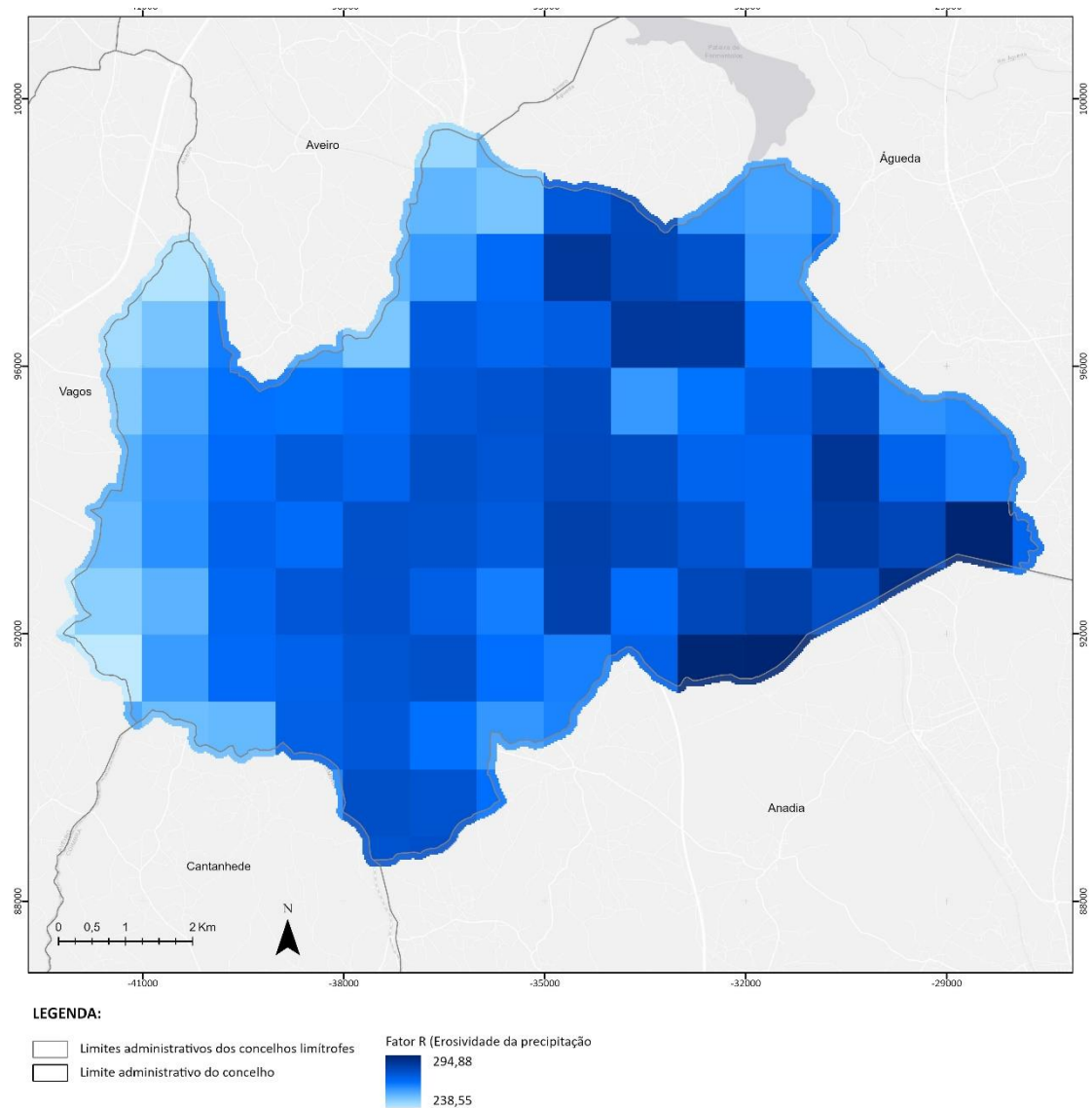
- Áreas a incluir – áreas sem artificialização (ausência de elementos construídos) revertendo para a delimitação anterior (generalização); margens ribeirinhas em situações onde a distância ao eixo da linha de água é inferior a 20m e o declive acentuado;

- Áreas a excluir – áreas edificadas ou construídas não incluídas nos “territórios Artificializados” (COS2018), identificadas com base nos ortofotomapas e na cartografia de base homologada; áreas sobrantes, inferiores a 1ha, de ajustes a limites físicos;

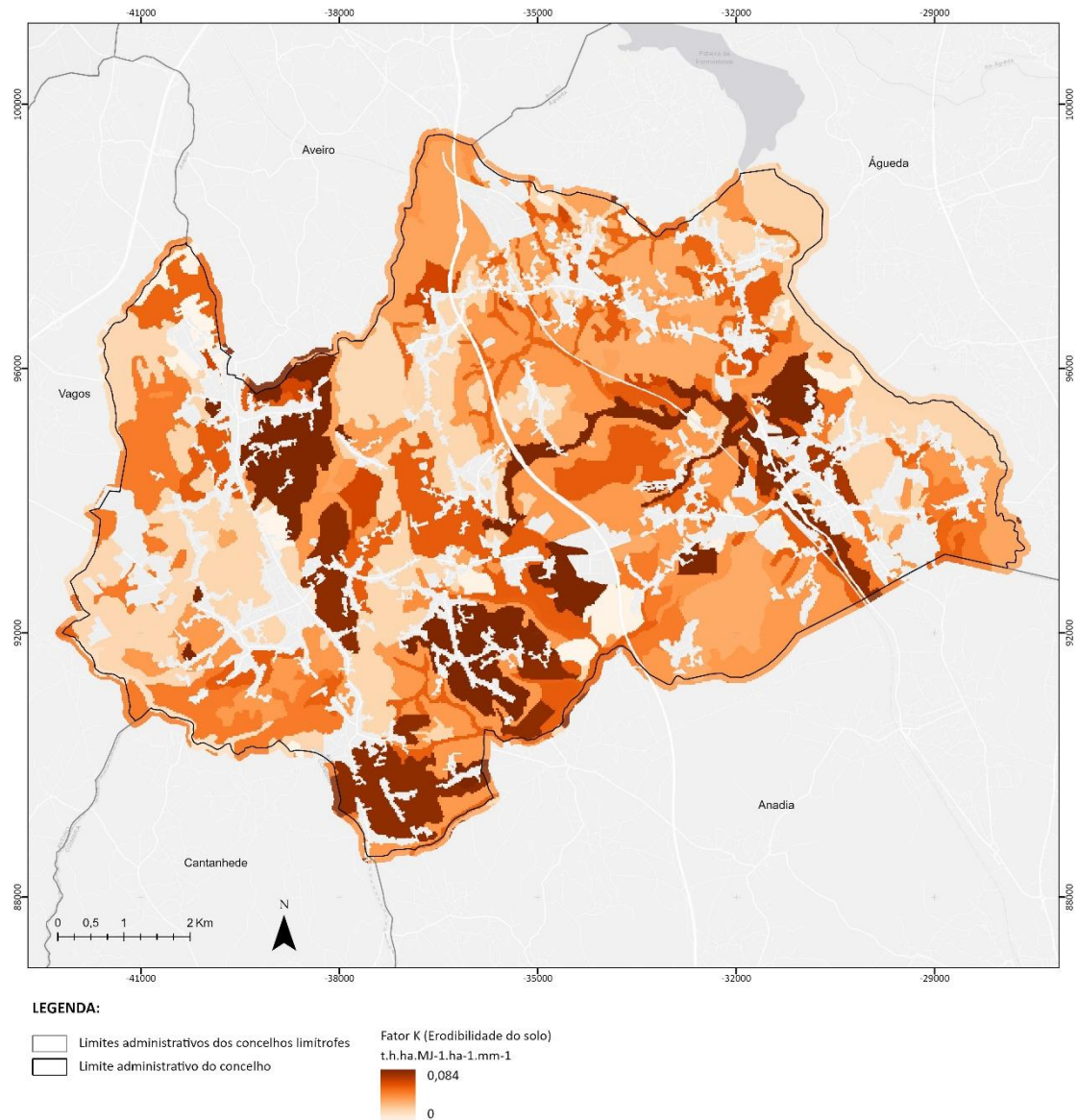
- Ajustes finais – ajustes ao limite do concelho (CAOP).

Neste momento ainda é necessário fazer a confrontação com os concelhos limítrofes, vendo se há possibilidade de estabelecer continuidade entre fronteiras, se houver esta possibilidade esta deve ser feita sem qualquer tipo de hesitação

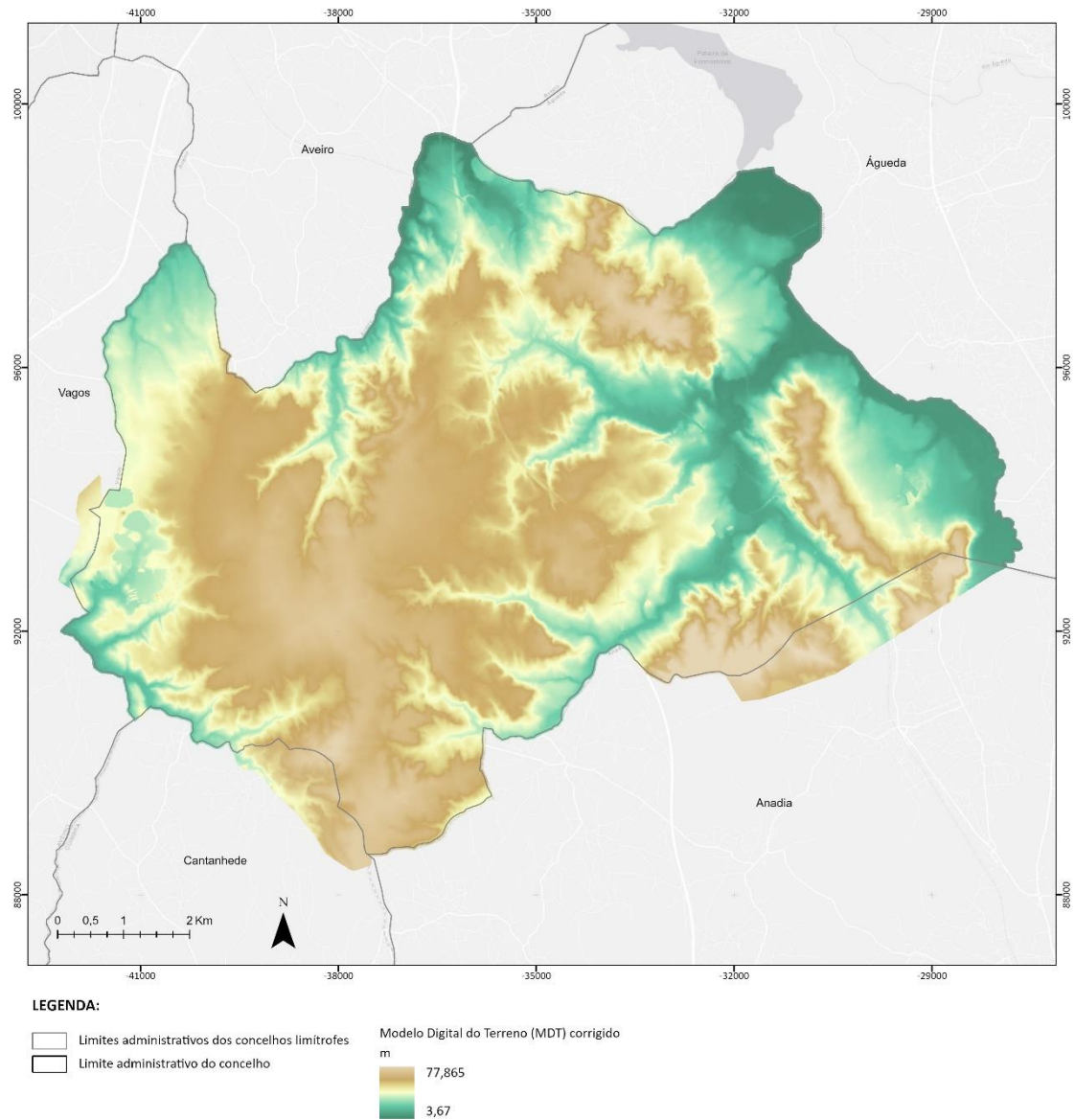
A_1.1.2. Áreas de estudo: Oliveira do Bairro



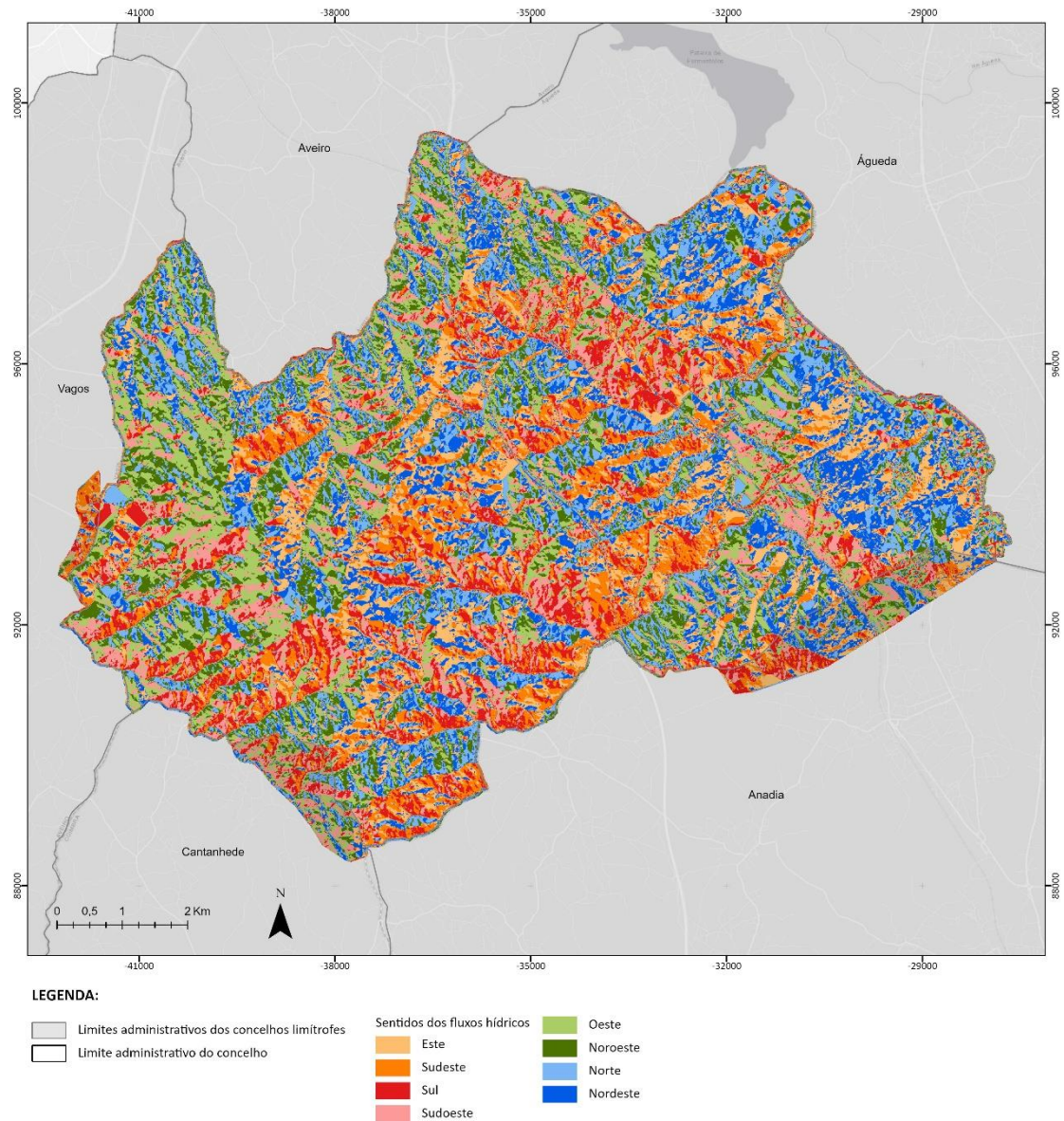
A_Figura 1 Fator R (erosividade da precipitação), no concelho de Oliveira do Bairro



A_Figura 2 Fator K (Erodibilidade do solo), no concelho de Oliveira do Bairro

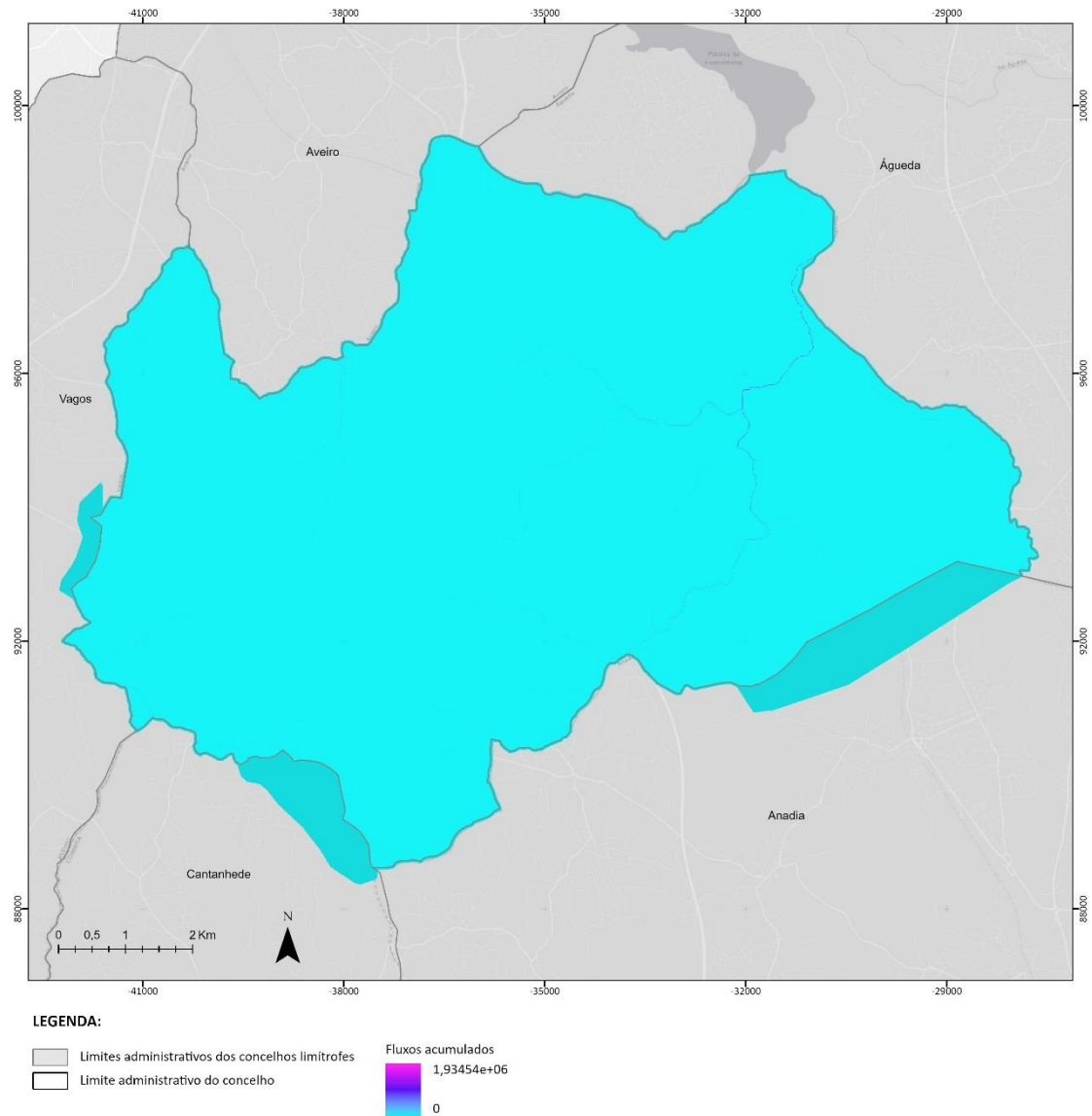


A_Figura 3 Modelo Digital do Terreno (MDT) corrigido, para o concelho de Oliveira do Bairro

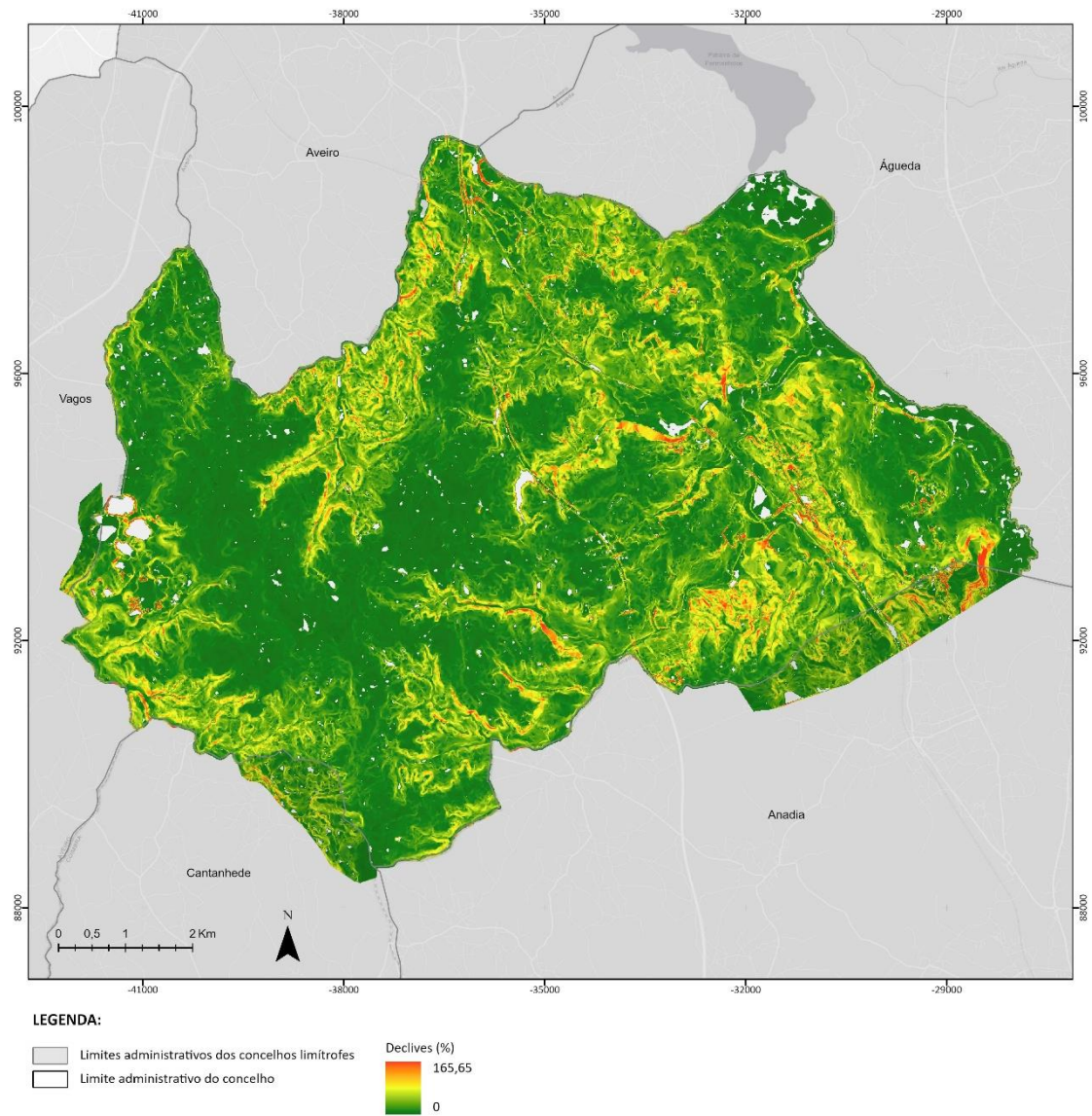


A_Figura 4 Sentidos dos fluxos hídricos, no concelho de Oliveira do Bairro

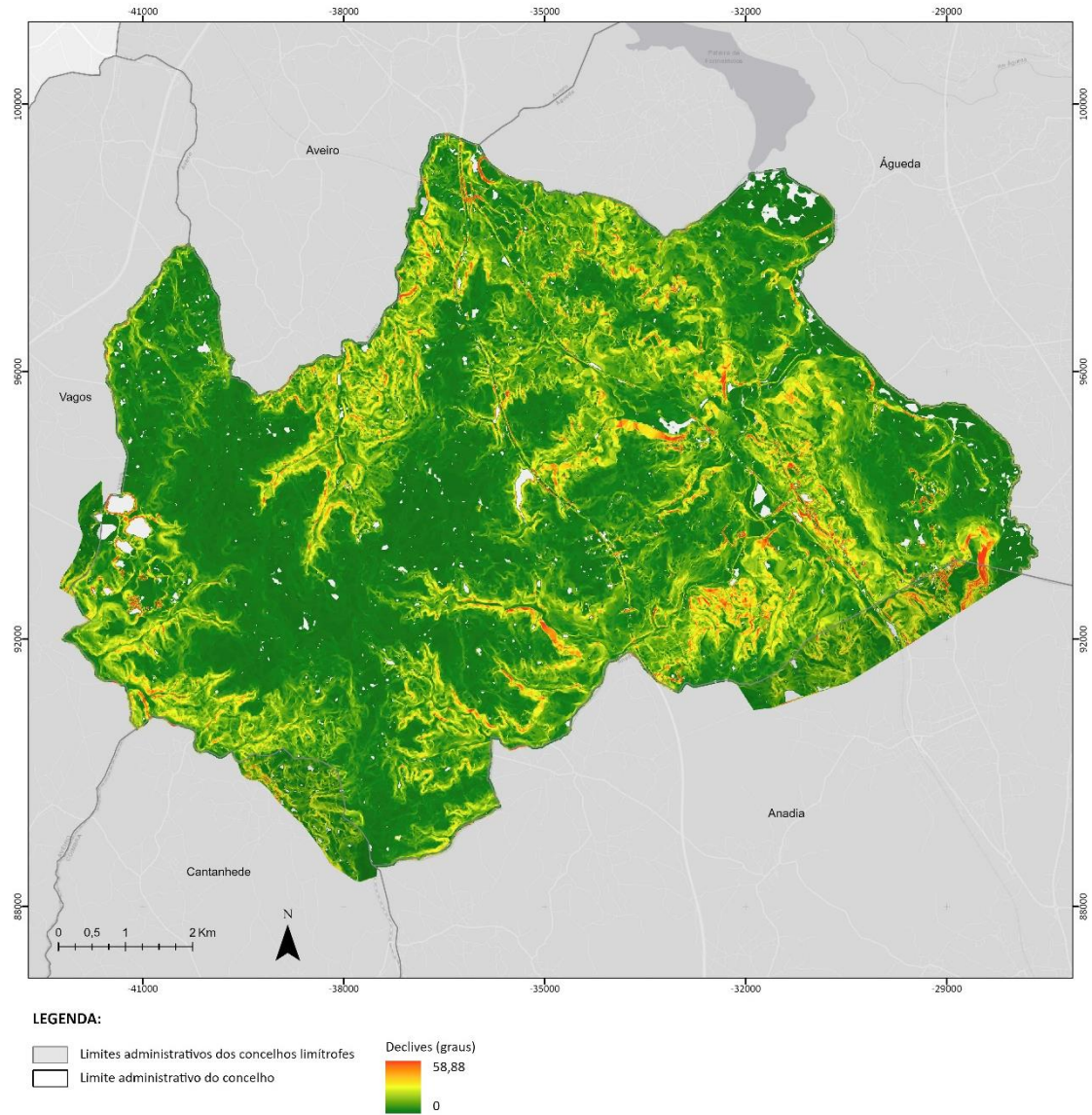
Com este modelo é possível aferir que em relação aos exemplos apresentados anteriormente, este encontra-se mais “partido”, isto é que o sentido que os fluxos de água têm são bastante distintos ao longo do concelho, não adquirindo um padrão óbvio, sendo que é possível verificar em algumas zonas, como na zona mais a Noroeste do concelho que maior parte dos fluxos têm sentido Oeste.



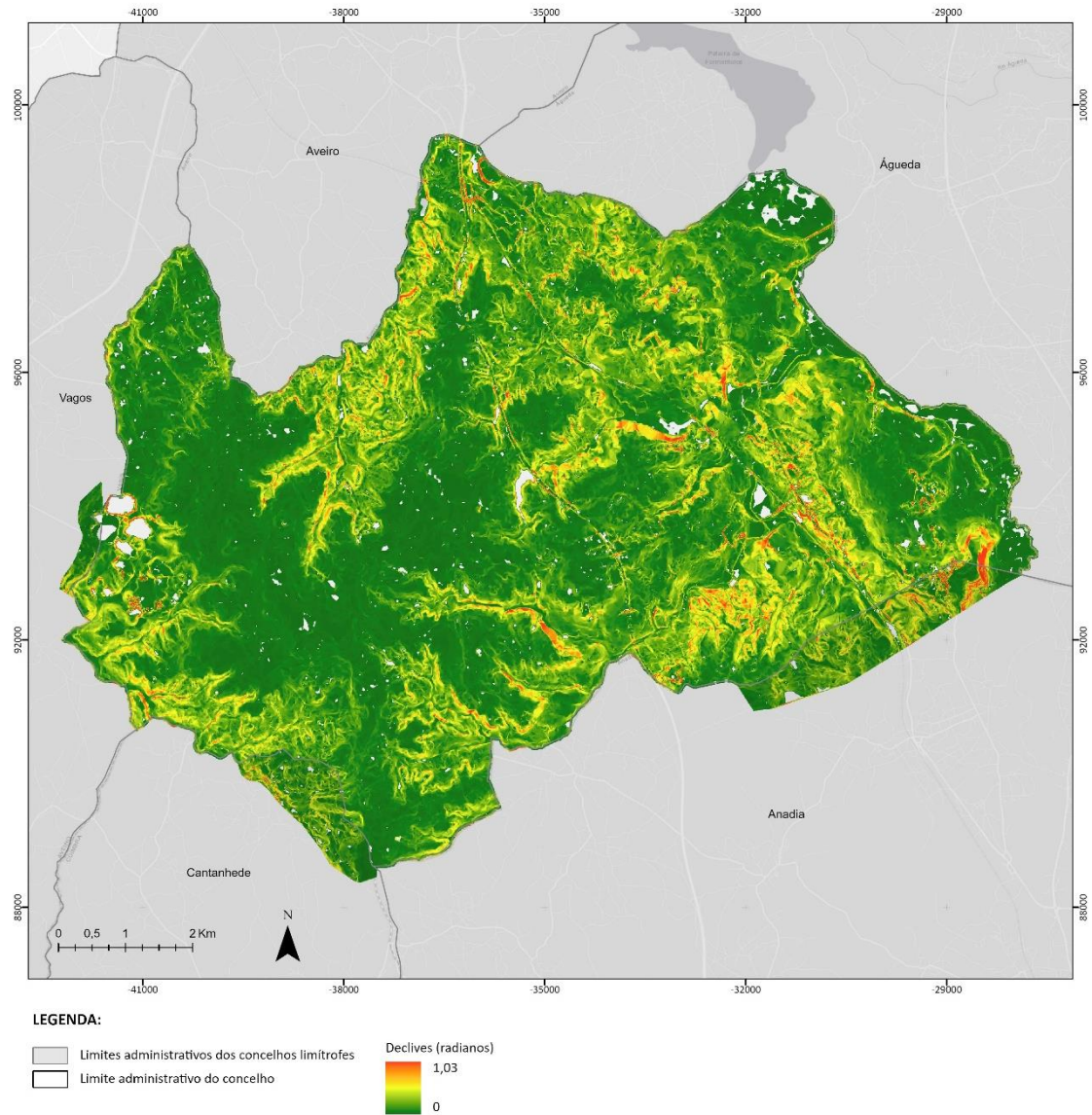
A_Figura 5 Fluxos acumulados (Mapa inicial), no concelho de Oliveira do Bairro



A_Figura 6 Declives em percentagem, no concelho de Oliveira do Bairro

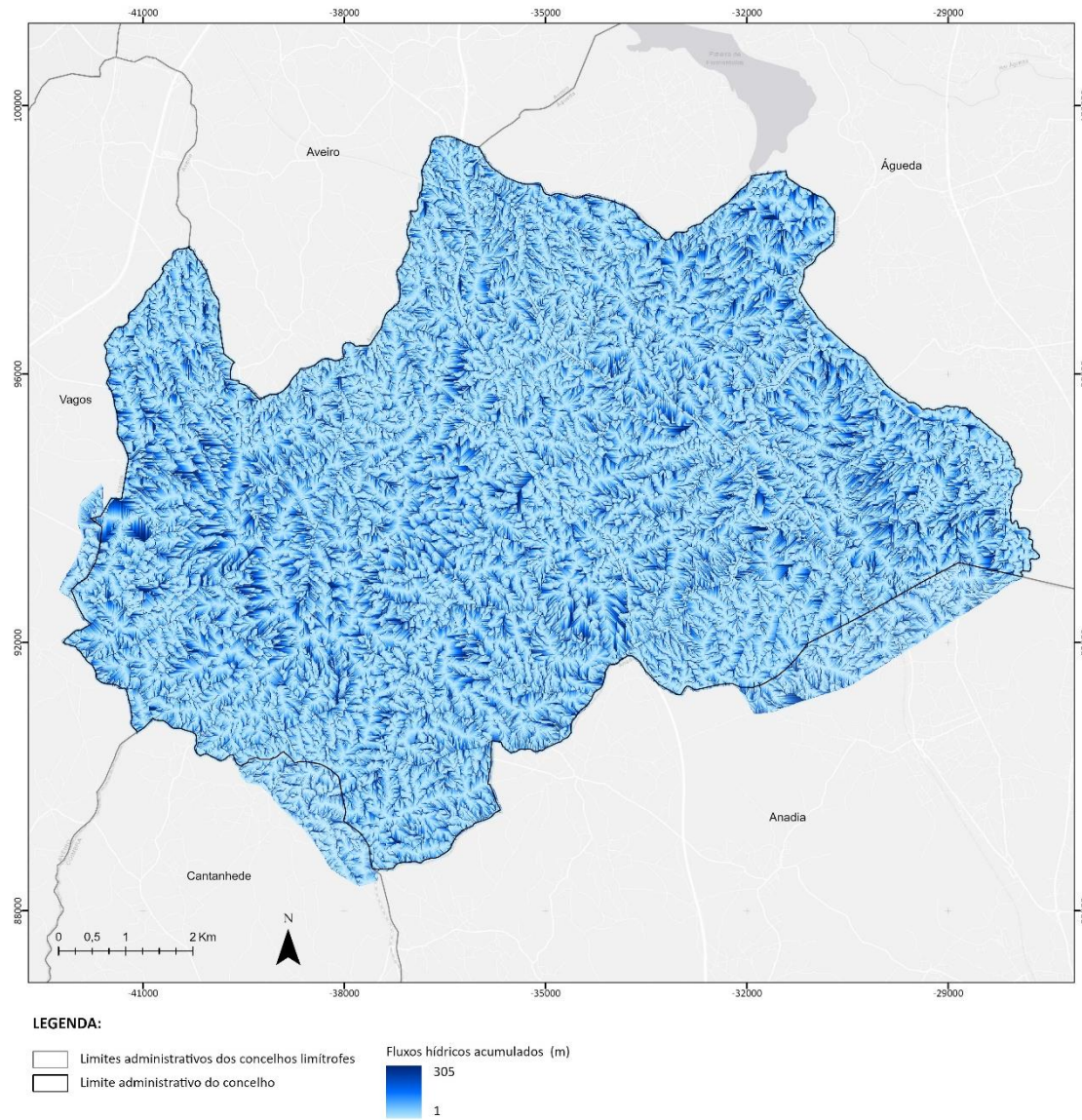


A_Figura 7 Declives em graus, no concelho de Oliveira do Bairro

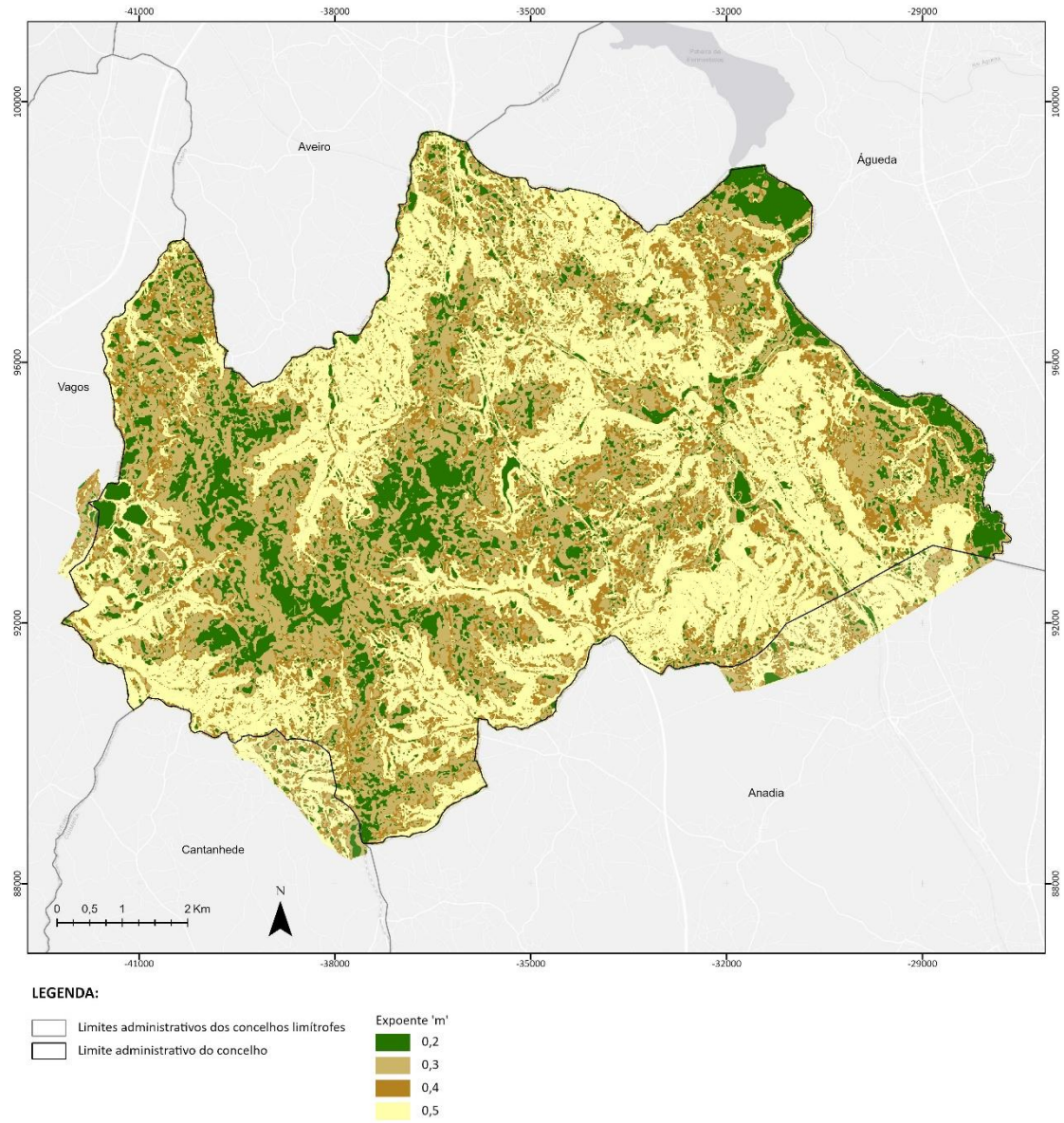


A_Figura 8 Declives em radianos, no concelho de Oliveira do Bairro

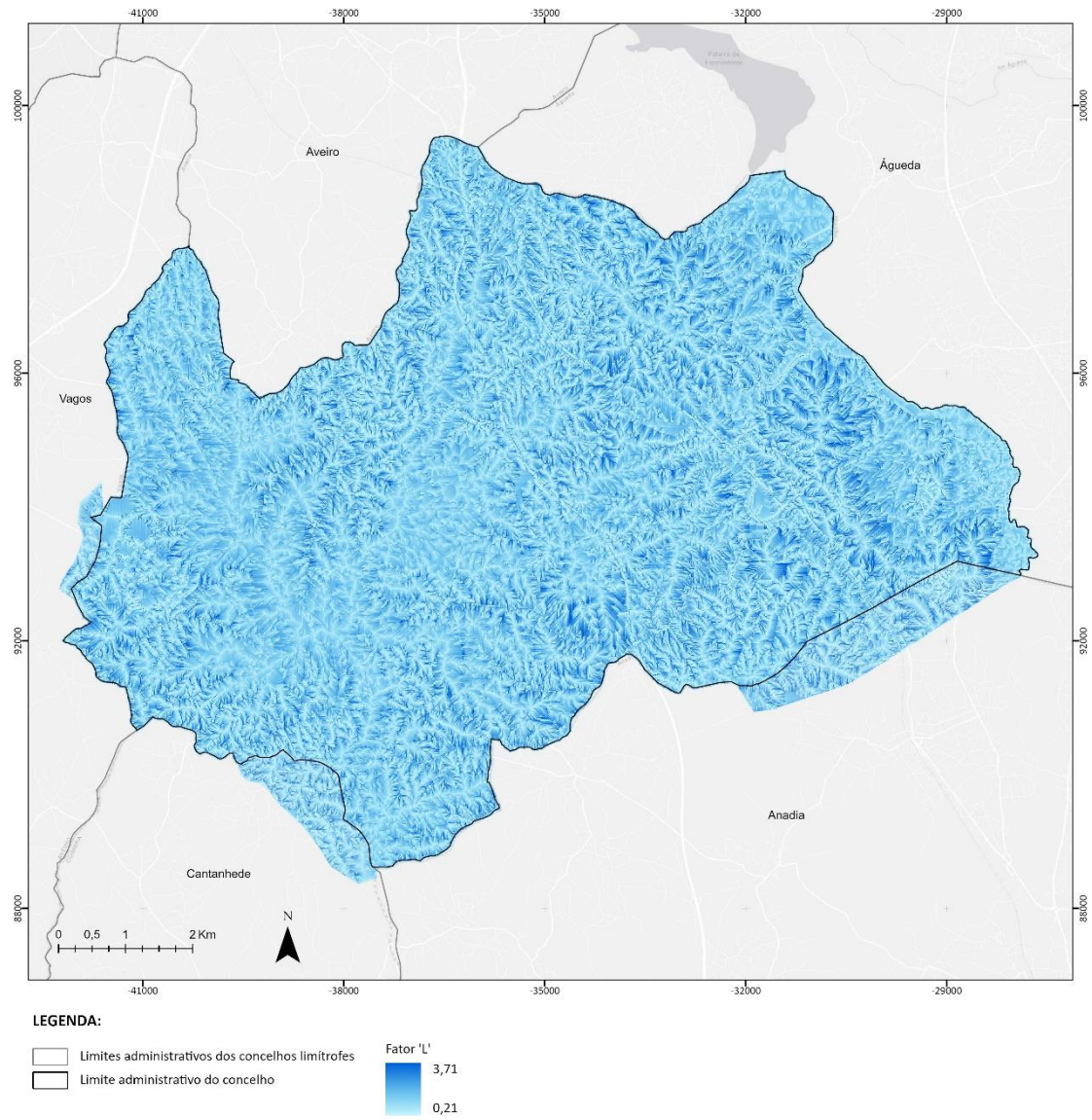
Nos mapas de declives, pode se ver que o concelho de Oliveira do Bairro apresenta uma zona centro do território bastante suavizada, sendo mais declivosa nos seus limites e na zona mais a Este do município.



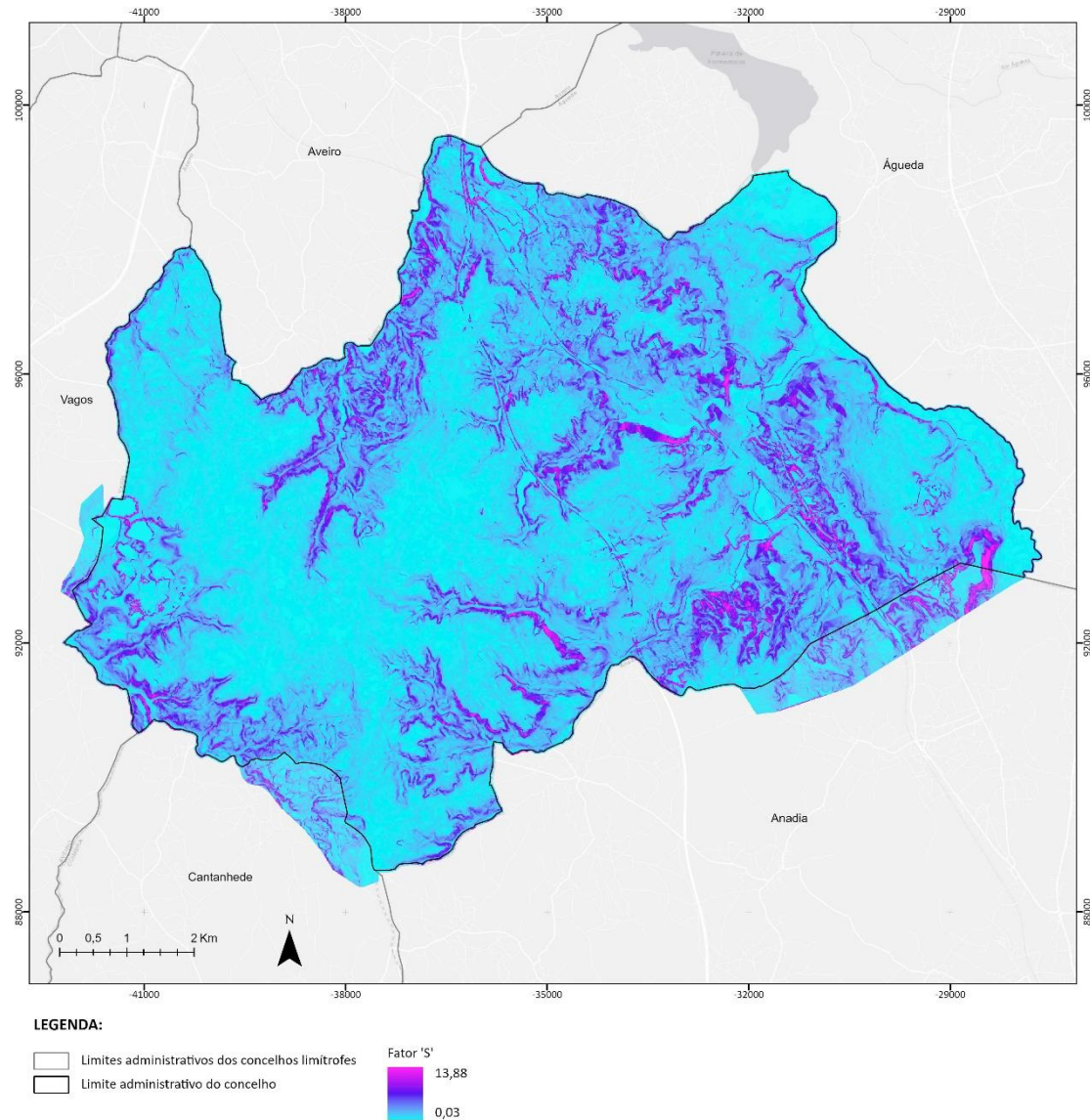
A_Figura 9 Fluxos acumulados (com aplicação de valor máximo de 305m), no concelho de Oliveira do Bairro



A_Figura 10 Expoente M, no concelho de Oliveira do Bairro

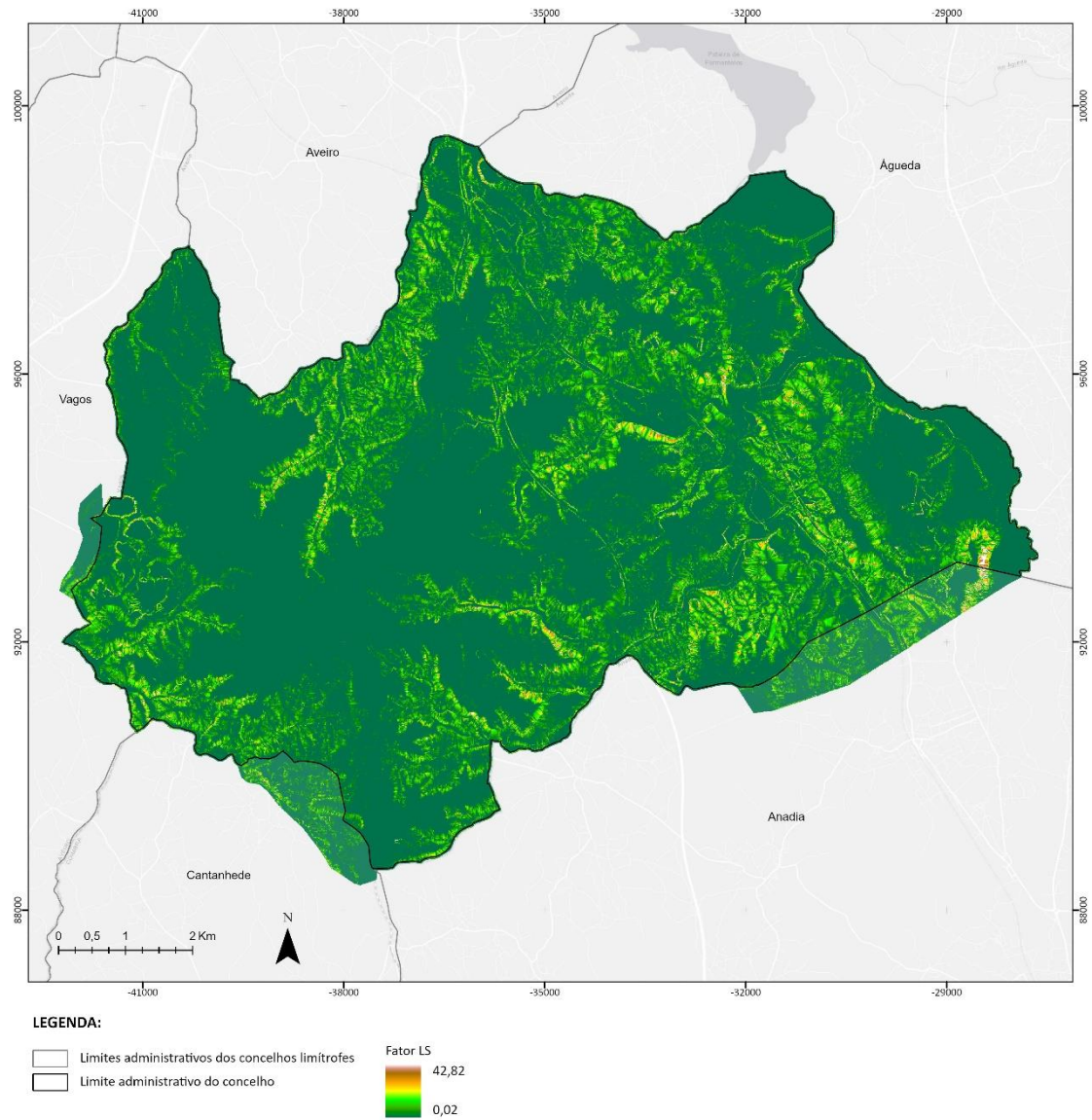


A_Figura 11 Fator L (extensão de vertentes), no concelho de Oliveira do Bairro

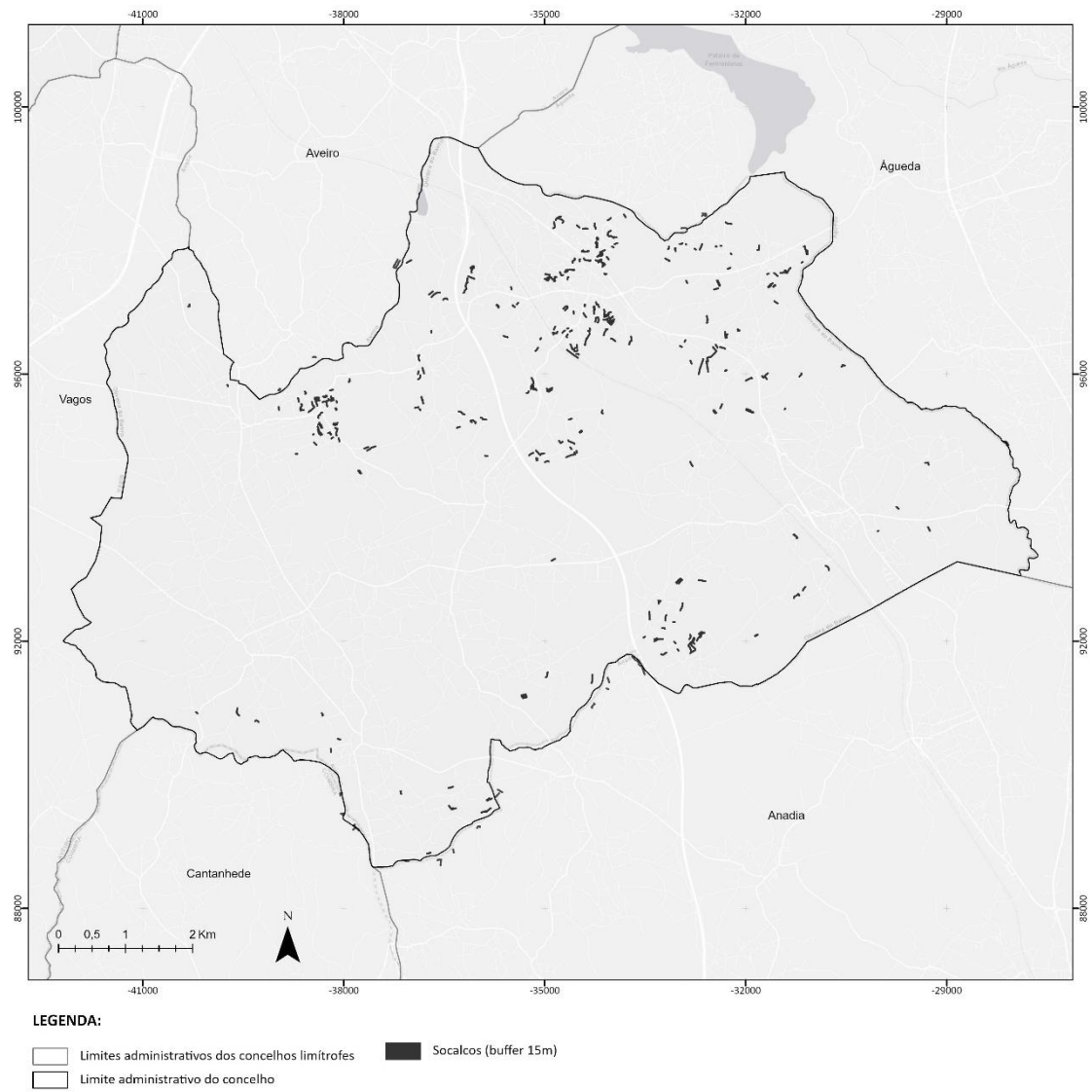


A_Figura 12 Fator S (inclinação de vertentes), no concelho de Oliveira do Bairro

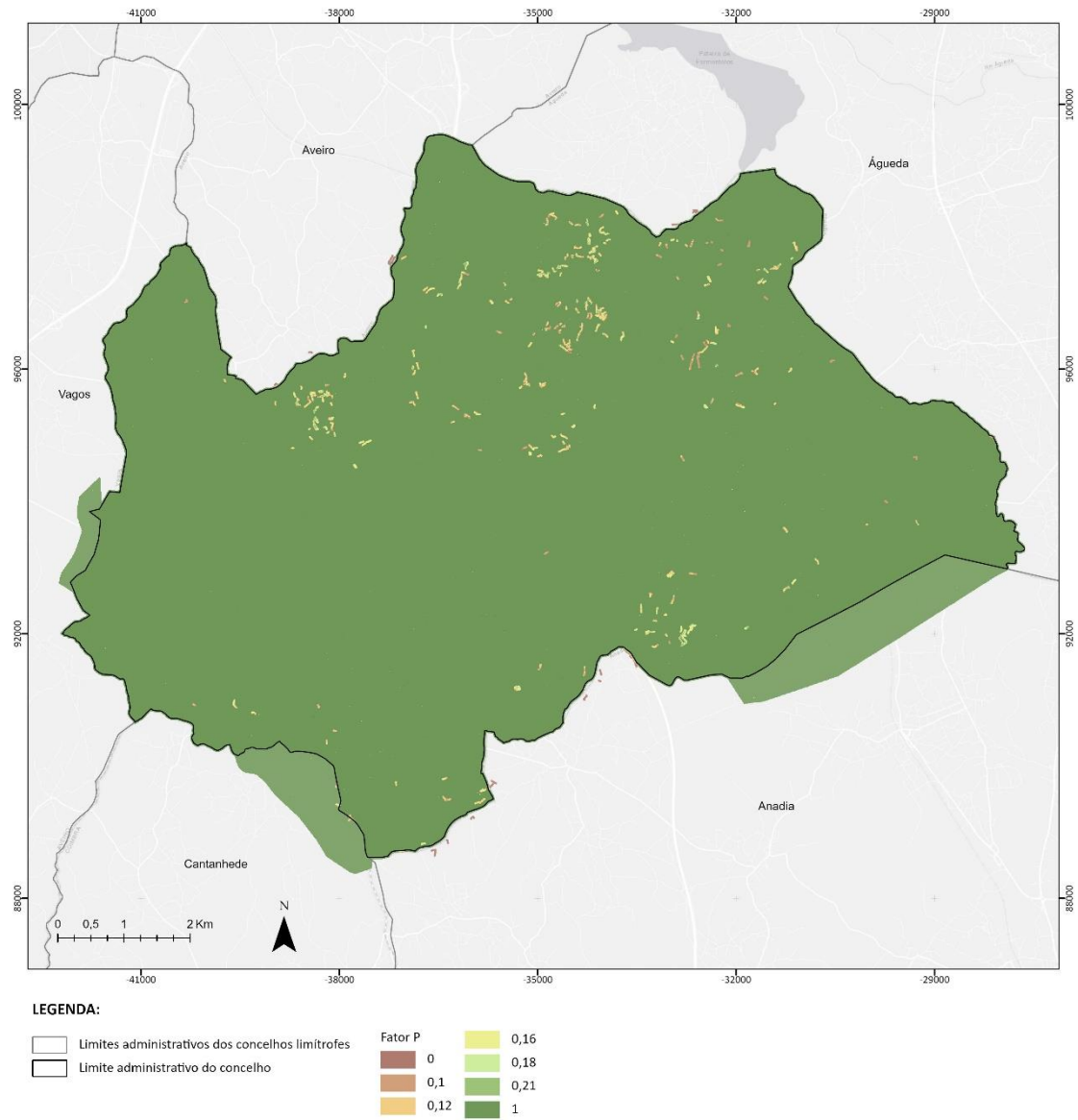
Neste cartograma observa-se que a inclinação das vertentes neste concelho, tal como nos seus declives, apresenta maior expressão junto aos seus limites administrativos e em toda a zona Este do concelho.



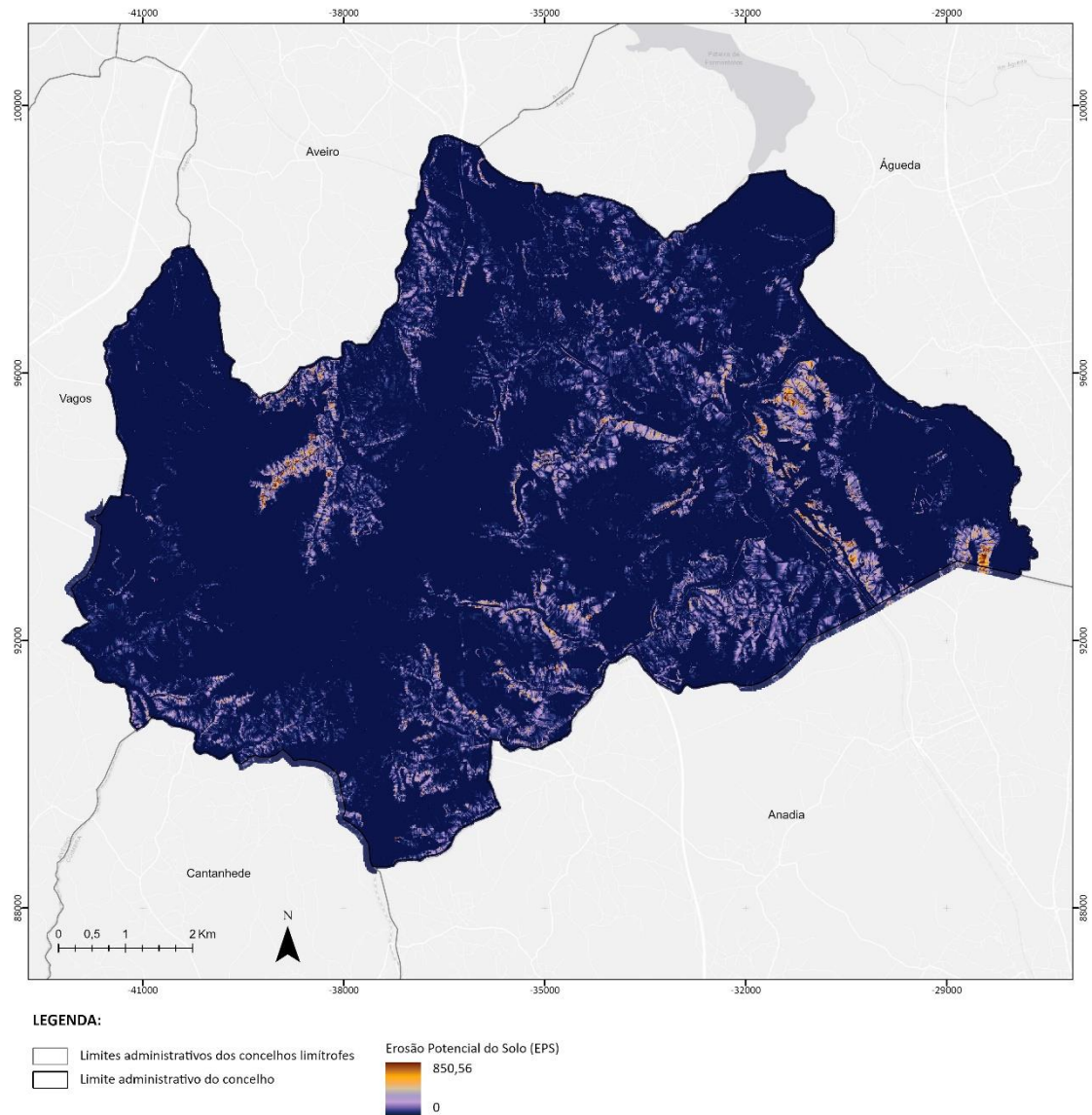
A_Figura 13 Fator LS (Fatores comprimento e inclinação das vertentes), no concelho de Oliveira do Bairro



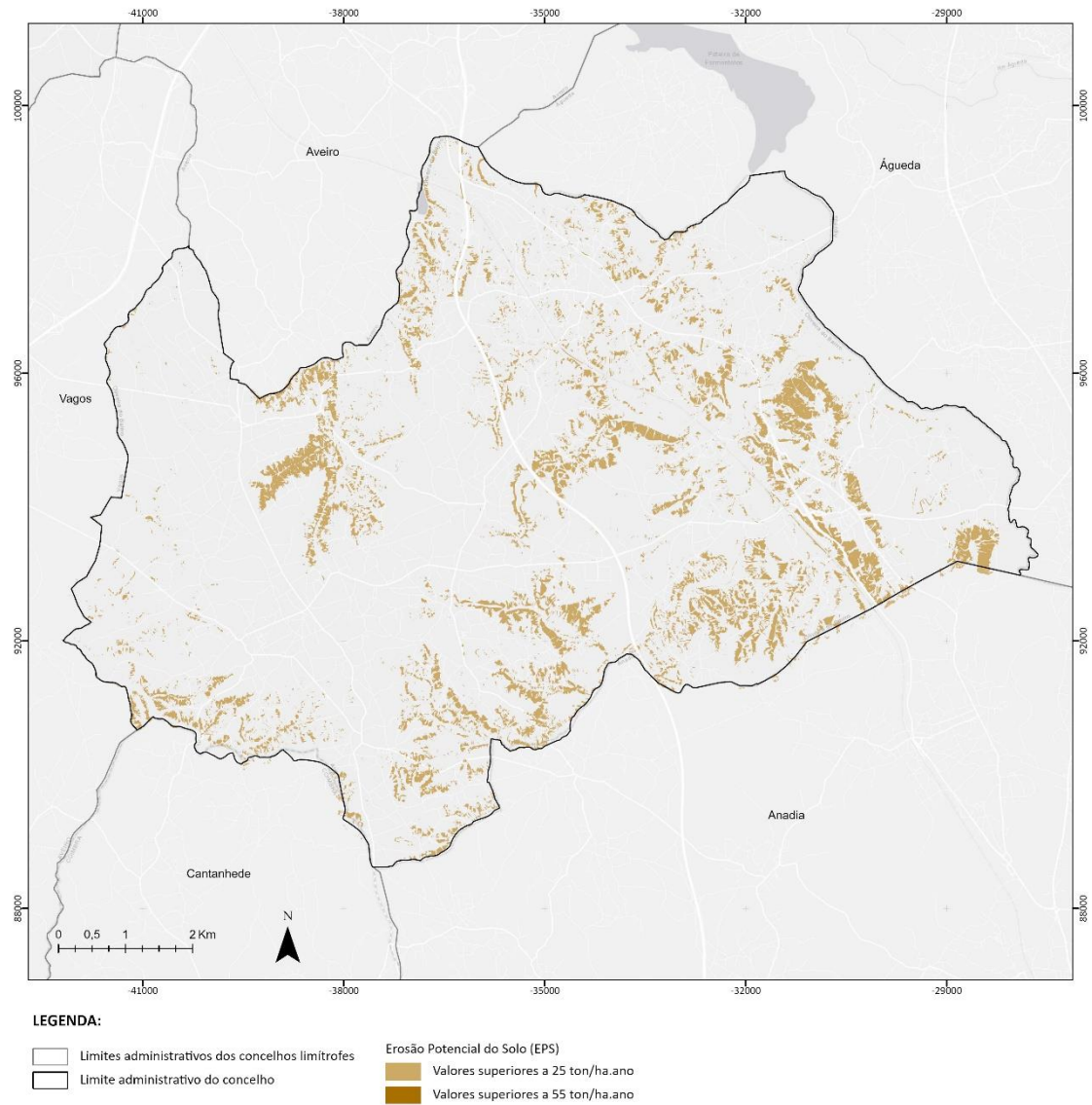
A_Figura 14 Socalcos (buffer 15m), no concelho de Oliveira do Bairro



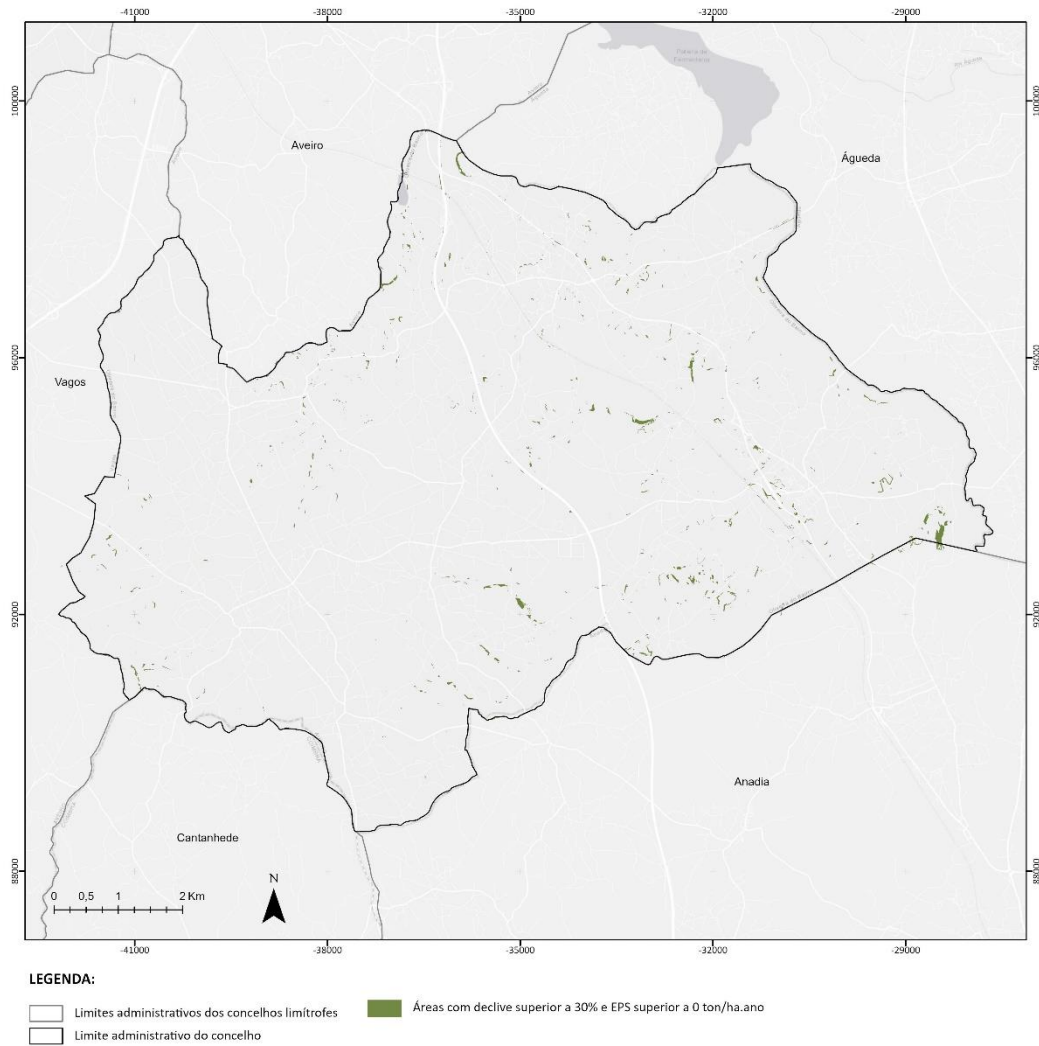
A_Figura 15 Fator P, no concelho de Oliveira do Bairro



A_Figura 16 Erosão Potencial do Solo (EPS), no concelho de Oliveira do Bairro

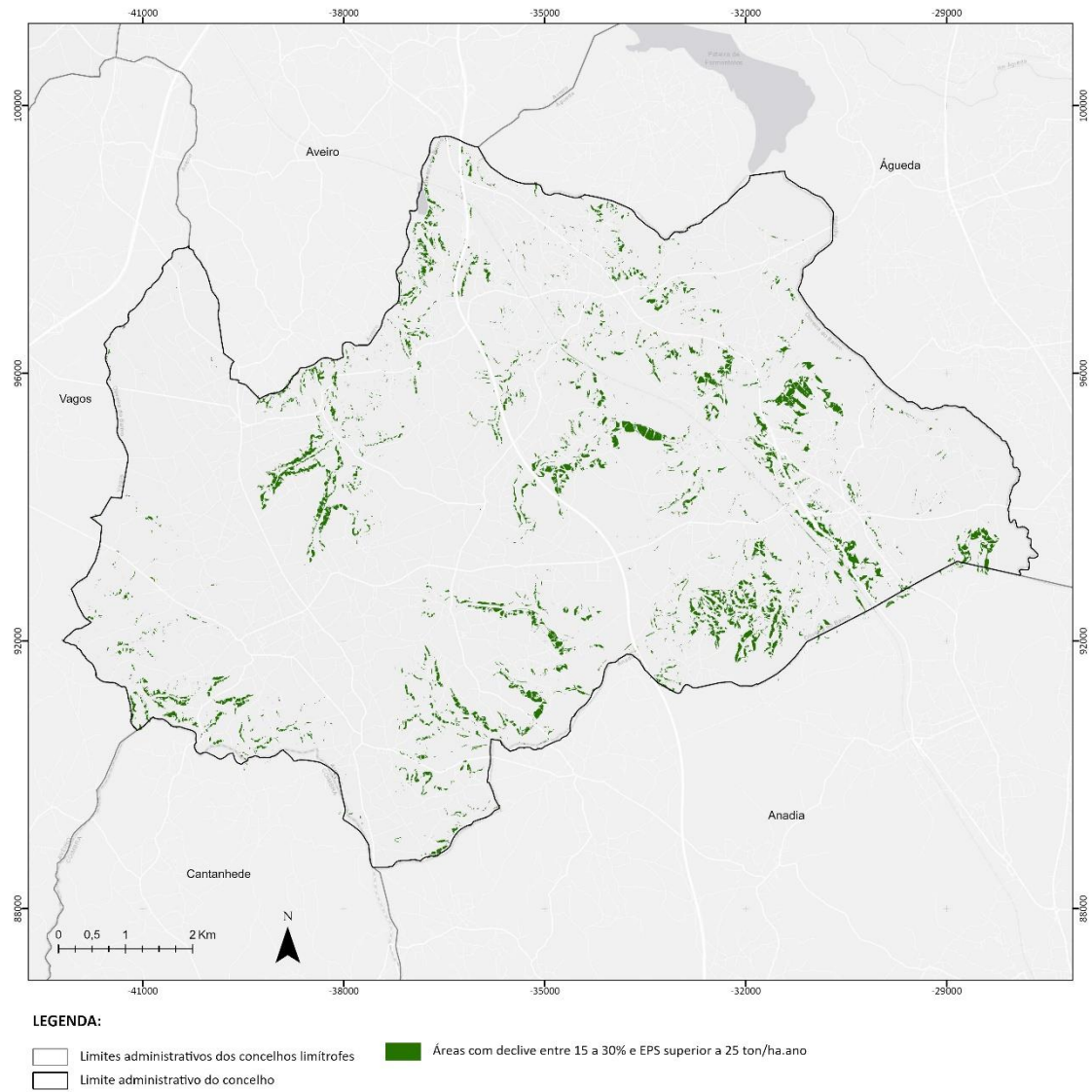


A_Figura 17 Erosão Potencial do Solo (EPS) > 25 ton/ha.ano e > 55 ton/ha.ano, no concelho de Oliveira do Bairro



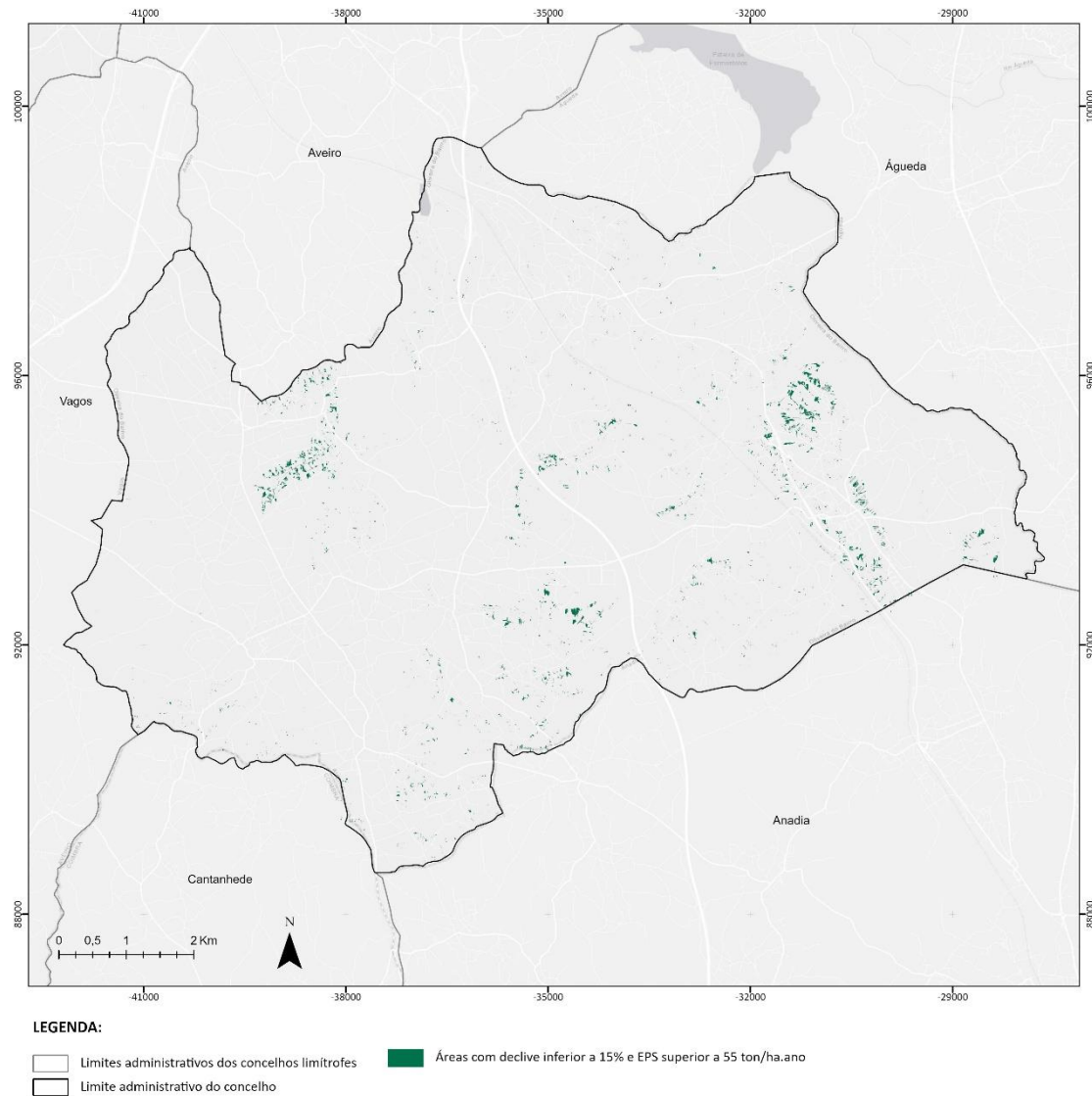
A_Figura 18 Áreas com declive superior a 30% e EPS superior a 0 ton/ha.ano, no concelho de Oliveira do Bairro

Neste cartograma é de observar que as áreas de Oliveira do Bairro que apresentam declives superiores a 30% são bastante reduzidas, sendo essas mesmas áreas bastante pequenas, não havendo assim uma área com grande declive expressiva.



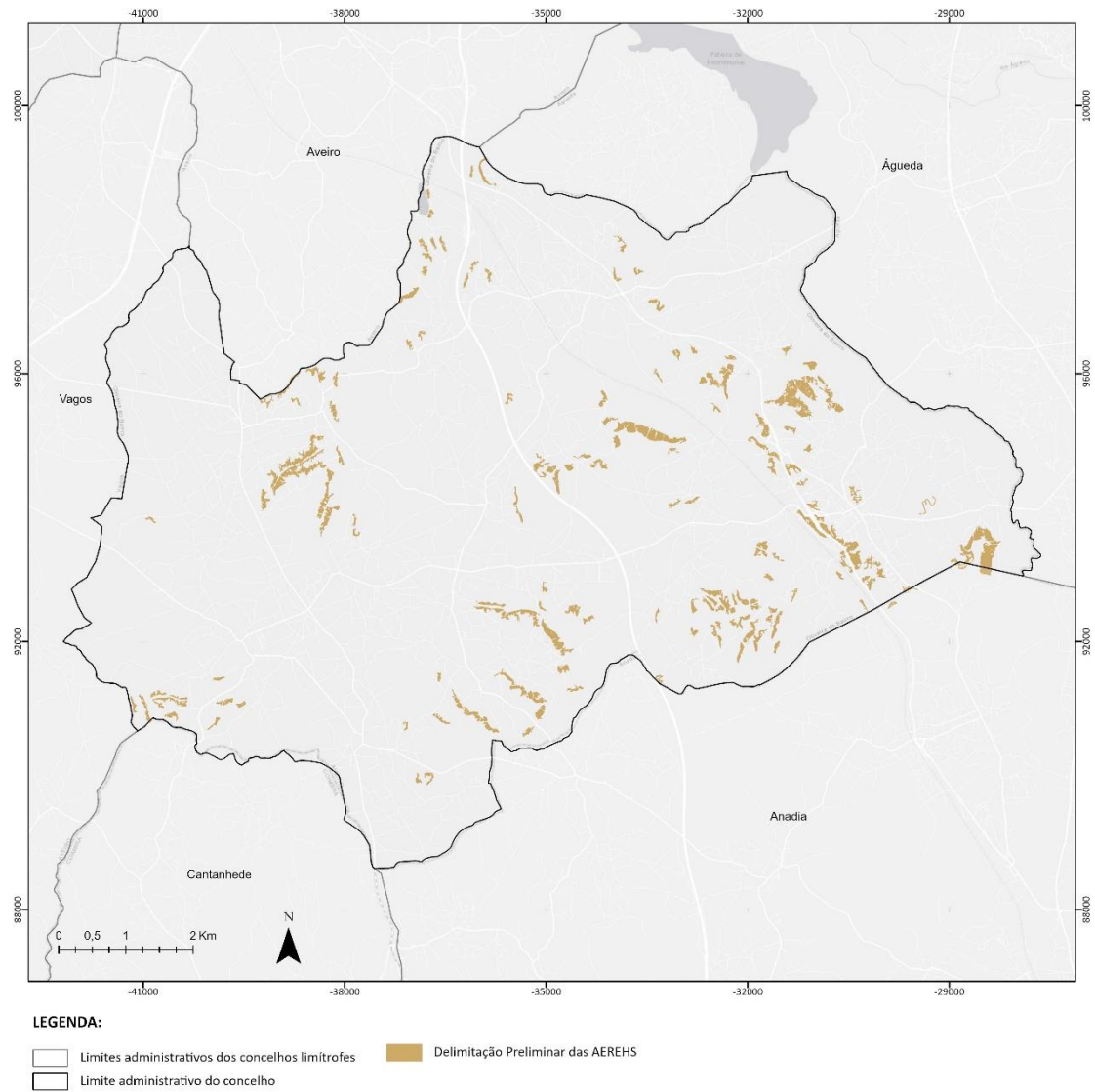
A_Figura 19 Erosão Potencial do Solo (EPS) > 25 ton/ha.ano e Declives (superiores a 15% e inferiores a 30%), no concelho de Oliveira do Bairro

As áreas que têm EPS > 25 ton/ha.ano e declives no intervalo de 15 a 30% são os que apresentam maior expressão em todo o concelho.



A_Figura 20 Áreas com Declives inferiores a 15% e Erosão Potencial do Solo (EPS) > 55 ton/ha.ano, no concelho de Oliveira do Bairro

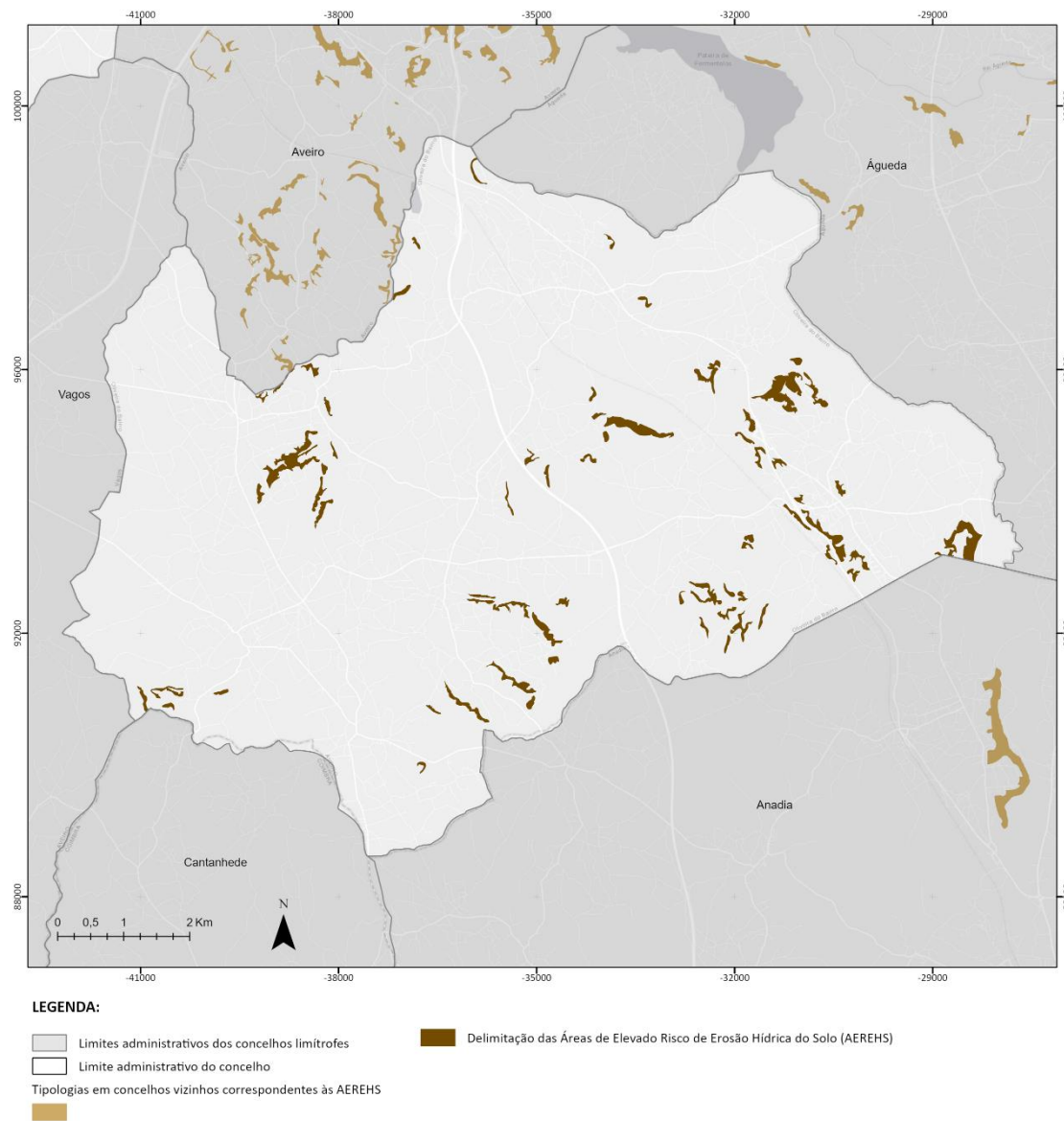
O limiar do EPS > 55 ton/ha.ano e declives inferiores a 15% têm muita pouca expressividade, tendo apenas alguns apontamentos ao longo do território.



A_Figura 21 Delimitação Preliminar das AEREHS (sem generalização), no concelho de Oliveira do Bairro

Juntando os três limiares acima representados obtém-se a representação preliminar da tipologia das Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo.

A área total das Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo após o processo de aferição e de generalização para o concelho de Oliveira do Bairro é de 186,57 ha, confrontando-se apenas com o concelho de Anadia.



A_Figura 22 Tipologia Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo em Oliveira do Bairro

A_1.2. Cursos de água e respetivos leitos e margens (CALM)

A tipologia Cursos de Água e respetivos Leitos e Margens (CALM) representa os cursos de água com uma dada importância dentro de cada município, essa classificação é dada por um grupo de parâmetros específicos que qualificam os cursos de água presentes na cartografia base, ou não, para a sua integração na tipologia CALM. Sendo feitas correções tanto em relação à forma do seu leito como ao tipo de representação do mesmo. Nesses cursos de água integrantes na tipologia CALM, são ainda representadas as suas margens, que implicam uma restrição de usos nessas mesmas áreas.

A delimitação desta tipologia é realizada na sua íntegra com o auxílio da fotointerpretação, para que seja possível delimitar os leitos tendo em conta a largura do seu leito, a inclusão de corpos incluídos no seu leito e também a perceção do curso de água através da sua galeria ripícola, sendo esta incluída em CALM, tanto em leito ou, seguramente, incluídas nas margens do curso de água em questão.

A_1.2.1. Metodologia para delimitação da tipologia

Para a delimitação desta tipologia, são seleccionadas as linhas de água que sejam identificadas na cartografia de base que tenham características específicas, que estejam de acordo com as novas OENR, que são:

- Leitos normais dos cursos de água que drenam bacias hidrográficas com uma área mínima de 3,50 km², identificadas pelo SNIAmb;
- Cursos de água de ordem igual ou superior a 3 na classificação de Strahler;
- Cursos de água associados a Zonas Ameaçadas pelas Cheias (ZAC);
- Cursos de água que tenham relevante interesse ecológico, nomeadamente os que estejam abrangidos pelas áreas classificadas na Rede Natura 2000 e Sítios RAMSAR, e outros cursos que tenham algum interesse piscícola.

Sendo feita esta identificação e classificação de todos os cursos de água de acordo com os pontos referidos anteriormente. São dados códigos a cada um dos cursos para identificação dentro do concelho e é ainda dada a manutenção da conectividade

ecológica extra concelho, sendo também aferida a compatibilização com os cursos CALM dos concelhos vizinhos.

Para a largura das margens assume-se o valor disposto na Lei da Água (Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro), que são de 10 metros (para cursos de água não navegáveis nem fluviáveis), sendo toda a marcação tanto dos cursos de água e das suas margens em ambiente SIG, no software *ArcGis Pro*, da *ESRI*.

Aferição dos cursos de água:

No decorrer desta delimitação são observados erros sobre o que está na cartografia base relativamente ao que realmente se encontra no terreno (visualizado pelos ortofotomapas do ano 2018 e 2021, disponibilizados pela DGT), tanto como os cursos de água estarem erradamente marcados, também se identificam troços omissos.

É também feita a delimitação dos cursos de forma poligonal, caso a largura do seu leito seja superior a 5 metros, mesmo que tivesse anteriormente em forma linear na cartografia base disponibilizada pelo concelho em estudo. Ao fazer esta delimitação da forma poligonal, são efetuadas as correções de forma a incluir toda a totalidade dos planos de água, incluindo pequenos bancos de areia, lodeiros e cascalheiras que possam não ter sido incluídas na cartografia base. Todos estes corpos são incluídos devido à sua especial importância na ecologia fluvial e na dinâmica de sedimentos. Ainda são incluídas pequenas represas de água que tenham alguma função ligada à agricultura ou a pecuária.

A cada correção feita a qualquer curso de água é-se colocado um ponto de correção para que seja reconhecível qual o erro corrigido neste caso e para que possa ser também aferido pelas entidades competentes, podendo assumir normalmente as seguintes designações:

- “Troço com correção do traçado com base em ortofoto” – para quando a forma ou o traçado do leito é aferido;
- “Troço considerado na forma poligonal e com correção do traçado com base em ortofoto” – quando um leito considerado inicialmente em forma linear passa a ser considerado na forma poligonal;
- “Troço omissos da cartografia de base com correção com base em ortofoto” – na situação em que não havia marcação anterior do leito na cartografia base.

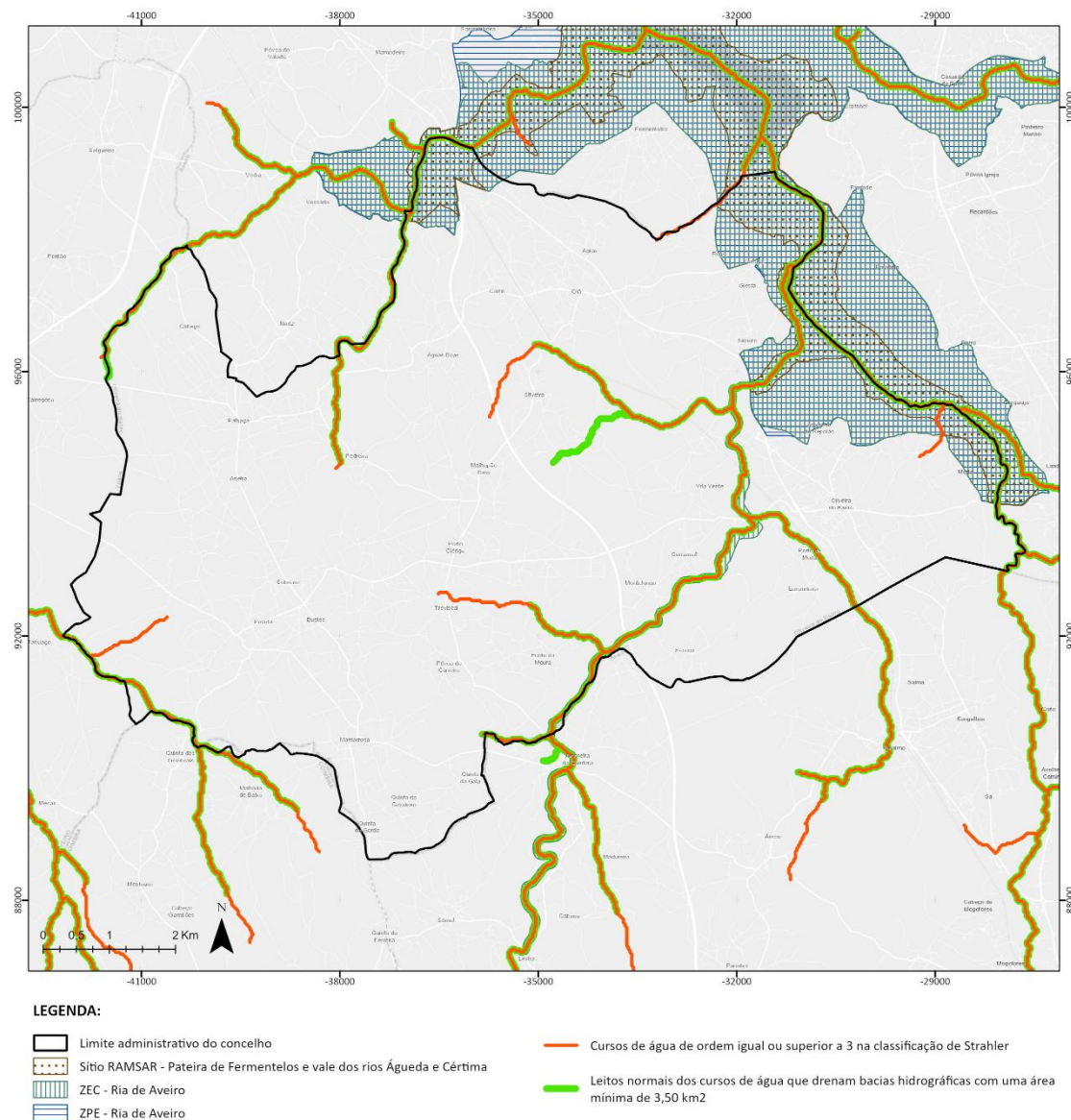
Na delimitação final dos leitos integrantes em CALM, são consideradas as linhas de água da cartografia base, com as respetivas correções descritas acima. Importante

ainda referir que todas as linhas de água selecionadas têm a sua representação total, desde a nascente até à sua foz, sendo em caso de dúvida optado por seguir o curso de água pelo mais expressivo, na cartografia base, sempre com recurso às cartas militares que ajudam a refletir e perceber qual a melhor opção a tomar. Ainda relativo à compatibilização dos cursos de água selecionados para CALM com os concelhos limítrofes devem ser aferidos também as suas margens. Importa ainda referir que dos cursos de água selecionados, os troços que estejam entubados (troços artificializados com passagens hidráulicas) , localizados em áreas urbanas, que tenham uma extensão maior a 100 metros sejam integradas em REN.

Na sua representação final, é feito um “merge” de todos os cursos de água com representação linear, os cursos com representação poligonal e ainda de todas as margens para garantir a sua continuidade em toda a extensão.

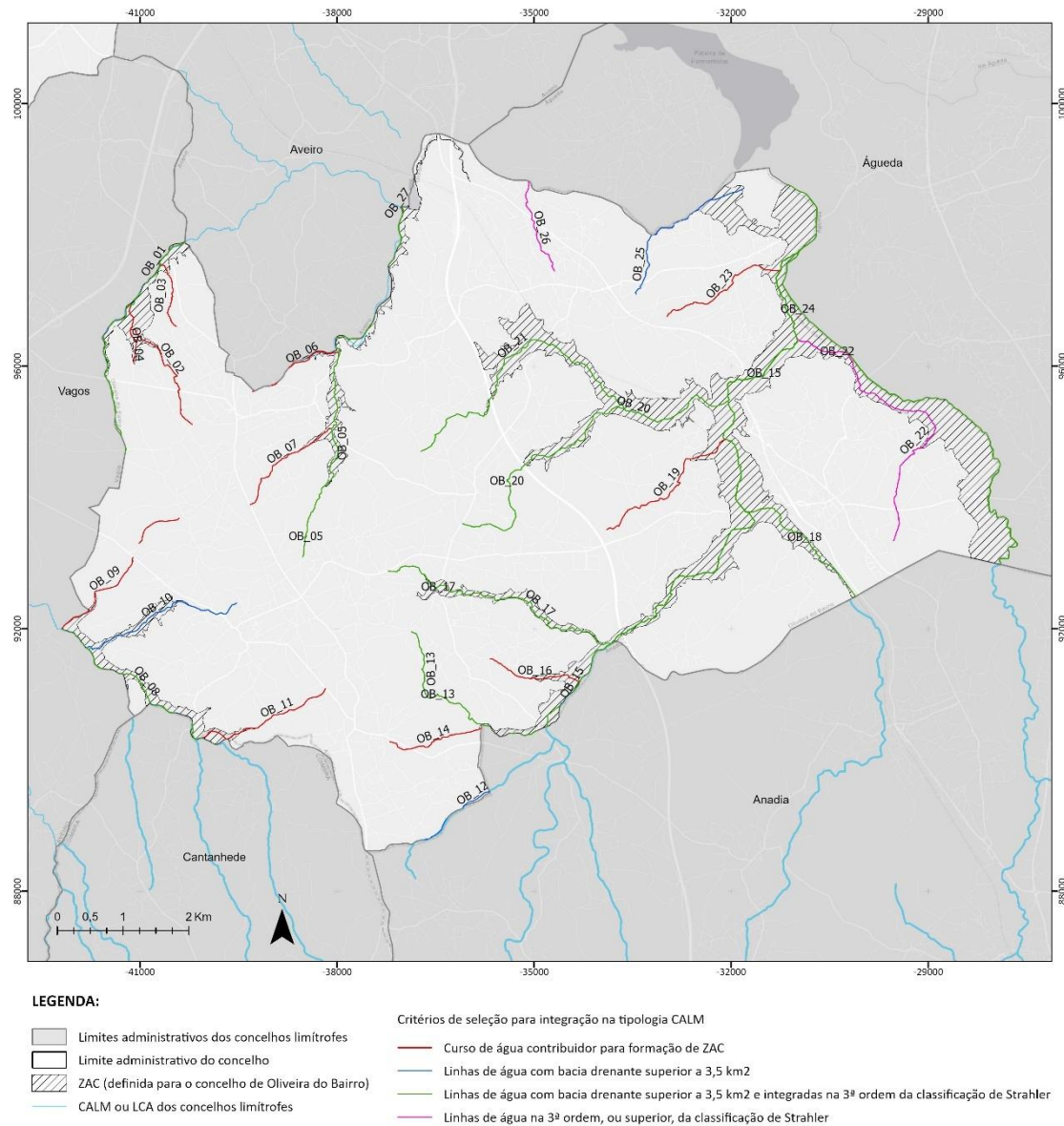
A_1.2.2. Áreas de estudo: Oliveira do Bairro

O primeiro passo na delimitação das CALM é a identificação das linhas de água que integram alguma das condições descritas na metodologia descrita acima, sendo este o cartograma resultante:



A_Figura 23 Identificação das linhas de água com bacia drenante superior a 3,5 km² (linha verde) e os cursos de água de ordem igual ou superior a 3 na classificação de Strahler (linha vermelha) no concelho de Oliveira do Bairro

Após esse cruzamento entre as linhas disponibilizadas pela APA e a hidrografia da cartografia base, é identificado o parâmetro pelo qual esta será integrada em CALM e fornecido um Código de identificação interno:



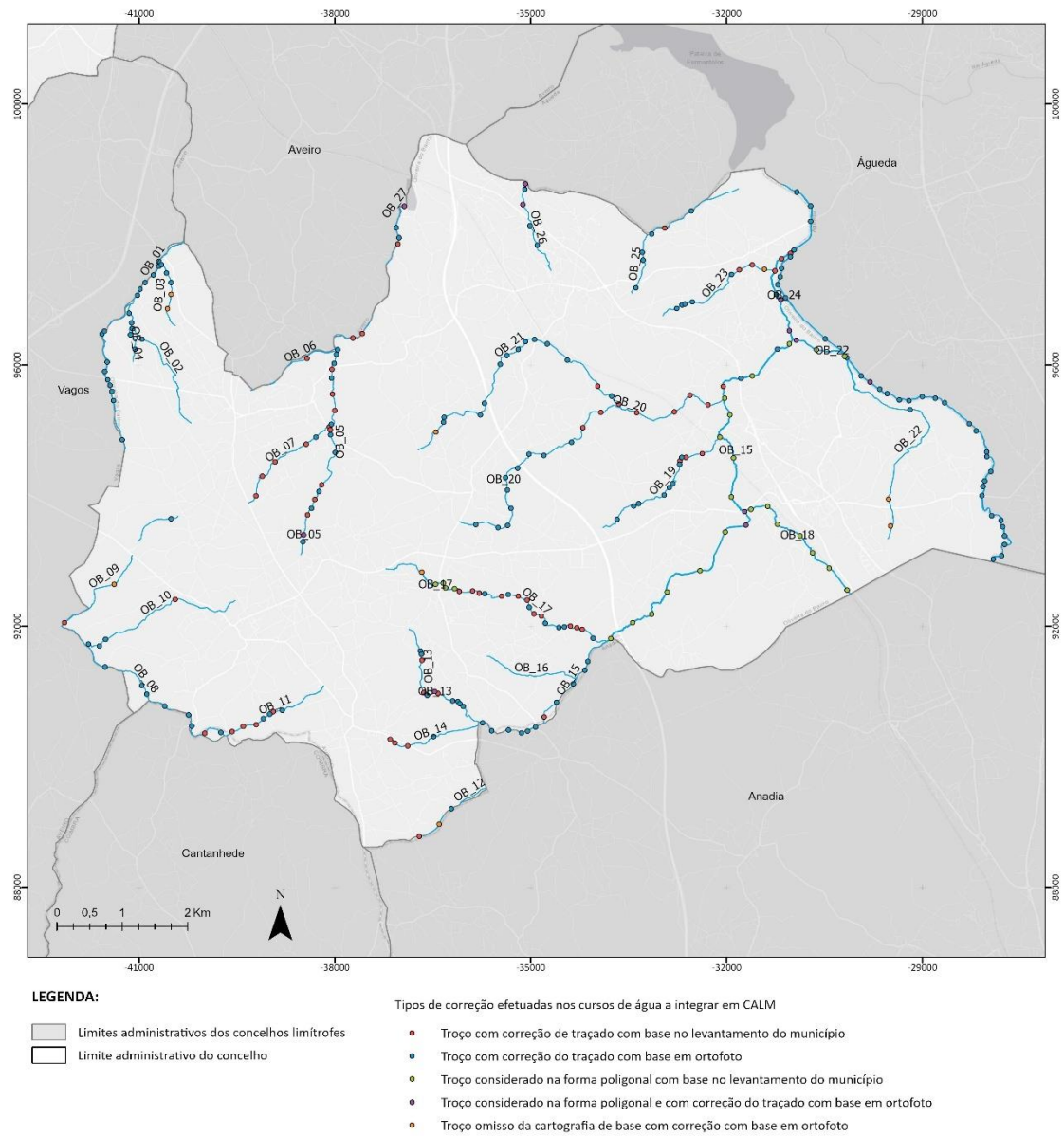
A_Figura 24 IdentificaÇão dos cursos de água selecionados para a integraÇão da tipologia CALM no concelho de Oliveira do Bairro

A_Tabela 2 Identificação dos critérios de seleção das linhas de água para integrar a tipologia CALM

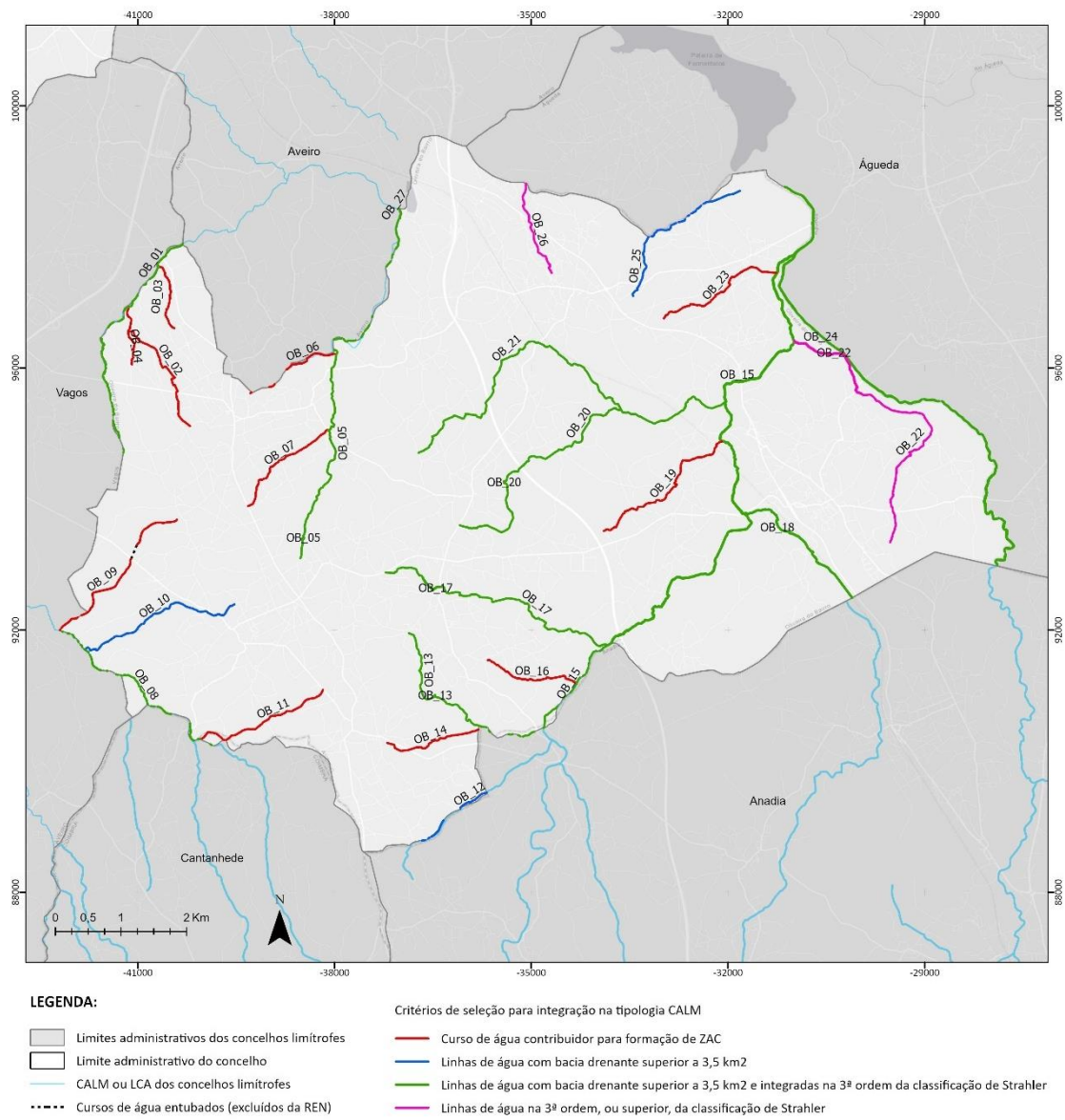
COD_ID	Toponímia	Critérios de Seleção das Linhas de Água (LA)		
		LA com bacia drenante superior a 3,5 km ²	LA integradas na 3ª ordem, ou superior, da classificação de Strahler	LA associados a Zonas Ameaçadas pelas Cheias (ZAC)
OB_01	Vala do Fontão/Ribeiro da Palha	X	X	
OB_02	-			X
OB_03	-			X
OB_04	-			X
OB_05	Ribeiro Novo	X	X	
OB_06	-			X
OB_07	Ribeira da Tojeira			X
OB_08	Ribeiro da Lomba	X	X	
OB_09	-			X
OB_10	-	X		
OB_11	Ribeiro de Vale Maior			X
OB_12	-	X		
OB_13	-	X	X	
OB_14	-			X
OB_15	Rio Levira	X	X	
OB_16	-			X
OB_17	-	X	X	
OB_18	-	X	X	
OB_19	-			X
OB_20	Rio Everdal	X	X	
OB_21	-	X	X	
OB_22	-		X	
OB_23	-			X
OB_24	Ribeiro de Vale Maior	X	X	
OB_25	-	X		
OB_26	-		X	
OB_27	Rio Largo	X	X	

- Linha de água sem identificação de toponímia

Após essa identificação é feita a correção dos traçados das linhas de água tendo por base os ortofotomapas da DGT, resultando no seguinte cartograma:



A_Figura 25 Localização e tipo de correções do traçado efetuadas nos cursos de água selecionados para integrar a tipologia CALM



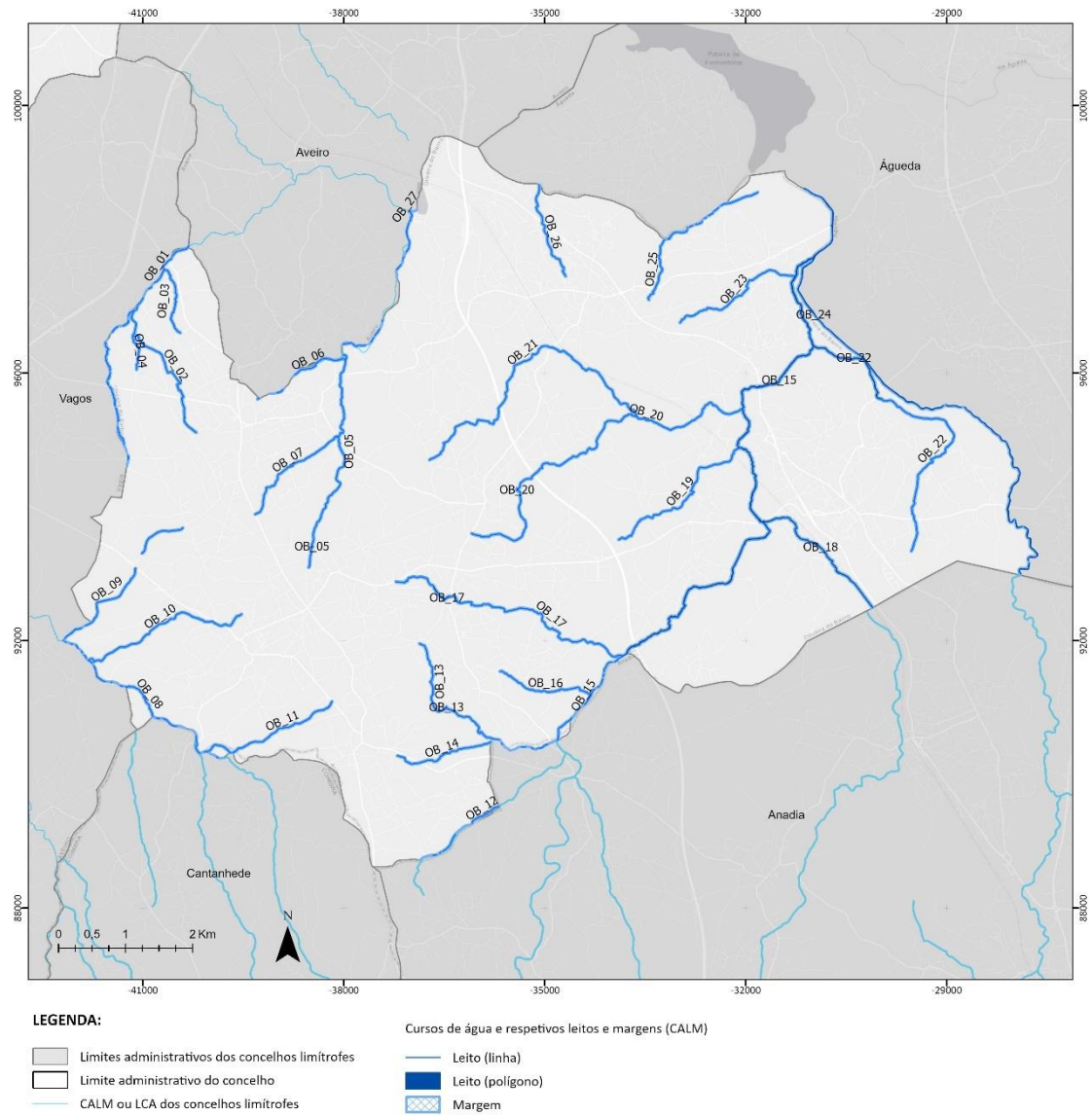
A_Figura 26 Identificação dos cursos de água, segundo os critérios de seleção para integração na tipologia CALM e identificação dos troços entubados excluídos da REN

A_Tabela 3 Identificação dos cursos de água a incluir na tipologia CALM, respetivos códigos, toponímia e medições

COD_ID	Toponímia	Leito (linha)	Leito (polígono)	Margem
		[comprimento em km]	[área em hectares]	[área em hectares]
OB_01	Vala do Fontão/Ribeiro da Palha	3,02		5,64
OB_02	-	2,45		4,87
OB_03	-	1,12		2,23
OB_04	-	0,56		1,11
OB_05	Ribeiro Novo	4,98	0,06	9,75
OB_06	-	1,00		1,97
OB_07	Ribeira da Tojeira	1,87		3,74
OB_08	Ribeiro da Lomba	1,94		3,97
OB_09	-	2,40		4,69
OB_10	-	2,77		5,52
OB_11	Ribeiro de Vale Maior	2,21		4,42
OB_12	-	0,89		1,72
OB_13	-	2,64	0,04	5,42
OB_14	-	1,57		3,15
OB_15	Rio Levira	1,28	8,14	20,06
OB_16	-	1,56		3,10
OB_17	-	4,02	0,19	8,62
OB_18	-		1,29	4,88
OB_19	-	2,69		5,36
OB_20	Rio Everdal	6,01	0,06	12,08
OB_21	-	4,88		9,73
OB_22	-	3,42	1,13	9,78
OB_23	-	2,15		4,29
OB_24	Ribeiro de Vale Maior		5,53	8,78
OB_25	-	2,35		4,53
OB_26	-	1,60		3,20
OB_27	Rio Largo	0,01		0,01
TOTAL		59,39	16,44	152,71

- * Linha de água sem identificação de toponímia

Finalmente consegue-se chegar ao cartograma final no qual é realizada a identificação dos leitos, tanto de forma linear e poligonal, como as suas margens, que no caso específico de Ovar assumem os valores de 59,39km para os leitos na forma linear, 16,44ha para os leitos na forma poligonal e de 152,71ha para as margens dos leitos, tendo neste último caso assumido a largura de 10 metros, sendo que todos estes cursos de água se identificam como eixos não navegáveis ou flutuáveis.



A_Figura 27 Tipologia Cursos de Água e respetivos Leitos e Margens definidos para o concelho de Oliveira do Bairro

A_1.3. Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos (AEIPRA) – Delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas

As Áreas Estratégicas de Infiltração e de Proteção e Recarga de Aquíferos (AEIPRA) são as áreas geográficas que, devido à sua 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. Para a delimitação desta tipologia ainda é delimitada uma área a incluir na tipologia das AEIPRA que são as Cabeceiras das Bacias Hidrográficas e será essa parte da delimitação da tipologia em que me irei focar e descrever como se trata a sua delimitação.

As Cabeceiras das Bacias Hidrográficas representam no fundo as zonas que dividem as diferentes bacias hidrográficas, isto é, as zonas mais altas, que se fazem representar pelas zonas desde as linhas de fecho até ao ponto inicial da rede hidrográfica fundamental do concelho, tratando por si só normalmente de uma paisagem diferenciada e com um grande valor paisagístico, tendo também uma grande importância ecológica.

A_1.3.1. Metodologia para delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas

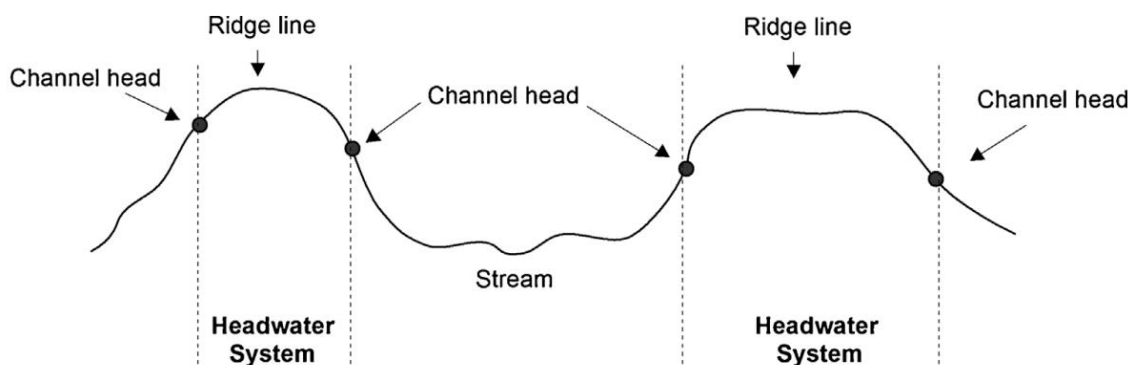
As Cabeceiras das Bacias Hidrográficas são as áreas que integram as linhas de fecho que dividem bacias hidrográficas e os pontos de início das linhas de água com características específicas para a criação deste modelo. Para melhor compreensão da sua delimitação apresenta-se a seguir uma transcrição da Portaria n.º 264/2020 de 13 de novembro que baliza esta ação:

“Para a delimitação das áreas de receção e infiltração das águas pluviais 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 identificação dos festos a considerar para a delimitação das cabeceiras no âmbito municipal deve ser efetuada ao nível regional, tendo em conta as bacias hidrográficas dos cursos de água principais da região.” (Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, alterada pela Portaria n.º 264/2020 de 13 de novembro).

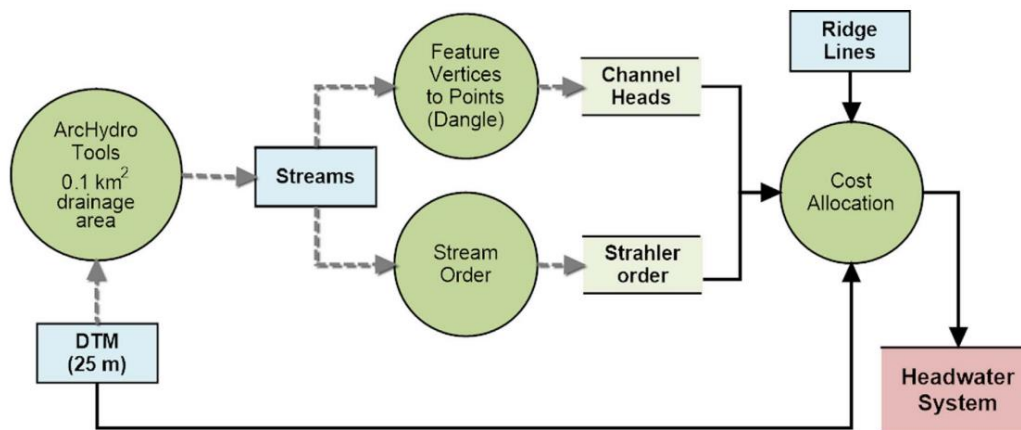
Não há propriamente uma metodologia específica para a delimitação destas cabeceiras, sendo assim, é adotado o método desenvolvido pelo estudo de Pena et al. (2017), que foi também a base utilizada pelo Instituto Superior de Agronomia (ISA) para a realização deste exercício para todo o continente de Portugal, disponibilizado pela plataforma EPIC WebGIS (ISA, 2020) (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/>), sempre adaptando à escala municipal.

Seguindo a linha de pensamento deste autor, o sistema de Cabeceiras das Bacias Hidrográficas é definido pela área adjacente à linha de fecho até ao ponto inicial da linha de água (channel head), que por norma está associado a mudanças na forma que os sedimentos são transportados, sendo por isso o limite das áreas de receção e infiltração de águas pluviais, como está representado no esquema mais a baixo. (Assim sendo, foi utilizada a ferramenta “Cost Allocation” do *ArcGis Pro*, que para cada píxel calcula a sua fonte mais próxima para mapear as áreas entre a linha de fecho e o ponto inicial das linhas de água.)



A_Figura 28 Perfil de terreno com a representação conceitual do sistema de cabeceiras de linhas de água (Pena et al. (2017), p.545).

A seguinte figura apresenta a forma de como se delimita as cabeceiras das linhas de água de forma esquematizada:



A_Figura 29 Processo GIS para a determinação das Cabeceiras de Linhas de Água (Pena et al. (2017), p. 546).

Assim sendo, são elaborados todos os dados necessários para a realização do exercício, tendo em conta o seguinte:

- Rede hidrográfica determinadas a partir do modelo dos fluxos hídricos acumulados, sendo isolados os valores superiores a 4 000 células (*pixel* de 25 m²), que se faz corresponder a bacias de drenagem de 0,1 km², e ordenadas pela classificação de Strahler;
- Modelo Digital de Terreno (MDT)
- Pontos do início das linhas de água identificados no modelo acima referido;
- Linhas de Fecho da ordem igual ou superior a 3 disponibilizadas pelo ISA (plataforma EPIC-WEBGIS), que correspondem no mínimo a bacias drenantes com área inferior a 10 km² e comprimento igual ou superior a 2 km.

Este último ponto referente às linhas de fecho disponibilizadas pelo ISA, em grande parte das vezes, apresentam erros devido à sua elaboração a uma menor escala, estando por vezes mal delineadas (não passam no sítio da curva de nível suposto) e também poderem estar concorrentes com algumas linhas de água selecionadas, pelo qual se deve fazer um ajuste manual quando se verificam alguma destas situações.

Após obter toda esta informação, entra-se num processo de reclassificações para que se consiga obter apenas a informação ou os valores que interessam para a delimitação

das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas. Após obter todos os dados de entrada disposto acima começa-se por rasterizá-la e dando valores a estes rasters (pixéis), atribuindo o valor 500 à rede hidrográfica e o valor 10 aos pontos de início da rede hidrográfica. Após este passo reclassifica os rasters obtidos no passo anterior classificando todos os valores, mantendo os valores atribuídos no passo anterior e dando o valor “0” aos restantes dados que não tinham valor atribuído, neste caso também ao tema das linhas de fecho, mantendo a classificação da hierarquia destas. O passo seguinte passa pela junção/soma destes 3 rasters a partir de expressões específicas, utilizando a ferramenta “*Raster Calculator*” do software *ArcGis Pro*, ficando apenas com os valores relevantes, isto é os valores das linhas de fecho (1,2,3 e 4), o valor atribuído aos pontos de início das linhas de água (10) e o valor atribuído à rede hidrográfica (500). Após obter este modelo resultante da junção dos 3 rasters é feita uma reclassificação para que os valores “0” desapareçam deste modelo ficando apenas com os valores “1”, “2”, “3”, “4”, “10” e “500”.

A este raster obtido, é aplicada a ferramenta “*Cost Allocation*” do *ArcGis Pro* da ESRI (custo acumulativo de deslocação), considerando como *raster* de “custo” de entrada o Modelo Digital do Terreno (MDT), elaborado com recurso à altimetria do concelho em estudo.

Seguiu-se um processo de generalização (suportado pelas ferramentas do software *ArcGis Pro*, da ESRI), que incluiu um conjunto de passos intermédios:

- agregação das áreas adjacentes à linha de fecho;
- eliminação dos polígonos isolados;
- verificação da continuidade (agregando polígonos dentro da mesma linha de fecho).

Por último, as manchas a integrar nesta tipologia da REN fora sujeitas a uma suavização mais apurada, utilizando, para esse efeito, a ferramenta “*Smooth Polygon*”, através do algoritmo “PAEK”, com um valor de tolerância de 300 m.

Obtendo a delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas, estas juntam-se à delimitação das Áreas Estratégicas de Infiltração e de Proteção e Recarga de Aquíferos, sendo parte integrante desta mesma tipologia.

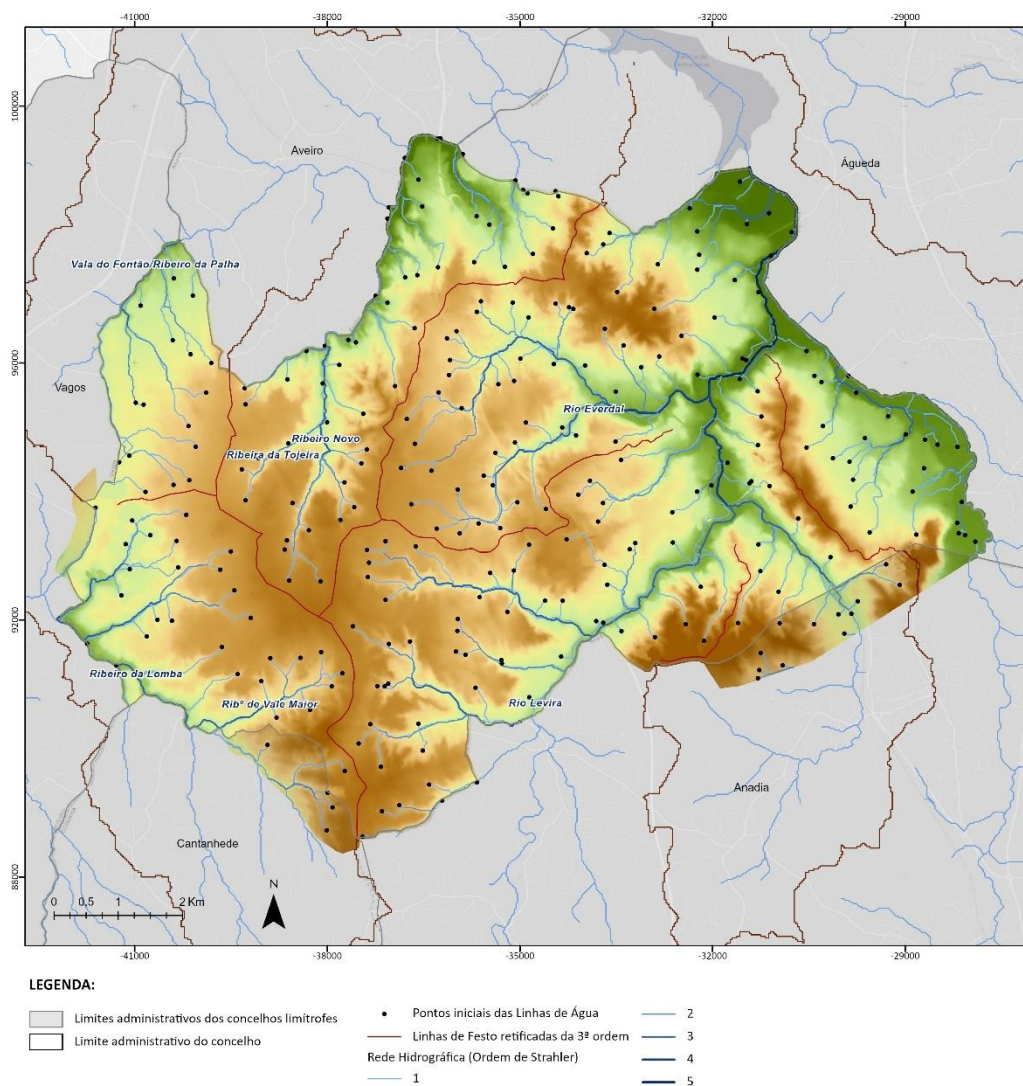
Resultado da delimitação da tipologia

Dado por concluído o processo, foram consolidadas, na delimitação da tipologia AEIPRA, a delimitação preliminar resultante da aplicação da metodologia baseada no índice de recarga efetiva e a delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas. Sobre esta junção, foram aplicadas as seguintes correções/compatibilizações:

- Compatibilização entre os limites das AEIPRA e dos leitos dos cursos de água, como o prolongamento das AEIPRA até aos Cursos de Água – Leito (tipologia CALM), de forma a preencher alguns vazios entre estas duas tipologias, tendo como referência uma distância de 20 m;
- Aferição dos limites exteriores das AEIPRA pelos limites administrativos do concelho.

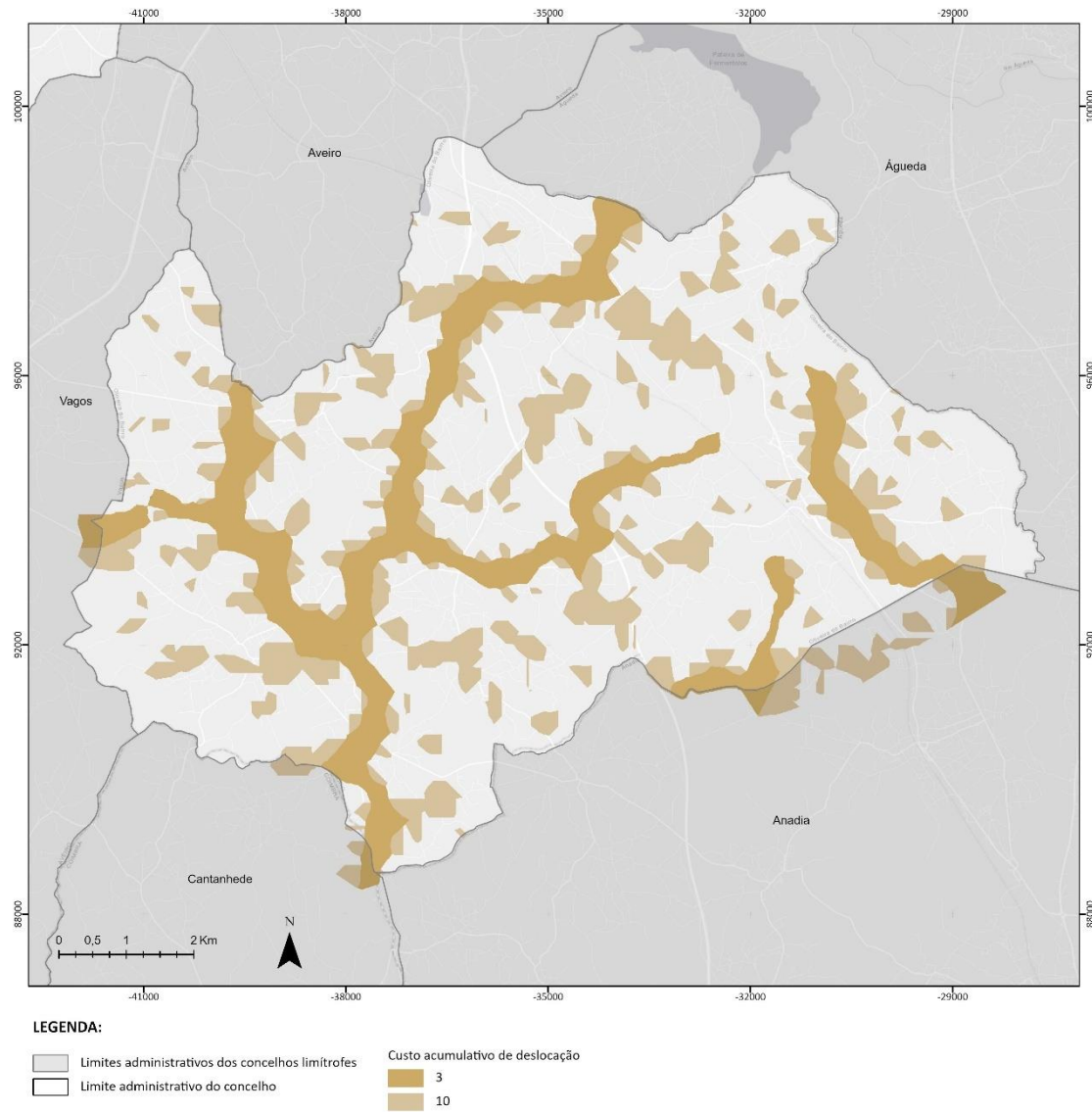
A_1.3.2. Áreas de estudo: Oliveira do Bairro

Para o caso de Oliveira do Bairro apenas se identificam 6 linhas de nível 3, as quais fazem a divisão das bacias hidrográficas dos rios Boco (Poente), Levira (Sul), Ribeiro Novo (Norte), Rio Cértima (nascente) e o seu afluente Rio Everdal (nordeste)



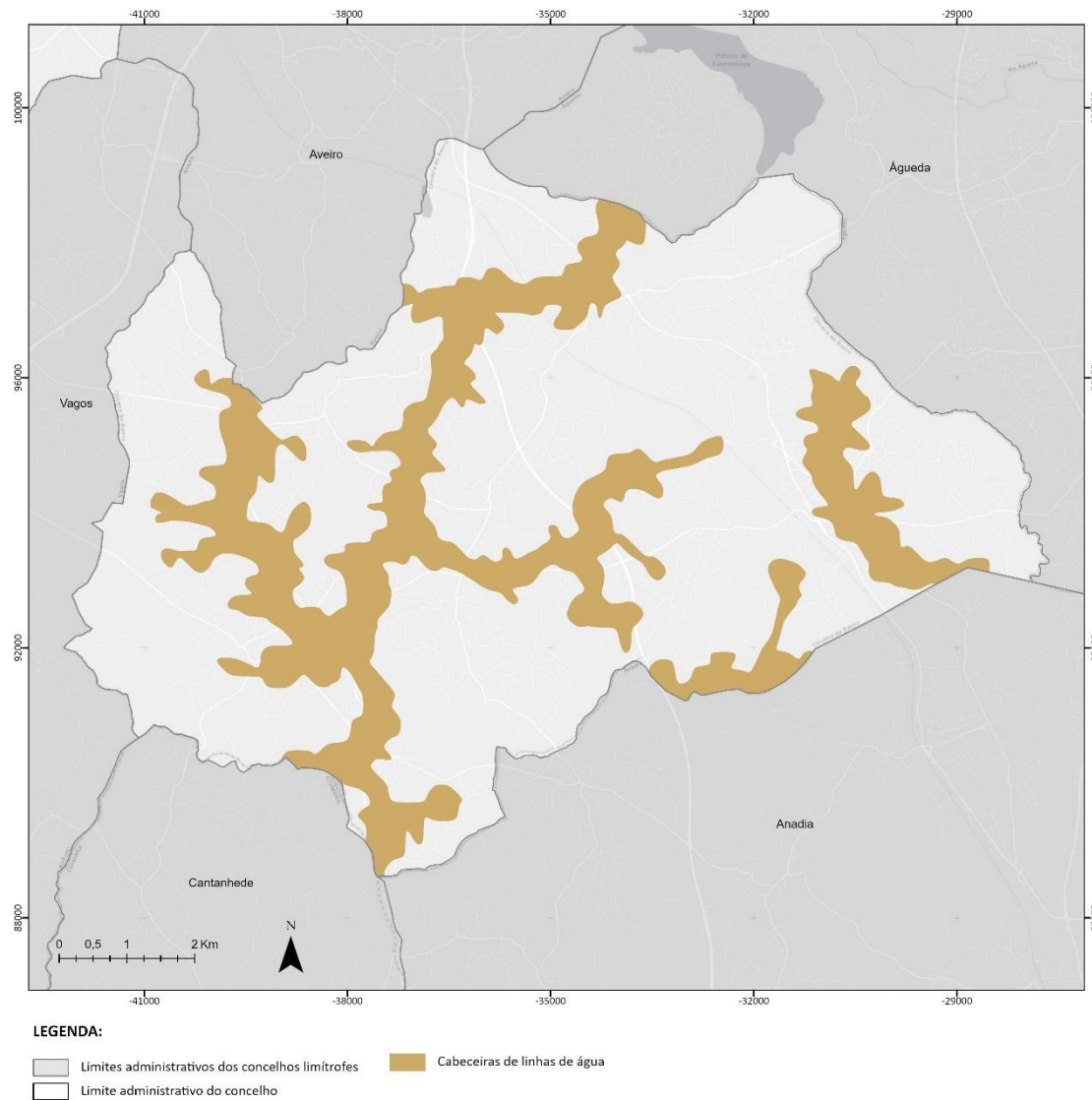
A_Figura 30 Dados de entrada utilizadas para a determinação das cabeceiras das bacias hidrográficas no concelho de Oliveira do Bairro

A partir do processo descrito acima, foi aplicada a ferramenta “*Cost Allocation*” do *ArcGis Pro* da ESRI (custo acumulativo de deslocação), considerando como *raster* de “custo” de entrada o Modelo Digital do Terreno (MDT), elaborado com recurso à altimetria do concelho.



A_Figura 31 Custo acumulativo de deslocação no concelho de Oliveira do Bairro

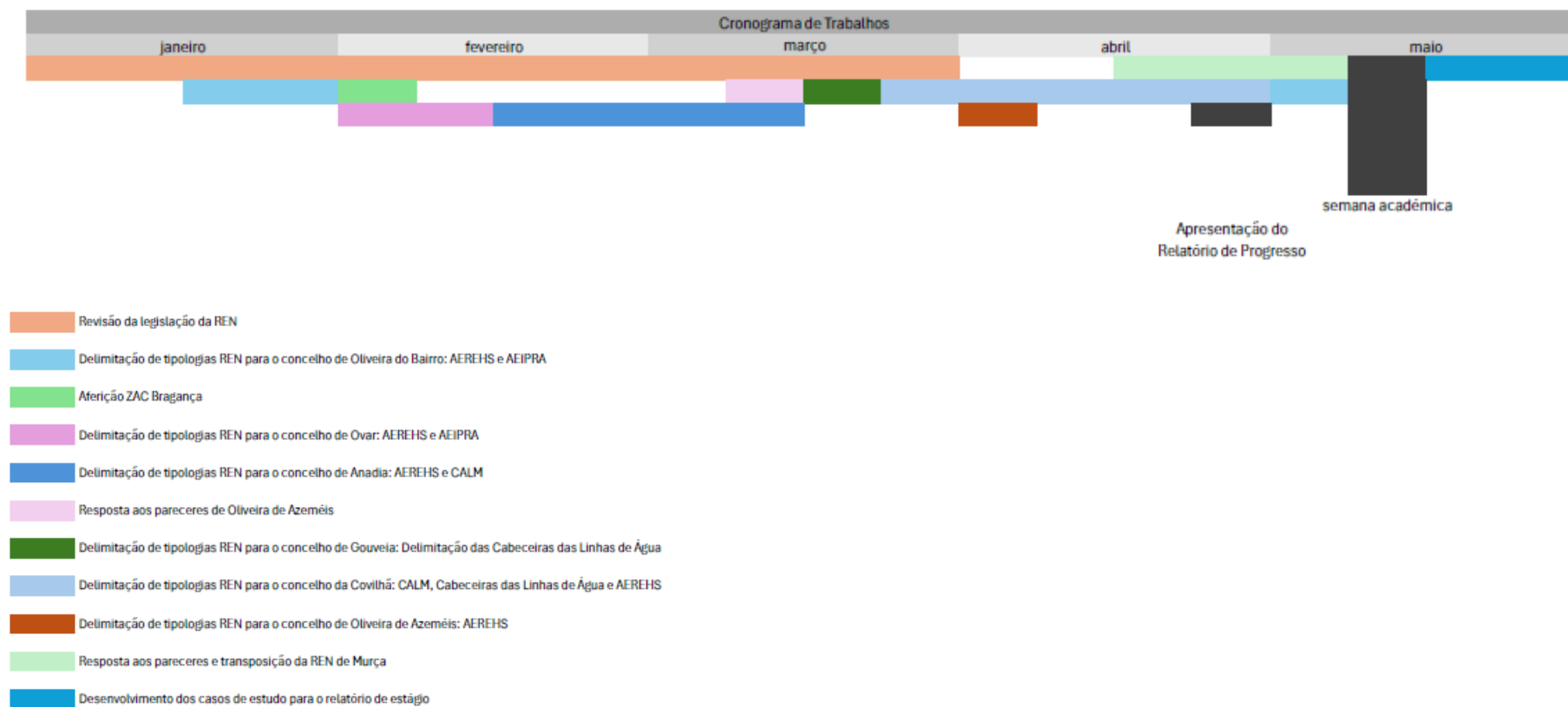
Após efetuados os ajustes pelo limite do concelho, a delimitação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas para o concelho de Oliveira do Bairro resultou numa área de 2 015,66 ha, conforme representado na figura seguinte.



A_Figura 32 Delimitação das cabeceiras das bacias hidrográficas no concelho de Oliveira do Bairro

Anexo B

B_1 Cronograma de Trabalhos



B_2 Cronograma do relatório de estágio

