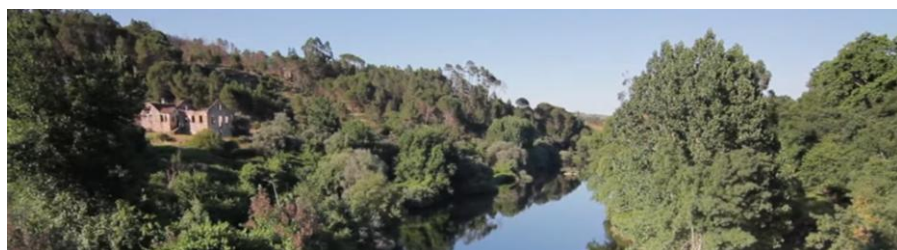


RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA DA
DELIMITAÇÃO DA RESERVA ECOLÓGICA
NACIONAL DO MUNICÍPIO DE NELAS



CÂMARA MUNICIPAL DE NELAS



Esta página foi deixada propositadamente em branco

Ficha Técnica do Documento

Título:	Memória Descritiva e Justificativa da Delimitação da Reserva Ecológica Nacional do município de Nelas
Descrição:	Documento que apresenta a metodologia considerada no processo de delimitação da Reserva Ecológica Nacional (REN) do Município de Nelas.
Data de produção:	12 de junho de 2024
Data da última atualização:	21 de abril de 2026
Versão:	01
Desenvolvimento e produção:	GeoAtributo, C.I.P.O.T., Lda.
Coordenador de Projeto:	Ricardo Almendra Geógrafo – Desenvolvimento e Ambiente
Equipa técnica:	Andreia Mota Geógrafa – Desenvolvimento e Ambiente Filipa Leite Geógrafa – Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território Márcia Aroma Arquiteta Urbanista Paula Pereira Geóloga – Geociências - Valorização de Recursos Geológicos
Consultores:	-
Código de documento:	051
Estado do documento	Para avaliação (de qualidade e de cumprimento dos requisitos) do Município.
Código do Projeto:	071180906
Nome do ficheiro digital:	1809_REN_MDJ_v01

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	12
2	ENQUADRAMENTO PROCESSUAL	14
2.1	Cartografia de base.....	15
3	TIPOLOGIAS DA REN EXISTENTES NO CONCELHO.....	18
3.1	Sustentabilidade do ciclo da água	19
3.1.1	Cursos de água e respetivos leitos e margens.....	19
3.1.2	Albufeiras que contribuam para a conectividade e coerência ecológica da REN, bem como os respetivos leitos, margens e faixas de proteção	33
3.1.3	Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos.....	35
3.1.3.1	Componente das Áreas de Máxima Infiltração (AMI)	41
3.1.3.2	Componente das Cabeceiras das bacias hidrográficas (CBH)	59
3.2	Prevenção de riscos naturais	99
3.2.1	Zonas ameaçadas pelas cheias	99
3.2.2	Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo	173
3.2.3	Áreas de instabilidade de vertentes.....	200
4	ÁREAS URBANAS CONSOLIDADAS SOBREPOSTAS À PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO DA REN BRUTA	225
5	COMPARAÇÃO ENTRE A REN EM VIGOR E A PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO DA REN	226
6	COMPARAÇÃO DA PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO DA REN COM OS CONCELHOS VIZINHOS	228
7	SÍNTESE CONCLUSIVA	234
8	BIBLIOGRAFIA	239
9	ANEXOS.....	248

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Afluente da Ribeira da Calva (Vilar Seco)	21
Figura 2: Afluente do Ribeiro do Vale do Boi (Canas Felgueira)	22

Figura 3: Ribeiro do Vale do Boi.....	23
Figura 4: Áreas tectónico-estruturais localizadas em Portugal Continental	38
Figura 5: Metodologia de cálculo do Landforms	61
Figura 6: Extrato da recolha de informação efetuada na plataforma DISASTER referente à ocorrência de cheias.....	100
Figura 7: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 1, localizado no Afluente do rio Dão em Fontanheiras.....	140
Figura 8: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 2, localizado no Rio Dão em Ponte da Pinouca.....	141
Figura 9: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 3, localizado no Subafluente do ribeiro do Cavagaio próximo de Picoto.....	142
Figura 10: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 4, localizado no Ribeiro do Cavagaio próximo da 231-4	143
Figura 11: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 5, localizado na Ribeira da Calva em Moreira de Baixo	144
Figura 12: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 6, localizado na Ribeira da Calva em Pisão	145
Figura 13: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 7, localizado na Ribeira da Calva em Pedra da Cavaleira	146
Figura 14: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 8, localizado no Afluente da Ribeira da Calva próximo do alto do Marreco	147
Figura 15: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 9, localizado Afluente da Ribeira da Calva no Vale do Cuco	148
Figura 16: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 10, localizado no Ribeiro de Travassos próximo da Quinta dos Travassos	149
Figura 17: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 11, localizado no Afluente do Ribeiro de Travassos no Vale das Caldelas	150
Figura 18: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 12, localizado no Ribeiro de Travassos próximo de Nelas.....	151
Figura 19: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 13, localizado no Ribeiro do Vale do Boi em Canas de Senhorim.....	152

Figura 20: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 14, localizado no Afluente do Ribeiro do Vale do Boi em Canas - Felgueira	153
Figura 21: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 15, localizado no Ribeiro da Pantanha próximo da Urgeiriça	154
Figura 22: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 16, localizado no Afluente do Rio Mondego em Lapa do Lobo.....	155
Figura 23: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 17, localizado no Afluente do Rio Mondego em Lapa do Lobo 2	156
Figura 24: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 18, localizado no Ribeiro da Pantanha próximo de Caldas de Felgueira	157
Figura 25: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 19, localizado Rio do Castelo em Póvoa de Luzianes	158
Figura 26: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 20, localizado no Rio Mondego próximo de Caldas de Felgueira.....	159
Figura 27: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 21, localizado no Rio Videira em Senhorim	160
Figura 28: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortof Rio do Castelo em Moinhos otomapa do Ponto 22, localizado no Subafluente do Rio Ovil (Tapadas)	161
Figura 29: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 23, localizado no Ribeiro do Vale do Boi em Canas de Senhorim 2.....	162
Figura 30: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 24, localizado no Rio do Castelo em C. de S. José	163
Figura 31: Extrato da recolha de informação efetuada na plataforma DISASTER referente à ocorrência de movimentos de massa em vertentes	201

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Metadados da cartografia de base do concelho de Nelas.....	15
Quadro 2: Metadados dos ortofotomapas de 2018	15
Quadro 3: Metadados dos ortofotomapas de 2021	16
Quadro 4: Metadados das ortoimagens de 2023	16
Quadro 5: Metadados da Carta Administrativa Oficial de Portugal de 2024	17

Quadro 6: Cursos de água e respetivos leitos e margens propostos para integração em REN	28
Quadro 7: Variação da delimitação do leito dos cursos de água, respetivos leitos e margens da REN proposta comparativamente à REN vigente	30
Quadro 8: Valores típicos adotados na variável relativa à zona vadosa	42
Quadro 9: Valores do parâmetro referente à zona vadosa	42
Quadro 10: Valores do parâmetro alusivo à recarga potencial	46
Quadro 11: Valores do parâmetro correspondente aos declives	47
Quadro 12: Variação de delimitação das cabeceiras das linhas de água e zonas de máxima infiltração da REN em vigor comparativamente à proposta de delimitação	96
Quadro 13: Caraterísticas principais das bacias hidrográficas das ribeiras e rios em análise	112
Quadro 14: Caraterísticas principais das bacias hidrográficas das ribeiras e rios em análise	120
Quadro 15: Tempos de concentração das bacias hidrográficas em estudo	121
Quadro 16: Expressão regulamentar utilizada para o cálculo das precipitações intensas	122
Quadro 17: Parâmetros das curvas IDF (a e b) para os casos em estudo	123
Quadro 18: Expressão da fórmula racional, pelo método de Temez (1978)	124
Quadro 19: Coeficiente de escoamento para os locais de estudo	125
Quadro 20: Intensidade de precipitação das bacias hidrográficas para T = 20 e 100 anos	126
Quadro 21: Caudais de ponta de cheia segundo a fórmula racional	127
Quadro 22: Expressão que expressa o método do <i>Soil Conservation Service (SCS)</i>	128
Quadro 23: Expressão da fórmula de determinação da precipitação útil	129
Quadro 24: Expressão da fórmula de determinação do valor das perdas iniciais da chuvada	129
Quadro 25: Número de escoamento (N) para os pontos em estudo	129
Quadro 26: Expressão da fórmula de determinação do tempo de crescimento	130
Quadro 27: Expressão da fórmula de determinação da duração da chuvada útil	131
Quadro 28: Parâmetros do método do SCS	132
Quadro 29: Caudais de ponta de cheia segundo o método SCS	133
Quadro 30: Caudais de ponta de cheia adotados	134
Quadro 31: Valores do coeficiente de rugosidade para cada local de estudo	136

Quadro 32: Condições de escoamento para $T=20$ anos em cada local de estudo.....	137
Quadro 33: Condições de escoamento para $T=100$ anos em cada local de estudo	138
Quadro 34: Variação de delimitação das zonas ameaçadas pelas cheias da REN em vigor comparativamente à proposta de delimitação	170
Quadro 35: Valores de correspondência entre os declives (%) e o coeficiente m	179
Quadro 36: Valores do fator P consoante a classe de declive (%)	191
Quadro 37: Variação da delimitação referente às áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo da REN proposta comparativamente à REN em vigor	198
Quadro 38: Valores de ponderação da variável referente aos declives	205
Quadro 39: Valores de ponderação da variável alusiva à exposição de vertentes	205
Quadro 40: Valores de ponderação da variável relativa à geologia	206
Quadro 41: Valores de ponderação da variável referente às formações superficiais	206
Quadro 42: Valores de ponderação da variável alusiva à curvatura de vertentes	207
Quadro 43: Valores de ponderação da variável relativa à ocupação do solo	207
Quadro 44: REN em vigor e REN proposta	226
Quadro 45: Síntese das áreas incluídas em REN por tipologia.....	235
Quadro 46: Resumo das áreas propostas na delimitação da REN por categoria.....	236

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Variáveis associadas à delimitação da tipologia REN: leitos e margens dos cursos de água.....	25
Mapa 2: Cursos de água, respetivos leitos e margens propostos para integração em REN	27
Mapa 3: Comparação dos cursos de água e respetivos leitos e margens da REN proposta com a tipologia correspondente da REN em vigor	32
Mapa 4: Natureza geológica da zona vadosa.....	44
Mapa 5: Índice da zona vadosa (ZV)	45
Mapa 6: Rede meteorológica.....	48
Mapa 7: Precipitação média anual (resultado da aplicação do IDW)	49
Mapa 8: Recarga potencial (Ip)	50
Mapa 9: Recarga potencial (Ip) com a reclassificação dos valores do parâmetro alusivo	51

Mapa 10: Declive da superfície topográfica (D).....	52
Mapa 11: Capacidade de infiltração da água no solo.....	53
Mapa 12: Índice de recarga efetiva (IRef)	56
Mapa 13: Formações hidrogeológicas a integrar em REN	57
Mapa 14: Índice de recarga efetiva (IRef) e das formações hidrogeológicas (resultado bruto)	58
Mapa 15: Linhas de festo incidentes no concelho de Nelas	60
Mapa 16: Focal Statistics (TPI: 10)	63
Mapa 17: Focal Statistics (TPI: 250)	64
Mapa 18: Minus (TPI: 10)	65
Mapa 19: Minus (TPI: 250)	66
Mapa 20: Raster calculator (TPI: 10)	67
Mapa 21: Raster calculator (TPI: 250)	68
Mapa 22: Raster padronizado (TPI: 10)	69
Mapa 23: Raster padronizado (TPI: 250)	70
Mapa 24: Declives reclassificados	71
Mapa 25: Combine	72
Mapa 26: Classificação do relevo.....	73
Mapa 27: Linhas de festo de 2.º, 3.º e 4.º níveis ajustadas incidentes no concelho de Nelas.....	75
Mapa 28: <i>Triangular Irregular Network</i> (TIN)	77
Mapa 29: Modelo Digital do Terreno (MDT).....	78
Mapa 30: Direção de fluxos	79
Mapa 31: Fluxos acumulados.....	80
Mapa 32: <i>Stream Definition</i>	81
Mapa 33: <i>Stream Segmentation</i>	82
Mapa 34: <i>Stream Order</i>	83
Mapa 35: Rede hidrográfica reclassificada	84
Mapa 36: Pontos de início da rede hidrográfica reclassificada.....	85
Mapa 37: Linhas de festo reclassificadas	86

Mapa 38: Junção dos temas de base.....	88
Mapa 39: Aplicação da ferramenta “Cost Allocation”	89
Mapa 40: Cabeceiras das bacias hidrográficas (resultado bruto)	90
Mapa 41: Cabeceiras das bacias hidrográficas	91
Mapa 42: Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos (resultado bruto)	93
Mapa 43: Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos (generalização de 1ha).....	94
Mapa 44: Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos propostas para integração em REN	95
Mapa 45: Comparação das áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos da REN proposta com as tipologias correspondentes da REN em vigor	98
Mapa 46: Geologia	104
Mapa 47: Ocupação do solo	105
Mapa 48: Declive	106
Mapa 49: Topografia	107
Mapa 50: Pontos alvo de estudos hidrológico e hidráulico	110
Mapa 51: Suscetibilidade à ocorrência de cheias no concelho de Nelas	167
Mapa 52: Zonas ameaçadas pelas cheias propostas para integração em REN.....	169
Mapa 53: Comparação das zonas ameaçadas pelas cheias da REN proposta com a tipologia correspondente da REN em vigor.....	172
Mapa 54: Fator de erosividade da precipitação “R”	175
Mapa 55: Fator de erodibilidade dos solos “K”	176
Mapa 56: Carta de Solos da Zona Interior Centro, no concelho de Nelas.....	177
Mapa 57: Triangular Irregular Network (TIN).....	181
Mapa 58: Modelo Digital do Terreno (MDT).....	182
Mapa 59: Direção de fluxos	183
Mapa 60: Fluxos acumulados.....	184
Mapa 61: Comprimento do desnível “λ”	185
Mapa 62: Coeficiente dependente do declive “m”	186
Mapa 63: Fator L – Comprimento da vertente	187

Mapa 64: Ângulo associado à inclinação do desnível “ θ ”	188
Mapa 65: Fator S – Declive da vertente	189
Mapa 66: Fator topográfico “LS”	190
Mapa 67: Fator referente à prática de conservação do solo “P”	192
Mapa 68: Erosão potencial do solo “A”	194
Mapa 69: Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo (resultado bruto)	195
Mapa 70: Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo (generalização)	196
Mapa 71: Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo propostas para integração em REN	197
Mapa 72: Comparação das áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo da REN proposta com a tipologia correspondente da REN em vigor	199
Mapa 73: Fator alusivo aos declives (DE)	209
Mapa 74: Fator referente à exposição de vertentes (EX).....	210
Mapa 75: Fator relativo à litologia “LT”	211
Mapa 76: Fator alusivo às formações superficiais “FS”	212
Mapa 77: Fator relativo à curvatura de vertentes (CV)	213
Mapa 78: Fator referente à ocupação do solo (OS)	214
Mapa 79: Suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes	215
Mapa 80: Declives superiores a 45°	218
Mapa 81: Áreas de instabilidade de vertentes – Escarpas naturais (resultado bruto)	219
Mapa 82: Áreas de instabilidade de vertentes – Escarpas naturais (generalização de 300 m ²)	220
Mapa 83: Áreas de instabilidade de vertentes (resultado bruto)	221
Mapa 84: Áreas de instabilidade de vertentes (generalização de 5000 m ²)	222
Mapa 85: Áreas de instabilidade de vertentes propostas para integração em REN	223
Mapa 86: Proposta de delimitação da Reserva Ecológica Nacional de Nelas	238

1 INTRODUÇÃO

A Reserva Ecológica Nacional (REN) é uma restrição de utilidade Pública composta pelo conjunto de áreas que detêm valor e sensibilidade ecológicos ou que estão expostas e são suscetíveis perante riscos naturais.

A delimitação da REN deve evoluir em paralelo com a disponibilidade de informação que permita delimitações mais rigorosas (e. g. conhecimento mais rigoroso acerca da recarga e descarga de aquíferos, resultante de modelos numéricos de escoamento subterrâneo) ou maiores certezas sobre certos fenómenos (e. g. efeitos das alterações climáticas e respetivos cenários), privilegiando-se para o efeito os mecanismos de dinâmica dos instrumentos de gestão territorial.

Compete à Câmara Municipal elaborar a proposta de delimitação da REN a nível municipal, devendo as Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) e a Agência Portuguesa do Ambiente (APA, I. P) promover a atempada produção e atualização de informação técnica adequada, que permita proceder aos trabalhos de delimitações da REN, assim como prestar a colaboração necessária aos municípios, tendo em conta os conhecimentos técnicos e a experiência adquirida no âmbito das suas competências.

Desta forma, no enquadramento do Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional (RJREN), a Câmara Municipal de Nelas realizou a proposta de delimitação da REN tendo por base o disposto no Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto, que altera o RJREN.

Esta alteração no regime jurídico implica um compromisso de extrema relevância no ordenamento do território, uma vez que, no domínio das alterações climáticas, a política de mitigação já não é suficiente para lidar com as mudanças do clima, sendo fundamental reforçar a adoção de medidas de adaptação, no sentido de contribuir para a sua maior resiliência.

Neste sentido, *“este compromisso reveste-se hoje de extrema acuidade, quando a Península Ibérica está já sinalizada como um hotspot para as alterações climáticas e, assim, o nosso país se encontra especialmente vulnerável aos riscos naturais em termos de impacto sobre as atividades sócio económicas e sobre a vida humana.*

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; e 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.”

A presente proposta, para além de incorporar as alterações dispostas na redação atual do RJREN, Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto, foi delimitada em consonância com as metodologias das orientações estratégicas nacionais e regionais explícitas na Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro e na Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro, com as recomendações técnicas da Comissão Nacional do Território (CNT), publicadas a 17 de novembro de 2017, com as orientações indicadas no guia de apoio à delimitação da REN “Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo – Cálculo do Fator Topográfico (LS)”, realizado por Reis *et al.* (2020) e com os instrumentos de política e estratégias nacionais e comunitárias expressas no n.º 2 da secção I da Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro.

Neste sentido, de acordo com a Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, “(...) *A alteração da delimitação da REN na totalidade do território municipal configura uma reavaliação do território à luz do regime jurídico vigente, considerando as tipologias de área integradas na REN constantes do artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto, as diretrizes e os critérios para a delimitação que configuram estas orientações estratégicas de âmbito nacional e regional e a melhor informação disponível (...)*”.

Assim, o presente documento tem como objetivo enquadrar os trabalhos do processo de delimitação da Reserva Ecológica Nacional (REN), onde se apresentam os critérios e procedimentos metodológicos adotados, os resultados obtidos e comparação das tipologias com a REN vigente.

2 ENQUADRAMENTO PROCESSUAL

A delimitação da Reserva Ecológica Nacional (REN) para a área do município de Nelas foi aprovada pela Portaria n.º 848/93, de 10 de setembro.

Em 2015, o Município de Nelas apresentou, nos termos do disposto no n.º 2 do artigo 41.º do Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 239/2012, de 2 de novembro, com a redação introduzida no artigo 20.º, n.ºs 4 e 5 pelo Decreto-Lei n.º 96/2013, de 19 de julho, uma proposta de delimitação da REN, sob orientação da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro (CCDR do Centro), enquadrada no procedimento de revisão do respetivo plano diretor municipal, tendo sido a REN aprovada pela Portaria n.º 273/2015, de 8 de novembro, publicada em Diário da República n.º 75, Série I de 8 de setembro de 2015, onde foram delimitadas as seguintes tipologias:

- a) Leitos de cursos de água;
- b) Albufeiras e faixa de proteção;
- c) Cabeceiras das linhas de água;
- d) Áreas de máxima infiltração;
- e) Zonas ameaçadas pelas cheias;
- f) Áreas com risco de erosão.

Posto isto, de salientar que o processo de delimitação da REN que obedece, no conteúdo e na tramitação, ao disposto no Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional (RJREN), estipulado pelo Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto, retificado através da Declaração de Retificação n.º 63-B/2008, de 21 de outubro, e posteriormente alterado, pelo Decreto-Lei 239/2012, de 2 de novembro, pelo Decreto-Lei n.º 96/2013, de 19 de julho, pelo Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio e pelo Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto, sem prejuízo da demais legislação em vigor em matéria de ambiente, ordenamento do território e urbanismo.

No desenvolvimento dos trabalhos foram tidas em consideração as “Orientações Estratégicas Nacionais e Regionais” para a demarcação deste regime a nível municipal, expressas na Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, alterada pela Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro, e as orientações indicadas no guia de apoio à delimitação da REN “Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo – Cálculo do Fator Topográfico (LS)”, realizado por Reis *et al.* (2020).

2.1 CARTOGRAFIA DE BASE

As peças cartográficas produzidas no processo de delimitação da REN tiveram por base de referência a cartografia vetorial homologada à escala 1:10.000, produzida pela Geoglobal - Sistemas de Informação Geografica, Ltd para a Comunidade Intermunicipal Viseu Dão Lafões e homologada pela Direção-Geral do Território (DGT), a 1 de outubro de 2018, e os ortofotomapas cedidos pela DGT, referentes aos anos 2018 e 2021 e as Ortoimagens referentes ao ano 2023.

Quanto à Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP), a versão utilizada corresponde ao ano de 2024.

Nos quadros seguintes apresentam-se os metadados dos elementos cartográficos de base.

Quadro 1. Metadados da cartografia de base do concelho de Nelas

ENTIDADE PROPRIETÁRIA DA CARTOGRAFIA	Comunidade Intermunicipal Viseu Dão Lafões
ENTIDADE PRODUTORA	Geoglobal - Sistemas de Informação Geografica, Ltd
DATA DE HOMOLOGAÇÃO	01/10/2018
NÚMERO DE HOMOLOGAÇÃO	484
SISTEMA DE REFERÊNCIA E DATUM	ETRS89 (PT-TM06)
PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA	Transversa de Mercator
ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA	GRS80 (Geodetic Reference System 1980)
ESCALA	1:10 000
FORMATO	Shapefile

Fonte: Direção-Geral do Território, 2024.

Quadro 2: Metadados dos ortofotomapas de 2018

ENTIDADE PROPRIETÁRIA DA CARTOGRAFIA	Direção-Geral do Território
PARCEIROS	IFAP e Fundo Florestal Permanente
CARTOGRAFIA	Cartografia Oficial
DATA DE PUBLICAÇÃO	15/08/2018
DATA DE VOO	2018
SISTEMA DE REFERÊNCIA E DATUM	ETRS89 (PT-TM06)

ENTIDADE PROPRIETÁRIA DA CARTOGRAFIA	Direção-Geral do Território
PARCEIROS	IFAP e Fundo Florestal Permanente
PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA	Transversa de Mercator
ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA	GRS80 (<i>Geodetic Reference System 1980</i>)
RESOLUÇÃO ESPACIAL	0,25m
FORMATO	TIFF, JPEG, GIF, PNG, GeoTIFF

Fonte: Direção-Geral do Território, 2024.

Quadro 3: Metadados dos ortofotomapas de 2021

ENTIDADE PROPRIETÁRIA DA CARTOGRAFIA	Direção-Geral do Território
PARCEIROS	IFAP
CARTOGRAFIA	Cartografia Oficial
DATA DE PUBLICAÇÃO	06/06/2022
DATA DE VOO	2021
SISTEMA DE REFERÊNCIA E DATUM	ETRS89 (PT-TM06)
PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA	Transversa de Mercator
ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA	GRS80 (<i>Geodetic Reference System 1980</i>)
RESOLUÇÃO ESPACIAL	0,25m
FORMATO	TIFF, JPEG, GIF, PNG, GeoTIFF

Fonte: Direção-Geral do Território, 2024.

Quadro 4: Metadados das ortoimagens de 2023

ENTIDADE PROPRIETÁRIA DA CARTOGRAFIA	Direção-Geral do Território
CARTOGRAFIA	Cartografia Oficial
DATA DE CRIAÇÃO	31/10/2023
SISTEMA DE REFERÊNCIA E DATUM	ETRS89 (PT-TM06)
PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA	Transversa de Mercator
ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA	GRS80 (<i>Geodetic Reference System 1980</i>)
RESOLUÇÃO ESPACIAL	0,30m
FORMATO	GeoTIFF

Fonte: Direção-Geral do Território, 2024.

Quadro 5: Metadados da Carta Administrativa Oficial de Portugal de 2024

ENTIDADE PROPRIETÁRIA DA CARTOGRAFIA	Direção Geral do Território
ENTIDADE PRODUTORA	Direção Geral do Território
VERSÃO	2024
SISTEMA DE REFERÊNCIA E DATUM	ETRS89 (PT-TM06);
PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA	Transversa de Mercator
ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA	GRS80 (<i>Geodetic Reference System</i> 1980)
ESCALA	1:25 000
FORMATO	<i>Shapefile</i>

Fonte: Direção-Geral do Território, 2025.

3 TIPOLOGIAS DA REN EXISTENTES NO CONCELHO

A delimitação da REN do concelho de Nelas foi elaborada de acordo com o disposto no Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto, na redação do Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto, com as orientações estratégicas estabelecidas na Portaria n.º 336/2019, de 28 de agosto e com as orientações indicadas no guia de apoio à delimitação da REN “Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo – Cálculo do Fator Topográfico (LS)”, realizado por Reis *et al.* (2020), cuja avaliação e aplicação de critérios resultou na delimitação das seguintes tipologias da REN:

- Cursos de água e respetivos leitos e margens; (Leitos dos Cursos de Água¹)
- Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos; (Cabeceiras das Linhas de Água e Áreas de Máxima Infiltração¹)
- Zonas ameaçadas pelas cheias; (Zonas Ameaçadas pelas Cheias¹)
- Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo; (Áreas de Risco de Erosão¹)
- Áreas de instabilidade de vertentes.

No que respeita às categorias da REN não delimitadas refere-se que, sendo Nelas um concelho que não integra o litoral português, todas as tipologias da REN referentes às áreas de proteção do litoral e zonas ameaçadas pelo mar são naturalmente inexistentes.

Para além do referido, não se verifica a existência de áreas correspondentes à tipologia zonas adjacentes, sendo que estas áreas são classificadas por ato regulamentar. Em conformidade com as orientações expressas na Portaria n.º 336/2019, de 28 de agosto, as zonas adjacentes são consideradas para efeito de delimitação da REN por zonas ameaçadas pelas cheias.

Salienta-se, também, que não foram identificadas lagoas ou lagos classificados como de águas públicas ou que cumpram os critérios de delimitação estabelecidos na Lei da Água, na Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos e na Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, na área territorial concelhia.

De seguida, são apresentados os resultados das categorias REN delimitadas, os critérios que estiveram na base da sua demarcação, assim como a comparação com as tipologias correspondentes da REN vigente.

¹ Correspondência das áreas definidas no Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de março, e em presença na REN de Nelas em vigor, de acordo com o Anexo IV a que se refere o Artigo 43.º do Decreto-Lei n.º 124/2019.

3.1 SUSTENTABILIDADE DO CICLO DA ÁGUA

3.1.1 CURSOS DE ÁGUA E RESPECTIVOS LEITOS E MARGENS

a) Conceito

Entende-se por leitos dos cursos de água o *“terreno coberto pelas águas, quando não influenciadas pelas cheias extraordinárias, inundações ou tempestade, neles se incluindo os mouchões, os lodeiros e os areais nele formados por deposição aluvial”* (Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto), que por sua vez, de acordo com a Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, *“determina a seleção de linhas de água identificadas na cartografia de base que possuem as características mínimas para serem integradas na REN.”*

A definição de margem compreende a determinação de uma faixa de terreno adjacente ou proeminente à linha que limita o leito das águas, sendo que a largura é legalmente estabelecida, e a integração de praias fluviais, tendo por base o disposto na Lei da Água (Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro) e na Lei que Estabelece a Titularidade dos Recursos Hídricos (Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro), na sua redação atual.

No que concerne ao limite do leito, tendo em conta o aludido na Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro, posteriormente alterada pela Declaração de Retificação n.º 4/2006 de 11 de janeiro e pelas Leis n.º 78/2013 de 21 de novembro, n.º 34/2014 de 19 de junho e n.º 31/2016, de 23 de agosto, este é estabelecido dependente da situação existente, sendo portanto definido *“(...) pela aresta ou crista superior do talude marginal ou pelo alinhamento da aresta ou crista do talude molhado das motas, câmoros, valados, tapadas ou muros marginais.”*

b) Principais Funções

A delimitação dos cursos de águas e das suas margens desempenham um conjunto de funções entre as quais se destacam as seguintes (Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto):

- *“Assegurar a continuidade do ciclo da água;*
- *Assegurar a funcionalidade hidráulica e hidrológica dos cursos de água;*
- *Drenagem dos terrenos confinantes;*
- *Controlo dos processos de erosão fluvial, através da manutenção da vegetação ripícola;*
- *Prevenção das situações de risco de cheias, impedindo a redução da seção de vazão e evitando a impermeabilidade dos solos;*

- *Conservação dos habitats naturais das espécies da flora e da fauna;*
- *Interações hidrológico-biológicas entre águas superficiais e subterrâneas, nomeadamente a drenância e os processos físico-químicos na zona hiporreica.”*

c) Fontes de Informação

- Rede hidrográfica homologada à escala 1:10 000, Comunidade Intermunicipal de Viseu Dão Lafões, 2018;
- Bacias dos troços de linha de água geocodificadas, Agência Portuguesa do Ambiente, 2015;
- Rede hidrográfica geocodificada, Agência Portuguesa do Ambiente, 2015;
- Ortofotomapas do Município de Nelas, cartografia oficial com resolução espacial de 0,25m, Direção-Geral do Território, 2018;
- OrtoSat2023 Portugal Continental, cartografia oficial com resolução espacial de 0,30m, Direção Geral do Território, 2023.

d) Dados Históricos

Não aplicável.

e) Variáveis, critérios e aspetos metodológicos da delimitação da tipologia

Rede hidrográfica

Para a delimitação dos leitos de cursos de água foram selecionados todos os cursos de água da rede hidrográfica homologada cuja área das bacias hidrográficas era igual ou superior a 3,5 km², tendo em consideração a sua continuidade nos concelhos limítrofes.

Além destes, de acordo com a Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, foram avaliados todos os cursos de água de ordem igual ou superior a 3 na classificação de *Strahler*, com o objetivo de integrar em REN apenas os que detêm maior importância para a manutenção deste sistema ecológico, nomeadamente aqueles que apresentam leito definido, no entanto de acordo com a cartografia de referência disponível no SNIAmb (rede hidrográfica geocodificada), os mesmos já se encontravam incluídos em REN por drenarem área superior a 3,5 Km².

De salientar, ainda, que foram também integrados em REN todos os cursos de água que se encontram associados a zonas ameaçadas pelas cheias, uma vez que, de acordo com a Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, estes são considerados importantes para o regime hídrico.

De acordo com a portaria supra, os cursos de água foram delimitados em toda a sua extensão, ou seja, da nascente até à foz.

Salienta-se que, foi prologando para montante, o afluente da Ribeira da Calva (Vilar Seco) (Figura 1) localizado na freguesia de Vilar Seco, o afluente do Ribeiro do Vale do Boi (Canas Felgueira) (Figura 2), o ribeiro do Vale do Boi (Figura 3), que por defeito não se encontravam representados na cartografia de base. Estes troços foram integrados em REN uma vez que no decorrer da delimitação da tipologia ZAC, constatou-se que em determinados locais da ZAC, se verificava a inexistência de troços da linha de água associados à mesma, tendo-se, por esse motivo, procedido à integração dos referidos troços. O posicionamento adotado destes troços da linha de água teve por base os ortoimagens de 2023 e as Cartas Militares.

Figura 1: Afluente da Ribeira da Calva (Vilar Seco)



Fonte: Ortoimagens, 2023 e Cartas Militares.

Figura 2: Afluente do Ribeiro do Vale do Boi (Canas Felgueira)



Figura 3: Ribeiro do Vale do Boi



Foram integrados em REN os cursos de água, localizados sob troços da rede viária cujo escoamento se processa a céu aberto e que cumprem os critérios de integração acima explícitos, e não foram integrados em REN, os troços significativos de cursos de água cujo escoamento não se processa a céu aberto, quando localizados em áreas urbanas consolidadas onde manifestamente não existem condições de renaturalização ², tal como disposto na Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro.

Destaca-se, ainda, que não existe qualquer sobreposição entre os leitos dos cursos de água, representados por polígonos, e as restantes áreas integradas nas demais tipologias da REN.

Após a identificação das linhas e planos de água que integram a proposta de delimitação da REN procedeu-se à definição das margens dos cursos de água. No que respeita aos restantes planos e linhas de água integrados em REN, como estes não são navegáveis nem fluviáveis, as margens destes assumem um valor de 10 metros. De referir que a largura da margem foi contada a partir da linha limite do plano de água e da linha do curso de água.

² Apenas foram considerados troços entubados, os troços cuja extensão é superior a 100m, conforme orientações da APA| ARHC.

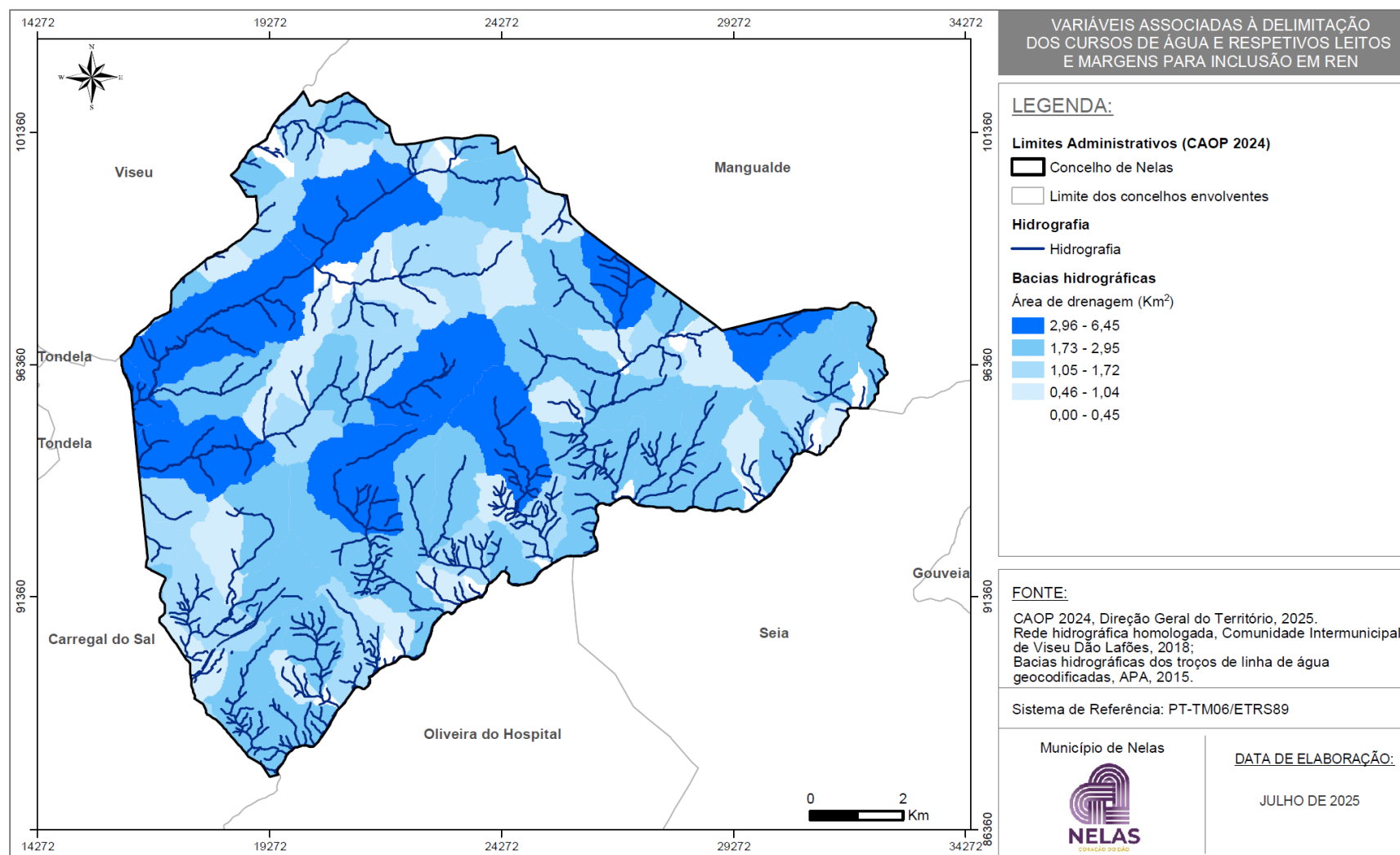
Salienta-se, ainda, que todos os cursos de água que correspondem genericamente aos limites administrativos oficiais do concelho de Nelas, representados na CAOP 2024, foram devidamente considerados para a definição da respetiva margem.

Bacias hidrográficas

Esta variável permitiu identificar os leitos normais dos cursos de água que drenam bacias hidrográficas com uma área mínima de 3,5 km².

O Mapa 1 contém as variáveis que possibilitaram a delimitação da tipologia REN “*Cursos de água e respetivos leitos e margens*”.

Mapa 1: Variáveis associadas à delimitação da tipologia REN: leitos e margens dos cursos de água

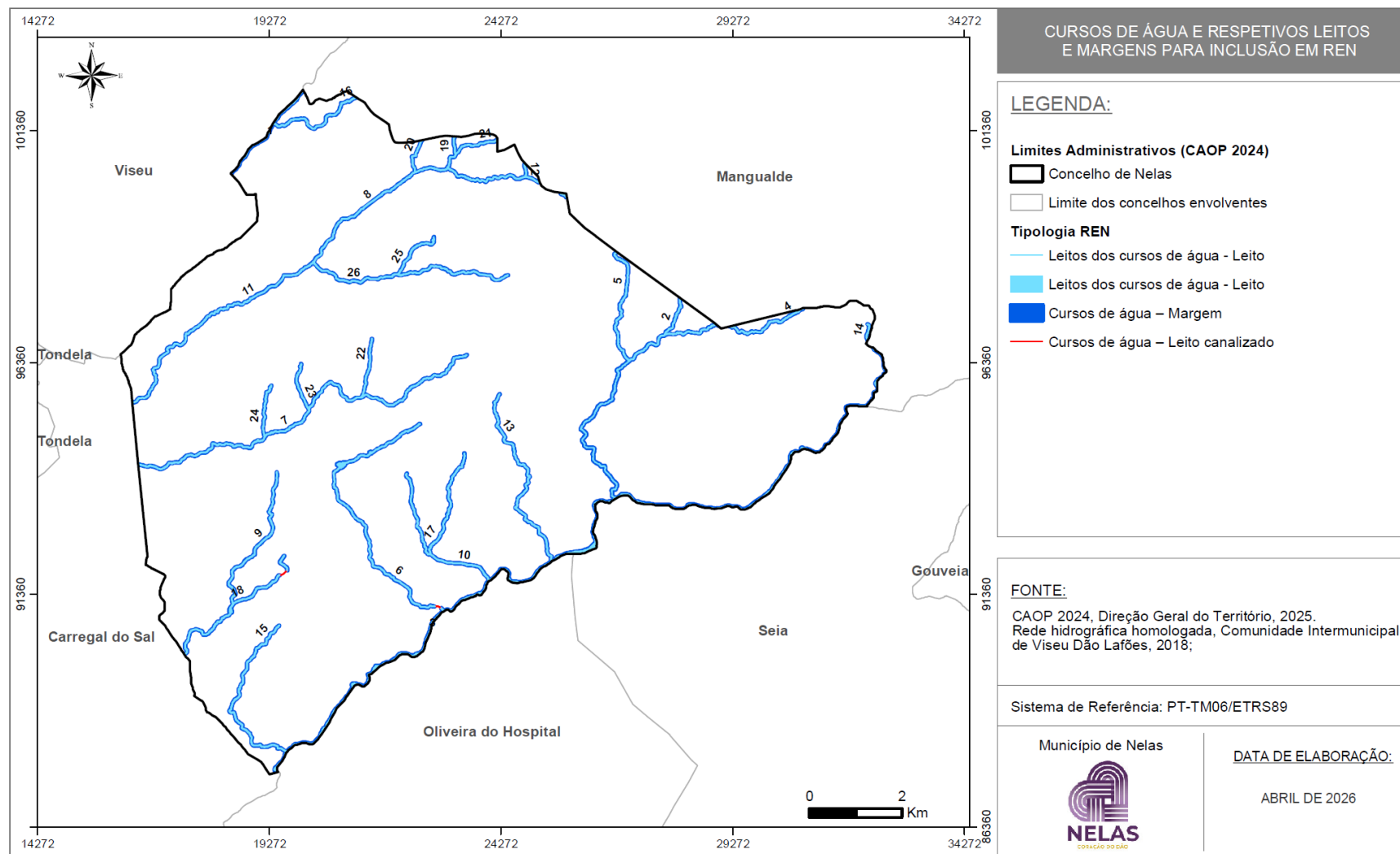


f) Apresentação de Resultados

A aplicação dos critérios e aspetos metodológicos descritos no ponto anterior permitiram aferir para integração em REN, um total de rede hidrográfica de 76,91 quilómetros (76.906,7 m) referentes aos leitos dos cursos de água lineares, 37,49 hectares (374.882,5 m²) relativos aos leitos dos cursos de água representados por polígonos, e 178,18 hectares (1.781.780,0 m²) correspondentes às margens de cursos de água.

O Mapa 2 apresenta a proposta de delimitação da tipologia REN alusiva aos cursos de água e respetivos leitos e margens.

Mapa 2: Cursos de água, respetivos leitos e margens propostos para integração em REN



De um modo mais pormenorizado, no Quadro 6 é possível identificar os cursos de água, respetivos leitos e margens propostos para integração em REN, com a identificação do critério de delimitação associado, bem como a respetiva extensão do leito e da margem.

Quadro 6: Cursos de água e respetivos leitos e margens propostos para integração em REN

ID	DESIGNAÇÃO	EXTENSÃO DO CURSO DE ÁGUA (km)	ÁREA DO LEITO (ha)	ÁREA DA MARGEM (ha)	CRITÉRIO DE DELIMITAÇÃO
1	Rio Dão	0,03	-	2,48	Curso de água que drena bacia hidrográfica com uma área mínima de 3,5 km ²
2	Rio do Castelo	0,03	2,07	12,46	
3	Rio Mondego	0,29	-	18,42	
4	Rio do Salto	-	3,28	6,51	
5	Rio Videira	-	2,81	5,60	
6	Ribeiro da Pantanha	0,01	6,34	13,38	
7	Ribeiro de Travassos	-	9,10	18,21	
8	Ribeiro do Cagavaio	-	6,36	12,72	
9	Ribeiro do Vale do Boi	0,00	5,34	11,04	
10	Ribeiro do Vale do Gato	-	3,46	6,90	
11	Ribeira da Calva	-	5,77	11,54	
12	Ribeira de Pereira	-	0,30	0,58	Curso de água associado a zonas ameaçadas pelas cheias
13	Afluente do Rio Mondego (Póvoa da Roçada)	-	4,68	9,35	Curso de água que drena bacia hidrográfica com uma área mínima de 3,5 km ²
14	Afluente do Rio Mondego (Lavandeira)	-	1,26	2,53	
15	Afluente do Rio Mondego (Lapa do Lobo)	-	6,38	8,42	Curso de água associado a zonas ameaçadas pelas cheias
16	Afluente do Rio Dão (Fontanheiras)	-	2,38	4,73	Curso de água que drena bacia hidrográfica com uma área mínima de 3,5 km ²
17	Afluente do Ribeiro do Vale do Gato (Fonte do Ouro)	-	3,19	5,18	Curso de água associado a zonas ameaçadas pelas cheias
18	Afluente do Ribeiro do Vale do Boi (Canas Felgueira)	-	1,74	3,42	
19	Afluente do Ribeiro do Cagavaio (Quinta da Regadinha)	-	0,41	0,79	

ID	DESIGNAÇÃO	EXTENSÃO DO CURSO DE ÁGUA (km)	ÁREA DO LEITO (ha)	ÁREA DA MARGEM (ha)	CRITÉRIO DE DELIMITAÇÃO
20	Afluente do Ribeiro do Cagavaio (Quinta da Lameira)	-	0,81	1,60	
21	Afluente do Ribeiro do Cagavaio (Olho)	-	1,48	2,92	Curso de água que drena bacia hidrográfica com uma área mínima de 3,5 km ²
22	Afluente do Ribeiro de Travassos (Vale das Cadelas)	-	1,32	2,61	Curso de água associado a zonas ameaçadas pelas cheias
23	Afluente do Ribeiro de Travassos (Salgueirinho)	-	1,09	2,16	
24	Afluente do Ribeiro de Travassos (Cruzinha)	-	1,21	2,40	
25	Afluente da Ribeira da Calva (Vilar Seco)	-	1,36	2,70	
26	Afluente da Ribeira da Calva (Vale do Cuco)	-	4,77	9,52	Curso de água que drena bacia hidrográfica com uma área mínima de 3,5 km ²
TOTAL		0,37	76,91	178,18	-

g) Comparação com a REN em vigor

Uma análise comparativa entre os “Cursos de água e respetivos leitos” da REN vigente e a proposta de delimitação agora apresentada evidencia um aumento de 50,85 hectares (cerca de 1,7%), como é possível verificar através do Quadro 7.

De salientar que a REN vigente não integra leitos dos cursos de água representados por linhas, pelo que, por este motivo, não foi possível realizar a sua comparação com a proposta de delimitação da REN agora apresentada.

Quadro 7. Variação da delimitação do leito dos cursos de água, respetivos leitos e margens da REN proposta comparativamente à REN vigente

CATEGORIA REN	DIMENSÃO DA CATEGORIA REN	% DA SUPERFÍCIE DO CONCELHO
REN proposta - Cursos de água, respetivos leitos e margens (ha)	215,67	1,72
REN vigente - Leitos dos Cursos de Água e respetivas margens (ha)	164,82	1,31
Variação (ha)	50,85	-
Variação (%)	30,85	-

A variação observada corresponde à discrepância entre a metodologia da REN em vigor e da REN proposta. Na REN em vigor integrou-se nesta tipologia “(...) os leitos normais dos cursos de água que drenam bacias hidrográficas com valor mínimo de 3,5 Km²” (CM Nelas, 2014).

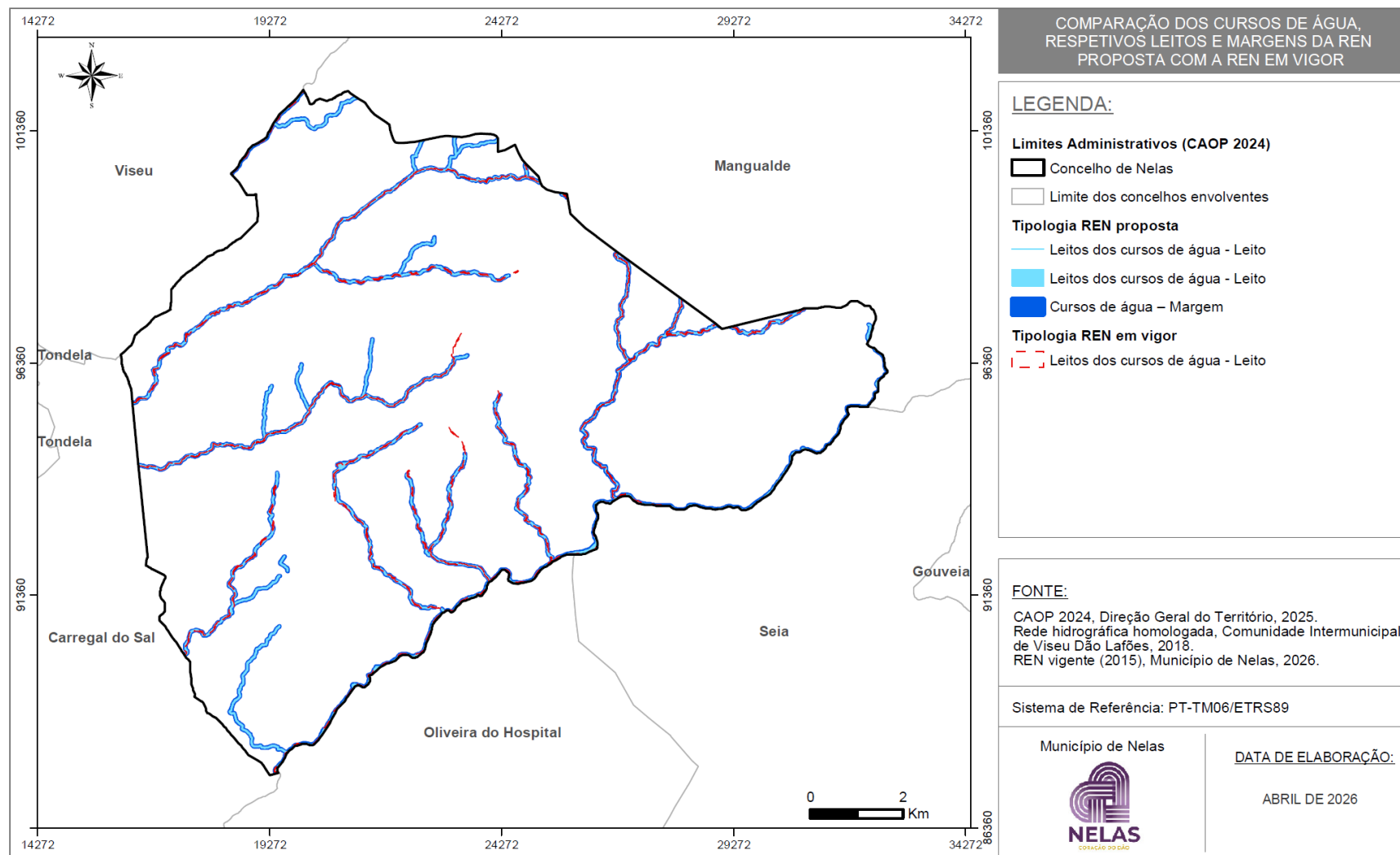
“(...) foram definidos 10 metros de largura em ambos os lados do leito da linha de água, de forma a assegurar que também as suas margens fiquem inseridas nesta restrição de utilidade pública (CM Nelas, 2014). Na REN proposta foram considerados os critérios metodológicos acima descritos.

Assim, importa referir que, a cartografia de base e os critérios metodológicos, considerados em ambas as delimitações, são distintos em alguns aspetos, pelo que é explicável a existência de diferenças nos resultados obtidos.

Analisando os leitos dos cursos de água da REN em vigor e da proposta de REN, consta-te que todos os cursos de água da REN em vigor, se encontram totalmente ou parcialmente propostos como cursos de água a integrar a REN na nova proposta REN, sendo que na REN proposta foram incluídas mais linhas de água, nomeadamente as que se encontram associadas a zonas ameaçadas pelas cheias. Este também poderá ser um dos aspetos que contribuiu para a variação verificada nesta tipologia face à REN em vigor.

Por conseguinte, através do mapa seguinte é possível observar uma comparação entre a tipologia REN proposta – “*Cursos de água e respetivos leitos e margens*” e a tipologia REN em vigor correspondente.

Mapa 3: Comparação dos cursos de água e respetivos leitos e margens da REN proposta com a tipologia correspondente da REN em vigor



3.1.2 ALBUFEIRAS QUE CONTRIBUAM PARA A CONECTIVIDADE E COERÊNCIA ECOLÓGICA DA REN, BEM COMO OS RESPECTIVOS LEITOS, MARGENS E FAIXAS DE PROTEÇÃO

a) Conceito

“A albufeira corresponde à totalidade do volume de água retido pela barragem, em cada momento, cuja cota altimétrica máxima iguala o nível pleno de armazenamento, incluindo o respetivo leito, correspondendo as respetivas margens e faixas de proteção às áreas envolventes ao plano de água que asseguram a dinâmica dos processos físicos e biológicos associados à interface terra-água, incluindo as praias fluviais” (Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto).

b) Principais Funções

As albufeiras e os respetivos leitos desempenham as seguintes funções (Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto):

- *“Salvaguarda e proteção dos recursos hídricos armazenados nas suas componentes quantitativa e qualitativa;*
- *Salvaguarda das funções principais das albufeiras, no caso de se tratar de uma albufeira de águas públicas de serviço público;*
- *Regulação do ciclo da água e controlo de cheias;*
- *Conservação das espécies de fauna.”*

c) Fontes de Informação

- Rede hidrográfica homologada à escala 1:10 000, Comunidade Intermunicipal de Viseu Dão Lafões, 2018;
- Altimetria homologada à escala 1:10 000, Comunidade Intermunicipal de Viseu Dão Lafões, 2018;
- Albufeiras de Águas Públicas de Serviço Público, Agência Portuguesa do Ambiente, 2011;
- Ortofotomapas do Município de Nelas, cartografia oficial com resolução espacial de 0,25m, Direção-Geral do Território, 2018;

- Ortofotomapas do Município de Nelas, cartografia oficial com resolução espacial de 0,25m, Direção-Geral do Território, 2021;
- OrtoSat2023 Portugal Continental, cartografia oficial com resolução espacial de 0,30m, Direção Geral do Território, 2023.

d) Dados Históricos

No concelho de Nelas na REN em vigor foi delimitada: a Albufeira da Bogueira, em fase de construção, e classificada como protegida de acordo com a Portaria n.º 962/2010, de 23 de setembro, no entanto como o projeto relativo ao aproveitamento hidroelétrico de que resultaria a criação da albufeira de Girabolhos e Bogueira não se vieram a concretizar as mesmas foram desclassificadas pela Portaria n.º 291/2021, de 10 de dezembro que revoga a Portaria n.º 962/2010, de 23 de setembro.

e) Variáveis, critérios e aspetos metodológicos da delimitação da tipologia

De acordo com a Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, onde é explícito que *“Na REN incluem-se todas as albufeiras que estejam classificadas como de águas públicas de serviço público, nos termos da Portaria n.º 522/2009, de 15 de maio, e demais diplomas que classificam albufeiras de águas públicas, e as que tenham uma capacidade superior ou igual a 100 000 m³.”,* atendendo a que a albufeira da Bogueira foi desclassificada e não foram encontrados elementos que cumprissem os requisitos anteriormente mencionados, no concelho de Nelas não foi delimitado qualquer elemento nesta tipologia de REN.

3.1.3 ÁREAS ESTRATÉGICAS DE INFILTRAÇÃO E DE PROTEÇÃO E RECARGA DE AQUÍFEROS

a) Conceito

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

b) Principais Funções

As áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos desempenham as seguintes funções (Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto):

- *“Garantir a manutenção dos recursos hídricos renováveis disponíveis e o aproveitamento sustentável dos recursos hídricos subterrâneos;*
- *Contribuir para a proteção da qualidade da água;*
- *Assegurar a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos e da biodiversidade dependentes da água subterrânea, com particular incidência na época de estio;*
- *Prevenir e reduzir os efeitos dos riscos de cheias e inundações, de seca extrema e de contaminação e sobreexploração dos aquíferos;*
- *Prevenir e reduzir o risco de intrusão salina, no caso dos aquíferos costeiros e estuarinos;*
- *Assegurar a sustentabilidade dos ecossistemas de águas subterrâneas, principalmente nos aquíferos cársicos, como por exemplo assegurando a conservação dos invertebrados que ocorrem em cavidades e grutas e genericamente a conservação de habitats naturais e das espécies da flora e da fauna;*
- *Assegurar condições naturais de receção e máxima infiltração das águas pluviais nas cabeceiras das bacias hidrográficas e contribuir para a redução do escoamento e da erosão superficial.”*

c) Fontes de Informação

- Carta Geológica de Portugal, à escala 1:25 000, Laboratório Nacional de Energia e Geologia, 2024;
- Notícias explicativas da Carta Geológica de Portugal, escala 1:50 000, folhas 17-A Viseu (2010), 17-C Santa Comba Dão (1961) e 17-D Gouveia (1967), Laboratório Nacional de Energia e Geologia;
- Estações meteorológicas, Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, Agência Portuguesa do Ambiente, 2015;
- Precipitação anual, Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, Agência Portuguesa do Ambiente;
- Altimetria (curvas de nível e pontos cotados) homologada à escala 1:10 000, Comunidade Intermunicipal de Viseu Dão Lafões, 2018;
- Carta de Solos e de Aptidão da Terra da Zona Interior Centro, escala 1:100 000, Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (ex-IDRHa), 2004;
- Sistemas aquíferos de Portugal Continental – Maciço Antigo, Instituto da Água (INAG), 2000.
- Ortofotomapas do Município de Nelas, cartografia oficial com resolução espacial de 0,25m, Direção-Geral do Território, 2018;
- Ortofotomapas do Município de Nelas, cartografia oficial com resolução espacial de 0,25m, Direção-Geral do Território, 2021;
- OrtoSat2023 Portugal Continental, cartografia oficial com resolução espacial de 0,30m, Direção Geral do Território, 2023.

d) Dados Históricos

Não aplicável.

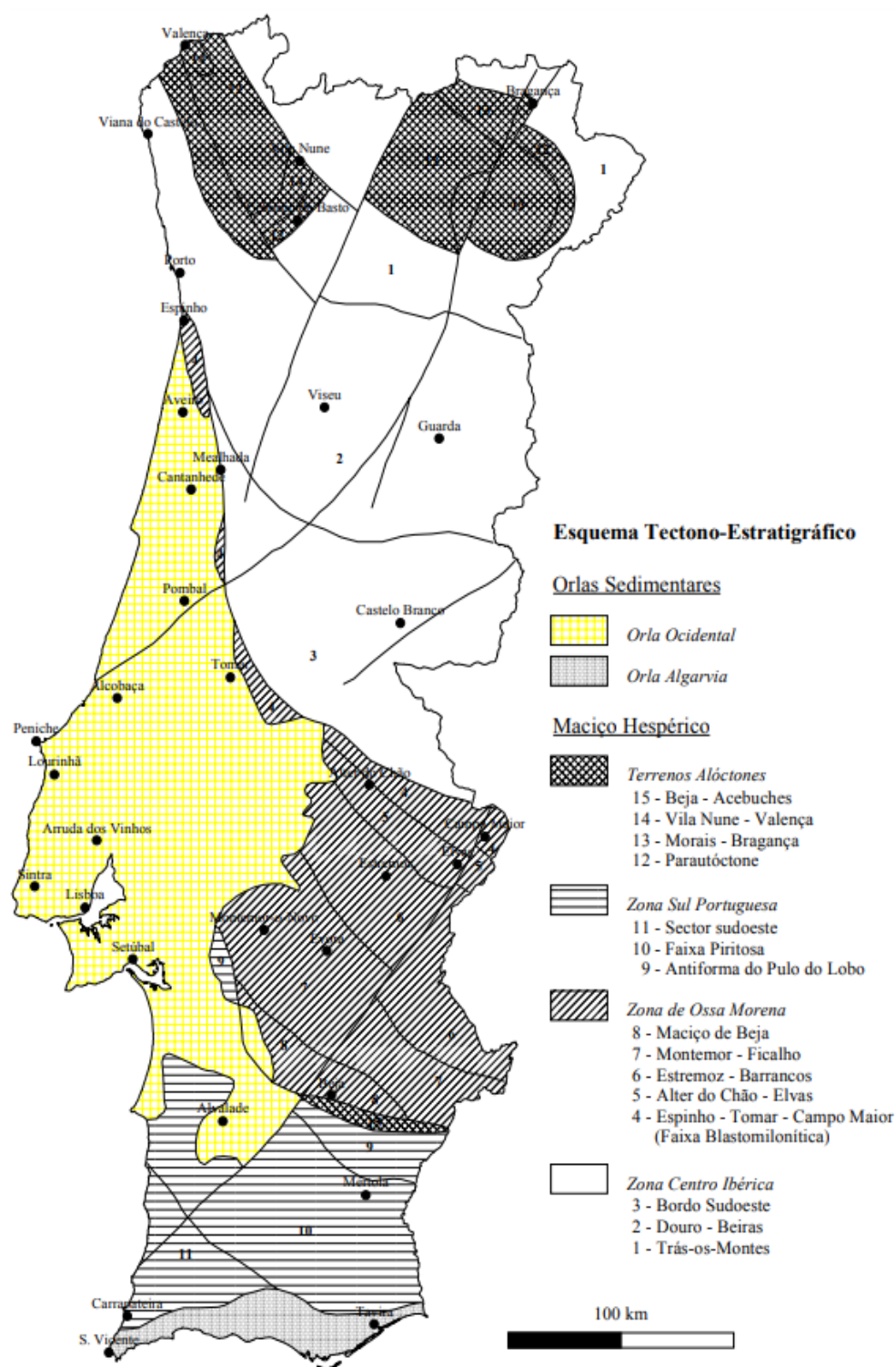
e) Variáveis, critérios e aspetos metodológicos da delimitação da tipologia

Esta tipologia integra duas componentes: o índice de recarga efetiva e as cabeceiras das bacias hidrográficas. Para clarificar a metodologia utilizada na obtenção dos resultados, apresenta-se, primeiro, a abordagem aplicada a cada componente de forma individual e, posteriormente, o resultado bruto combinado, incluindo os processos de generalização e suavização.

Enquadramento

O concelho de Nelas localiza-se, do ponto de vista geológico, na unidade morfoestrutural designada por Maciço Antigo, a unidade mais antiga e, simultaneamente a que ocupa maior extensão em Portugal (Figura 4). De acordo com características distintivas de natureza paleogeográfica, de estilo estrutural, de magmatismo e de metamorfismo, o Maciço Antigo foi dividido em várias zonas geotectónicas, inserindo-se o território concelhio na Zona Centro-Ibérica. Esta subunidade é caracterizada pela grande extensão que ocupam as rochas granitóides, seguida pelos xistos afetados por graus de metamorfismo variável, sendo ainda de assinalar os quartzitos que formam alguns relevos importantes.

Figura 4: Áreas tectónico-estruturais localizadas em Portugal Continental



Fonte: Laboratório Nacional de Energia e Geologia, in Ferreira, *Caracterização de Portugal Continental*, <http://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/542/2/cap2.pdf>, consultado a 17/01/2023 pelas 12:45.

“A Zona Centro-Ibérica localiza-se no hinterland orogénico, sendo o seu limite Norte, com a Zona Oeste-Astúrico-Leonesa, a Falha de Viveros e o seu limite Sul, com a Zona de Ossa-Morena, materializado pela Zona de Cisalhamento Portalegre-Esperança (...).” (Moreira, 2012)

A região onde se insere a superfície territorial do concelho de Nelas “(...) *pertencente à grande superfície de aplanção localizada entre as Serras do Caramulo e da Estrela, foi rasgado profundamente pelos vales dos rios Mondego e Dão, cujos percursos são particamente paralelos. São vales estreitos e encaixados, orientados segundo a direcção NE-SW.*

(...)

As formações geológicas mais antigas que se encontram dentro do território abrangido pelo mapa são as do Complexo xisto-grauváquico anteordovícico.

Embora muito metamorfizados, os terrenos referidos pertencem ao mesmo conjunto dos do Caramulo e das restantes regiões da Beira. Se os característicos conglomerados que acompanham estas formações na região do Caramulo não foram localizados dentro da área do mapa, é, todavia, de supor que aflorem na vertente sudoeste daquela serra, porquanto são numerosos os calhaus rolados desta rocha que se encontram nos depósitos aluvionares do ribeiro de Campo de Besteiros.

Sobre estes depósitos, formados no fundo do extenso mar que nos recuados tempos do Precâmbrico superior ou, talvez, do Infracâmbrico, cobriu a região ocidental da Península, já consolidados e deformados, assentaram mais tarde os sedimentos ordovícicos, iniciados por um conglomerado de base, (...).

Emersos provavelmente a partir do Devónico médio, os terrenos em questão foram fortemente atingidos pela intrusão granítica hercínica, ocorrida no final do Carbónico, relacionada com uma das fases dos movimentos hercínicos. A orientação NW-SE dos terrenos ante-pérmicos foi originada nessa altura.

São dessa época as acções metamórficas que originaram as orlas de corneanas e os xistos mosqueados e andaluzíticos que ali se encontram.

Posteriormente à intrusão granítica, mas em relação com ela, originaram-se numerosos filões e massas pegmatíticas ou aplito-pegmatíticas, que se instalaram em fendas e fracturas do próprio granito.

(...)

Subsequente à intrusão granítica e em relação com acções pneumatolíticas e hipotermiais originaram-se filões quartzosos com mineralização de volframite.

Aberta às acções da erosão no decurso dos tempos mesozóicos, a região foi intensamente atingida por movimentos compressivos da tectónica alpina, que originaram intensa fracturação do maciço granítico. Nessas fracturas, de direcção predominante NE-SW, instalaram-se filões quartzo-jaspóides (...).

É habitual a deformação das rochas na dependência destas fracturas, assim como a brecheação evidenciada pelo quartzo que constitui o enchimento filoneano, em que podem contar-se diferentes gerações; o facto mostra a existência de movimentos repetidos.

Às ações de erosão, auxiliadas sem dúvida por climas propícios, juntaram-se deslocações, provocadas por falhas, que tiveram lugar nos primeiros tempos do Cenozóico e contribuíram para imprimir à região as características morfológicas que hoje apresenta.

Proveio dessa zona, sem dúvida, grande parte dos materiais que formaram os grés do Buçaco, de origem essencialmente granítica. O volume destes depósitos leva à conclusão não só da existência de condições de transporte rápidas e excepcionais, mas também de ações erosivas intensas, facilitadas por profunda alteração das rochas graníticas, o que deve relacionar-se com características climáticas particulares.

Nos meados do Cenozóico, o território entre as Serras da Estrela e do Caramulo constituía uma região aplanada, coberta em grande parte por depósitos grosseiros, em que predominavam os materiais graníticos e quartzosos.” (Teixeira et al., 1961)

De acordo com o disposto na Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, a delimitação das áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos é realizada “(...) com base no conceito de vulnerabilidade à poluição, a partir de índices que têm em conta a definição do tipo de aquífero (cársico, poroso e fissurado), uma vez que as áreas mais vulneráveis são também as áreas mais permeáveis que alimentam o aquífero, com maior impacto para a qualidade da água subterrânea.”

Decorrente do seu contexto geológico e em consonância com as notícias explicativas da Carta Geológica de Portugal, folhas 17-A Viseu, 17-C Santa Comba Dão e 17-D Gouveia, são as rochas de natureza ígnea (granitóides) que ocupam praticamente a totalidade da extensão do concelho, ainda que aflorem algumas rochas de natureza metamórfica (xistos) e depósitos sedimentares (formações aluviais).

A APA, IP identifica três sistemas aquíferos existentes em Portugal Continental, sendo estes sistemas aquíferos porosos ou com dupla porosidade, sistemas aquíferos cársicos e sistemas aquíferos fissurados. Como a metodologia definida para o cálculo deste sistema biofísico deve ter em consideração o conceito de vulnerabilidade à poluição, a aplicação desta depende da identificação do(s) sistema(s) aquífero(s) existente(s).

Segundo Almeida et al. (2000), “Como nas rochas cristalinas a circulação se faz sobretudo numa camada superficial constituída por rochas alteradas ou mais fracturadas, devido à descompressão (...)”, conclui-se que na área concelhia existem sistemas aquíferos fissurados, sendo o índice de vulnerabilidade VULFRAC, por esse motivo, o método mais indicado a aplicar tendo em consideração o conceito de vulnerabilidade à poluição.

No entanto, como foram verificados alguns constrangimentos face às dificuldades na determinação de alguns parâmetros desta metodologia, devido principalmente à informação de base disponível, não foi possível determinar as variáveis referentes à profundidade do nível freático e ao número de fraturas abertas do índice VULFRAC.

Assim, pelos motivos acima expostos, não foi possível delimitar esta tipologia REN com base no conceito de vulnerabilidade à poluição.

Em consonância com o disposto na Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, de forma a suprimir as dificuldades na determinação de alguns parâmetros das metodologias que têm por base o conceito de vulnerabilidade à poluição, devido principalmente à informação de base disponível, tem sido proposto, em alternativa, a utilização do Índice de Recarga Efetiva (IRef), uma vez que se trata de uma metodologia adequada para a identificação das áreas mais relevantes para a recarga dos aquíferos, para além de considerar parâmetros de fácil determinação.

Neste sentido, a tipologia REN correspondente às Áreas Estratégicas de Infiltração e de Proteção e Recarga de Aquíferos foi delimitada com base na metodologia referente ao Índice de Recarga Efetiva (IRef).

3.1.3.1 COMPONENTE DAS ÁREAS DE MÁXIMA INFILTRAÇÃO (AMI)

Zona Vadosa

A variável alusiva à zona vadosa, obtida através da Carta Geológica de Portugal, à escala 1:25 000, do Laboratório Nacional de Energia e Geologia, permitiu verificar que quanto à natureza (Mapa 4) desta, o território do concelho de Nelas é maioritariamente ocupado por rochas ígneas (granitos) e também por algumas rochas metamórficas (xistos e grauvaques) e depósitos sedimentares, ainda que estes detenham uma percentagem de ocupação no concelho relativamente reduzida.

Por conseguinte, a permeabilidade da zona vadosa (Mapa 5) não é muito elevada, excecionalmente em áreas onde existem aluviões.

“A litologia e estrutura da zona vadosa (ZV) é o fator que condiciona mais a recarga subterrânea efetiva. Para a sua determinação são atribuídos valores de 1 a 10, de acordo com a natureza e a permeabilidade vertical da zona vadosa das formações hidrogeológicas.

(...)

“Quando a zona vadosa é constituída por areia ou calcário muito carsificado deverá ser adotado o valor 10, dado assumir-se que o valor de recarga efetiva é igual ao da recarga potencial, devendo o índice adotar o valor 1 quando os materiais apresentam permeabilidade muito reduzida, como por exemplo lodos e argilas.” (Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro).

De referir que os valores atribuídos ao parâmetro referente à zona vadosa tiveram em consideração a fraturação das rochas cristalinas e a importância hidrogeológica das rochas filonianas.

Para tal, no que respeita à identificação das áreas fraturadas das rochas ígneas e metamórficas, uma vez que a Carta Geológica não contém informação com esse nível de detalhe, aplicou-se a ferramenta “*Kernel density*” dividido em quatro classes pelo método de quebras naturais, às falhas da Carta Geológica de Portugal, à escala 1:25 000, existentes na superfície concelhia.

A ponderação destas áreas foi realizada com base no Quadro 8, onde para a classe inferior não se considerou existir fraturação, e as classes seguintes ficaram definidas como baixa, média e elevada fraturação.

Mais se refere que a atribuição da ponderação supra para além de ter sido realizada com base na presença de falhas, respetiva densidade e de acordo com os valores disposto no quadro infra, garantiu-se a atribuição de valores iguais de ponderação para a mesma fácies litológica.

Quadro 8: Valores típicos adotados na variável relativa à zona vadosa

LITOLOGIA DA ZONA VADOSA	ÍNDICE
Cascalheiras finas a grosseiras	10 – 8
Calcários carsificados	9 – 6
Areias finas a grosseiras	9 – 5
Basaltos vacuolares	9 – 5
Rochas ígneas e metamórficas fraturadas	7 – 5
Arenitos friáveis	7 – 5
Tufos	7 – 4
Silte, loess	7 – 4
Till glaciário	7 – 2
Calcário cristalino e não fraturado	6 – 3
Arenitos compactos não fraturados	5 – 3
Argilas	4 – 2
Argilito	4 – 1
Rochas ígneas metamórficas não fraturadas	3 – 1

Fonte: Contributos da APA sobre a ponderação do parâmetro referente à litologia e estrutura da zona vadosa.

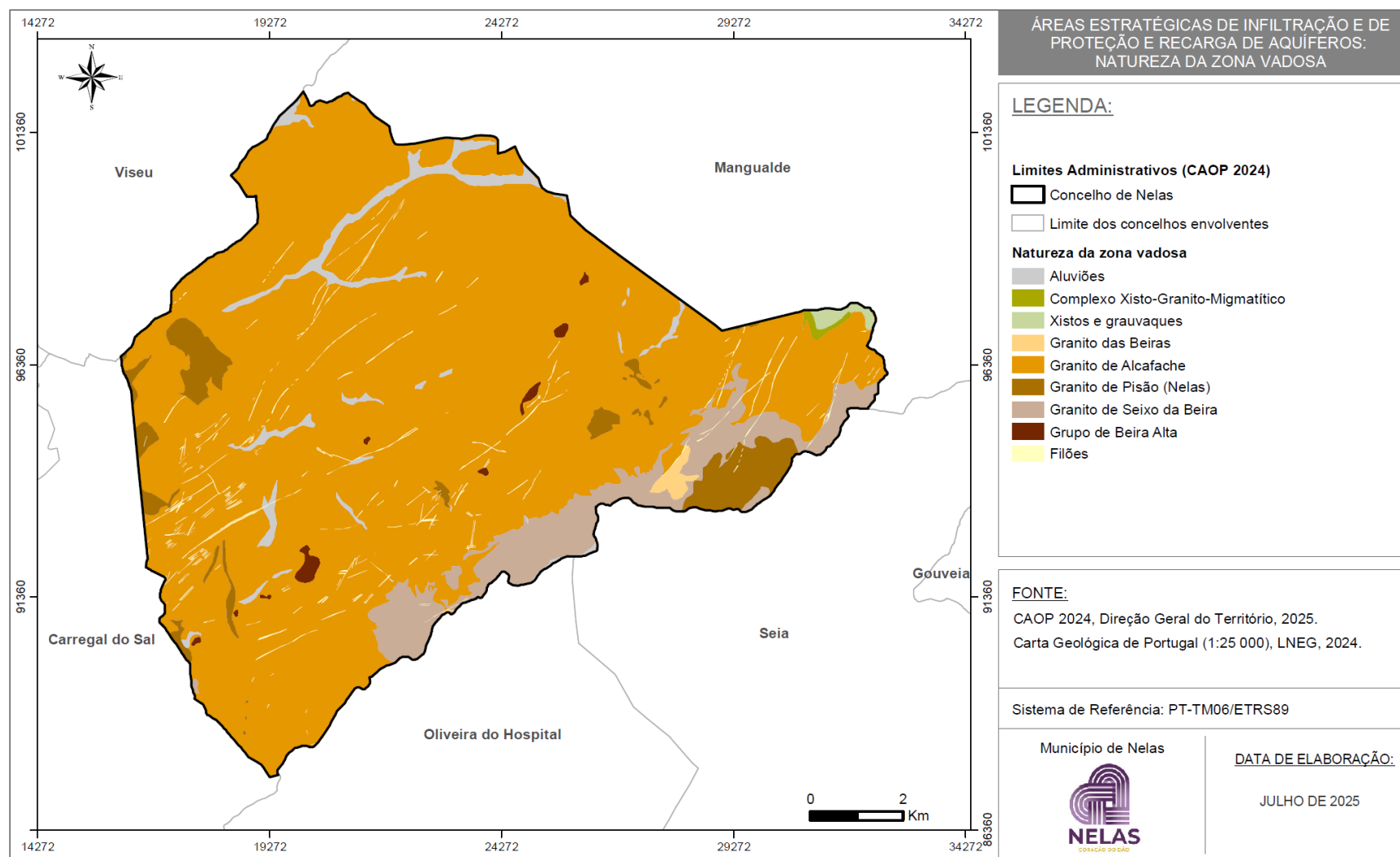
No Quadro 9 observam-se os valores definidos no parâmetro referente à zona vadosa para o concelho de Nelas, considerando o supramencionado.

Quadro 9: Valores do parâmetro referente à zona vadosa

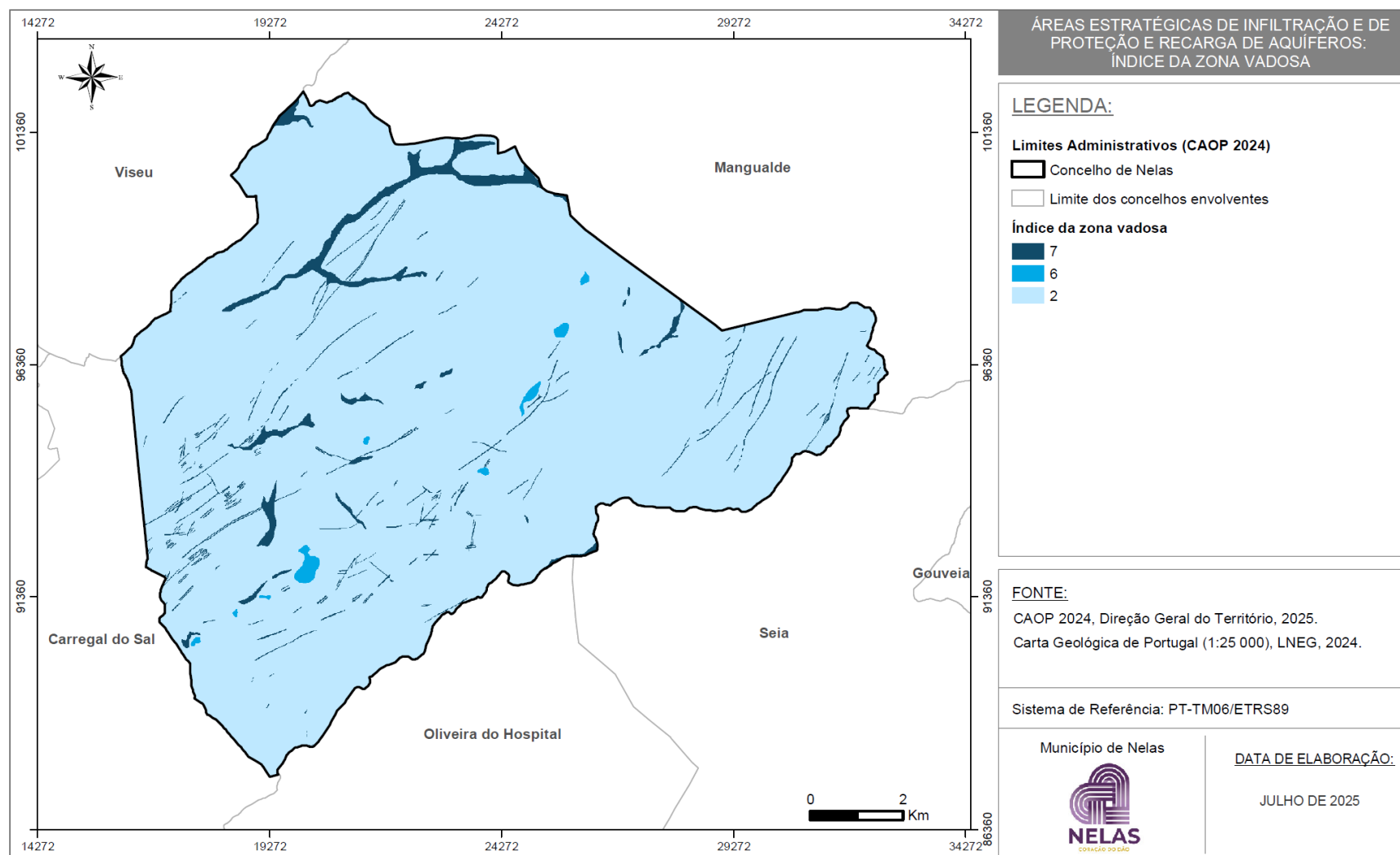
CARTA GEOLÓGICA	LITOLOGIA DA ZONA VADOSA	ÍNDICE
Aluviões	-	7
Filões	Filões e massas de quartzo	7
Grupo de Beira Alta	Arcoses, por vezes conglomeráticas, de génese fluvial	6
Xistos e grauvaques	Rochas ígneas metamórficas não	2

CARTA GEOLÓGICA		LITOLOGIA DA ZONA VADOSA	ÍNDICE
		fraturadas	
Complexo Xisto-Granito-Migmatítico		Rochas ígneas metamórficas não fraturadas	2
Granitos	Granito das Beiras	Rochas ígneas metamórficas não fraturadas	2
	Granito de Alcafache	Rochas ígneas metamórficas não fraturadas	
	Granito de Pisão (Nelas)	Rochas ígneas metamórficas não fraturadas	
	Granito de Seixo da Beira	Rochas ígneas metamórficas não fraturadas	

Mapa 4: Natureza geológica da zona vadosa



Mapa 5: Índice da zona vadosa (ZV)



Recarga Potencial

“A recarga potencial (I_p) é calculada ao nível do solo, considerando-se as classes e valores utilizados na determinação do índice DRASTIC (Aller et al., 1987), aplicado para avaliar a vulnerabilidade à poluição.” (Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro).

De acordo com Almeida, et al. (2000), *“a recarga dos aquíferos ocorrentes na ZCI faz-se por infiltração directa da precipitação e através de influências de cursos de águas superficiais. Em termos médios, estima-se que a taxa de recarga nas litologias dominantes na zona se situe perto dos 10%. No entanto, quase todos os trabalhos que têm abordado a hidrogeologia destes terrenos, no norte de Portugal, apontam para valores substancialmente maiores, podendo ultrapassar os 20%. Estas estimativas, são baseadas em diversos métodos, existindo alguma convergência, tanto nos valores fornecidos por cada método, como nos valores obtidos para as diferentes regiões onde foram aplicados (Pereira, 1999, Lima, 2000, Oliveira et al., 1997).”*

Apesar de quase todos os trabalhos realizados no âmbito do estudo desta temática no norte de Portugal, estimarem que a taxa de recarga pode ultrapassar os 20% nas litologias dominantes da Zona Centro-Ibérica (ZCI), de acordo com Almeida, et al. (2000), estima-se que a taxa de recarga nas litologias dominantes na zona se situe perto dos 10%.

Neste sentido, considerou-se a taxa de recarga de 10% nas formações litológicas do concelho de Nelas.

Para a determinação da variável referente à precipitação, foram considerados os valores de precipitação referentes à média anual das estações meteorológicas do SNIRH (Mapa 6) que se encontram a um raio de 15 km do concelho. As estações consideradas foram as seguintes: Caldas de Felgueiras, Carregal do Sal, Ermida (Tondela), Fragosela de Baixo, Gouveia, Lobagueira Bodiosa, Mangualde, Oliveira do Hospital, Paranhos da Beira, Penalva do Castelo, Seia e Vilar de Besteiros.

De seguida, a partir dos valores de precipitação média anual de cada estação, foi aplicado o método de interpolação do inverso da distância (*Inverse Distance Weighting* - IDW), onde se extrapolou os valores de precipitação para o concelho de Nelas (Mapa 7).

Para a determinação do parâmetro referente à recarga potencial (Mapa 8) aplicou-se a expressão supracitada e reclassificou-se o resultado obtido em conformidade com o quadro seguinte.

Quadro 10: Valores do parâmetro alusivo à recarga potencial

RECARGA POTENCIAL (mm/ano)	ÍNDICE
< 51	1
51 - 102	3
102 – 178	6

RECARGA POTENCIAL (mm/ano)	ÍNDICE
178 – 254	8
> 254	9

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

Declive

“O declive da superfície topográfica (D) influencia a infiltração de água no solo, correspondendo a uma maior inclinação do terreno uma menor capacidade de infiltração da água. Para o cálculo deste parâmetro, consideram-se também as classes definidas no índice DRASTIC.” (Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro)

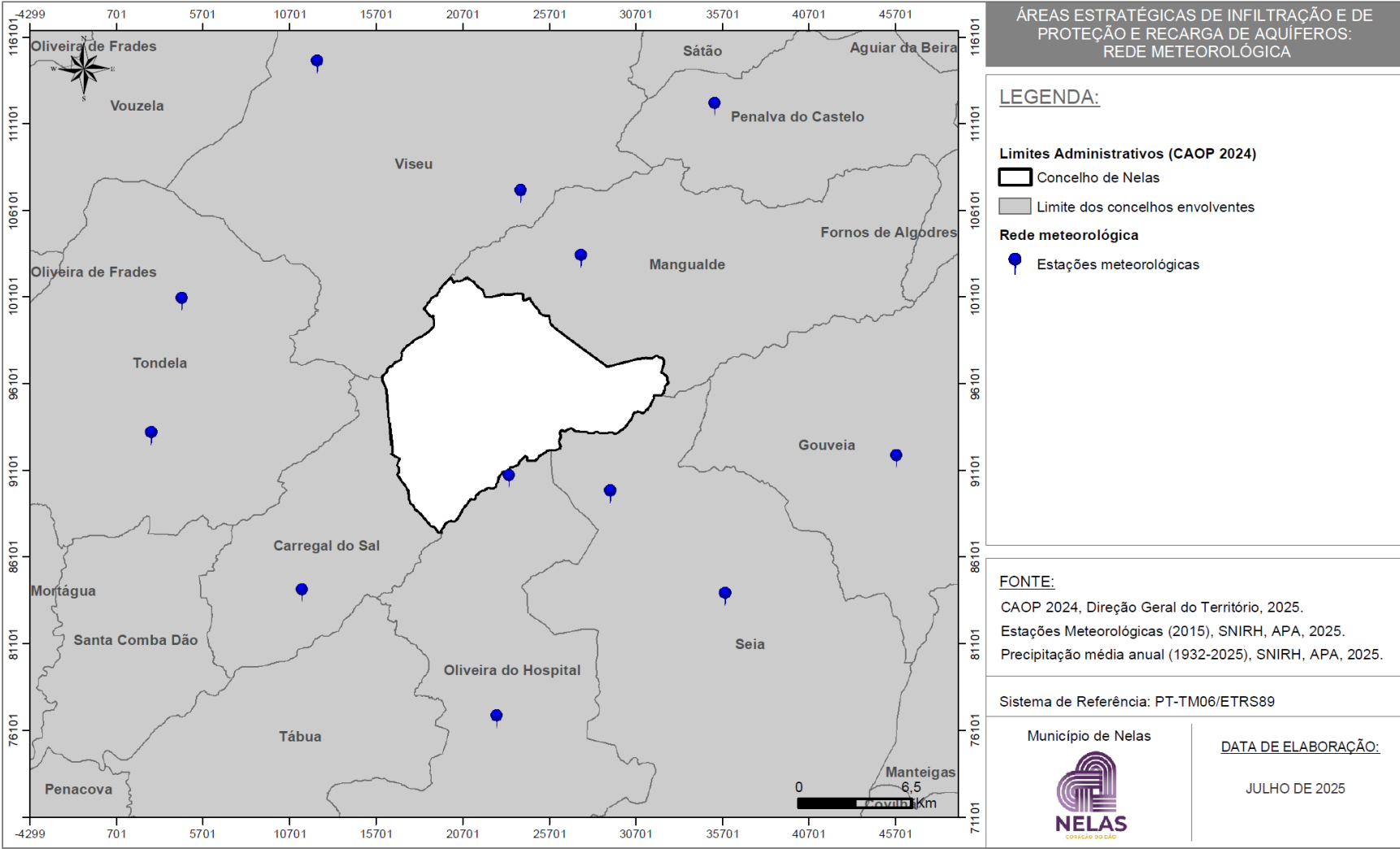
Neste sentido, após a elaboração da carta de declives em percentagem (Mapa 10), reclassificou-se essa carta com base no Quadro 11 e o resultado obtido é o que se pode observar no Mapa 11.

Quadro 11: Valores do parâmetro correspondente aos declives

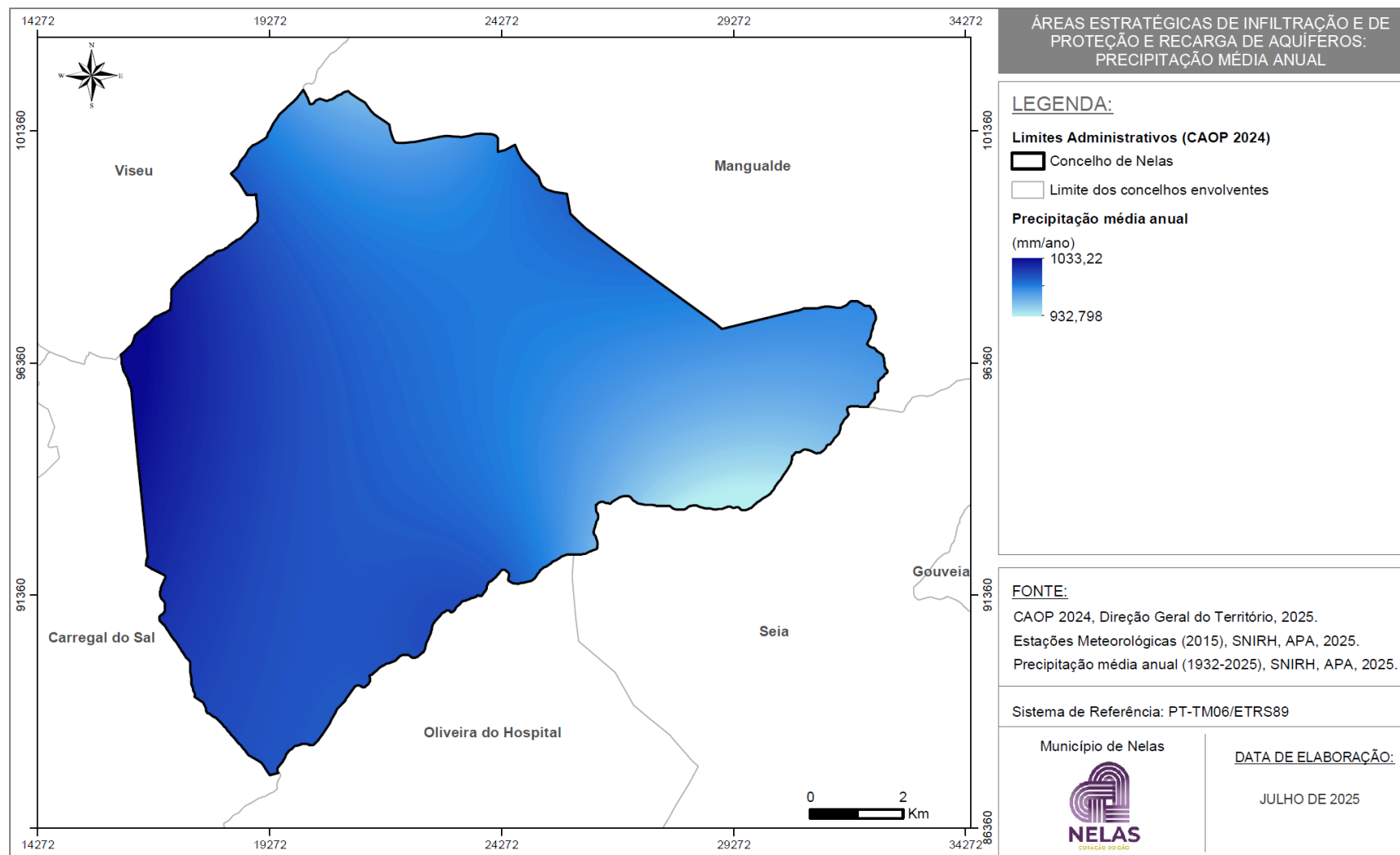
DECLIVES (%)	ÍNDICE
< 2	10
2 - 6	9
6 – 12	5
12 - 18	3
> 18	1

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

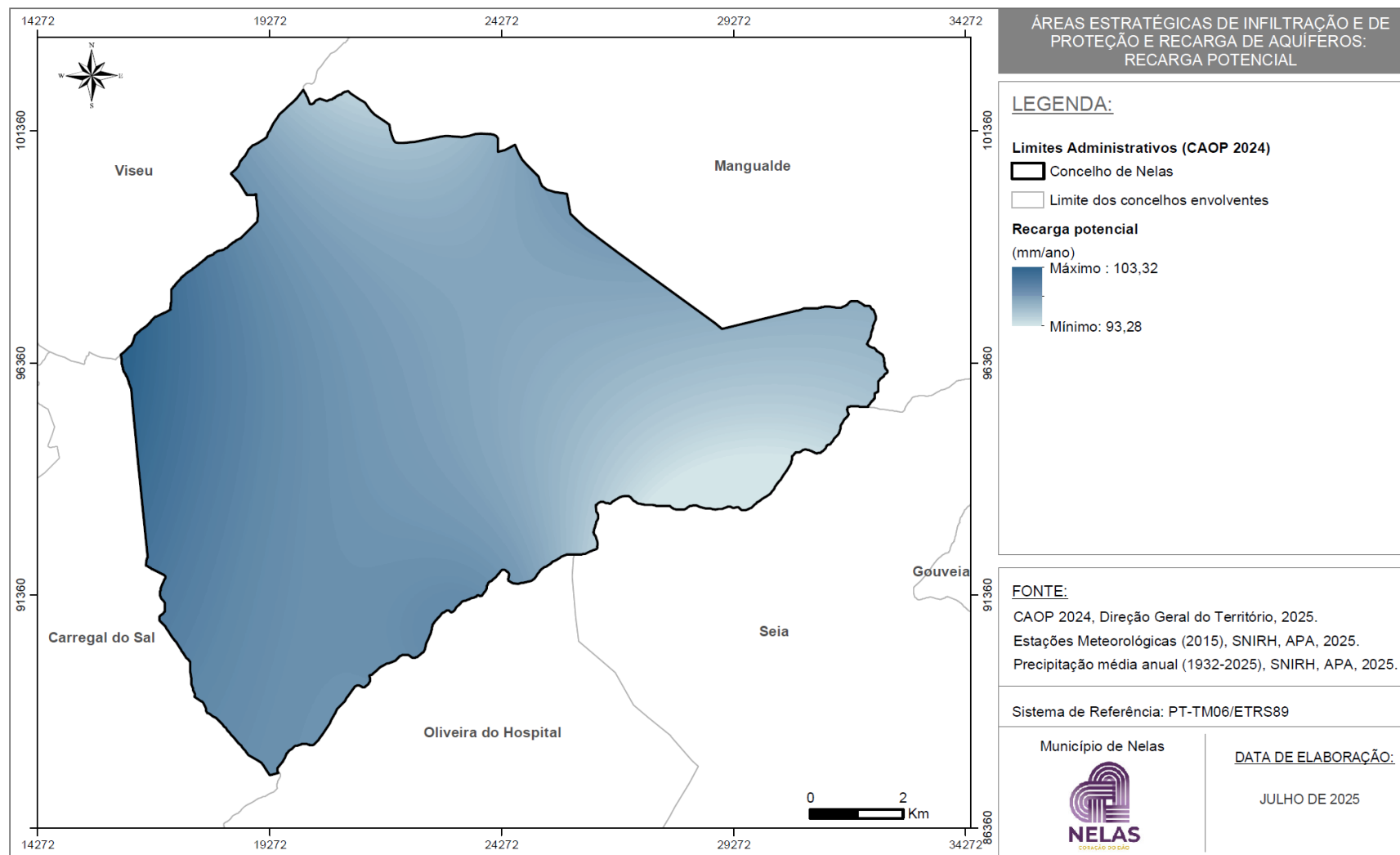
Mapa 6: Rede meteorológica



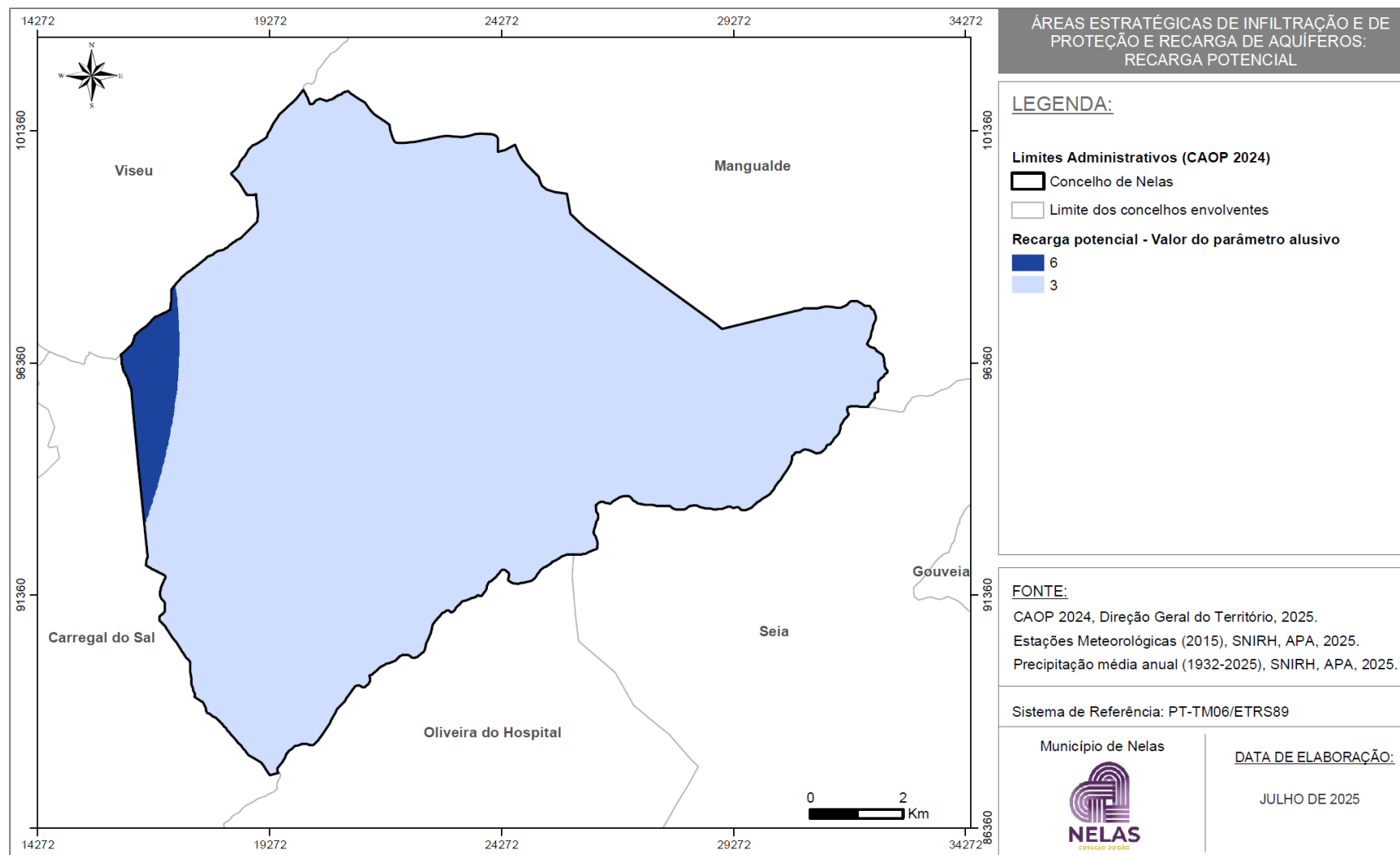
Mapa 7: Precipitação média anual (resultado da aplicação do IDW)



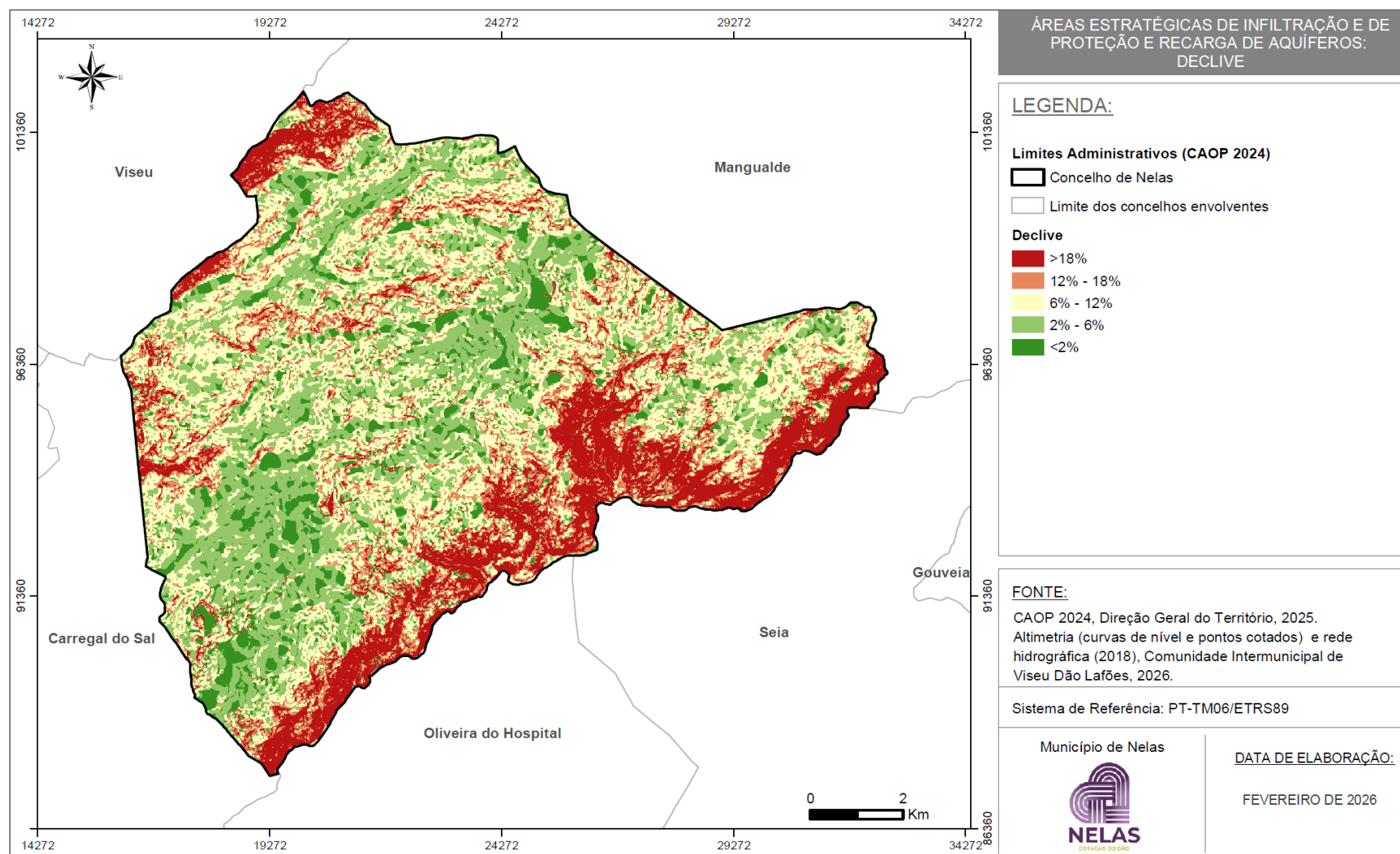
Mapa 8: Recarga potencial (lp)



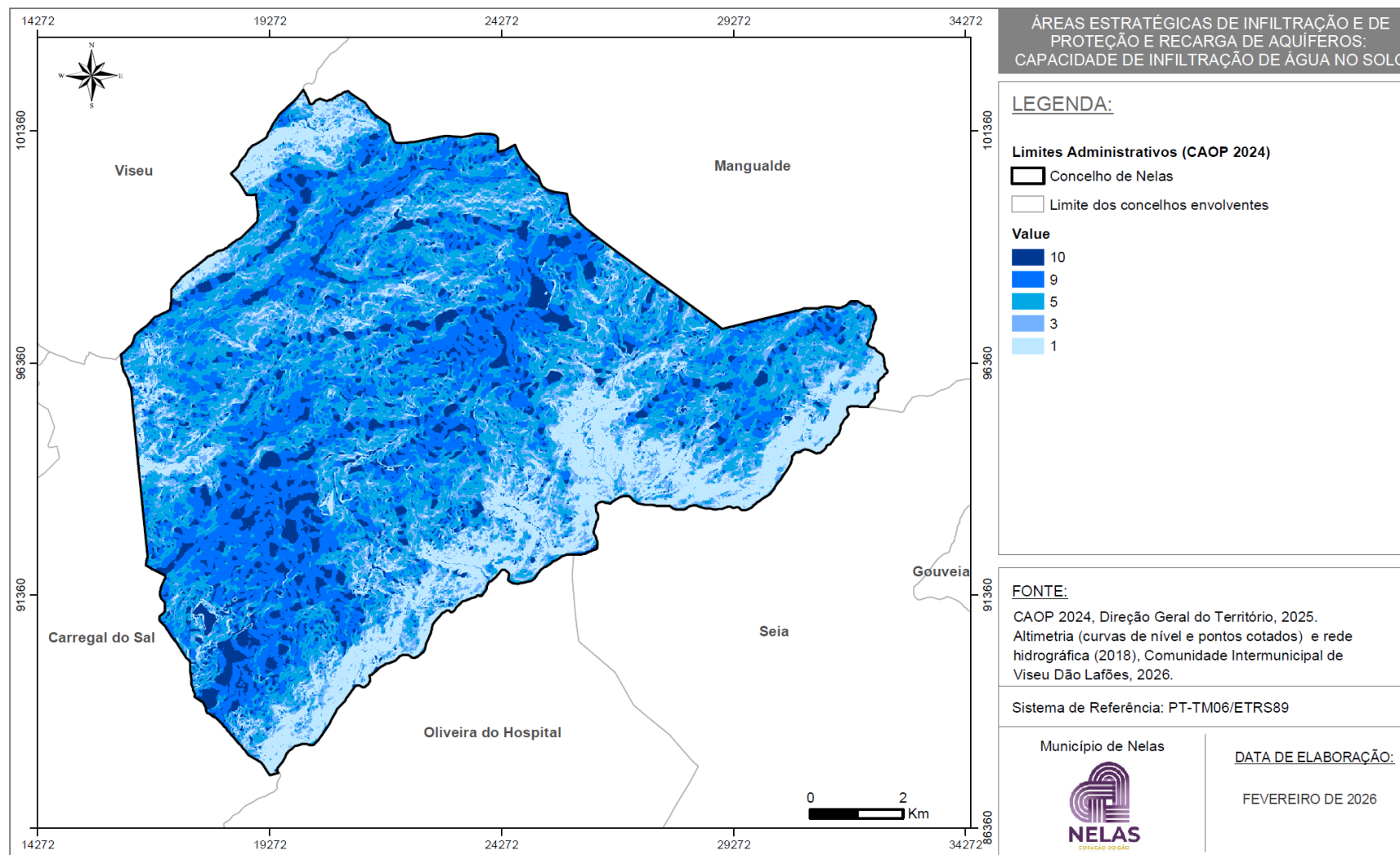
Mapa 9: Recarga potencial (Ip) com a reclassificação dos valores do parâmetro alusivo



Mapa 10: Declive da superfície topográfica (D)



Mapa 11: Capacidade de infiltração da água no solo



Com a identificação das variáveis inerentes ao Índice de Recarga Efetiva procedeu-se com a aplicação da respetiva equação, que por sua vez considera os fatores alusivos à recarga potencial (I_p), declive (D) e zona vadosa (ZV), tendo como resultado ficheiro denominado 'IRef' (Mapa 12). A referida equação traduz-se na seguinte expressão:

$$I_{Ref} = \frac{(I_p + D + 3 * ZV)}{5}$$

em que:

IRef é o Índice de Recarga Efetiva;

I_p é o Fator da recarga potencial;

D é o Fator relativo ao declive;

ZV é o Fator referente à zona vadosa.

De acordo com a Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, para a inclusão em AEIPRA, devem ser considerados os valores de recarga efetiva correspondentes às classes 8, 9 e 10 do IRef, independentemente do declive, e às classes 6 e 7 quando o declive é inferior a 6%.

Em conformidade com a Portaria supra, devem ser consideradas áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos, “(...) as aluviões, bem como algumas áreas de fraturação, que sejam importantes para a manutenção dos ecossistemas fluviais na época de estiagem (...)” e “(...) outras formações hidrogeológicas indiferenciadas ou outras áreas que sejam importantes para a prevenção e redução de situações de cheia e inundação e de seca extrema, bem como para a sustentabilidade de sistemas aquáticos e da biodiversidade dependentes da água subterrânea (...)”.

Neste sentido, incluiu-se ainda nesta tipologia REN, para além das áreas obtidas através da aplicação do índice de recarga efetiva, as aluviões identificadas na Carta Geológica do Laboratório Nacional de Energia e Geologia, à escala 1:25 000, uma vez que são fundamentais para a manutenção do sistema biofísico e são caracterizadas pela sua elevada permeabilidade e pela sua recorrente inundação em situações de cheia, bem como os depósitos de origem fluvial.

Foram também integrados em REN os fluvisolos identificados na Carta de Solos e de Aptidão da Terra da Zona Interior Centro, à escala 1:100 000, da Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, uma vez que estes são solos derivados de depósitos aluvionares recentes, localizados em superfícies de deposição de sedimentos, ou seja, nos vales de rios (Afonso & Arrobas, 2009).

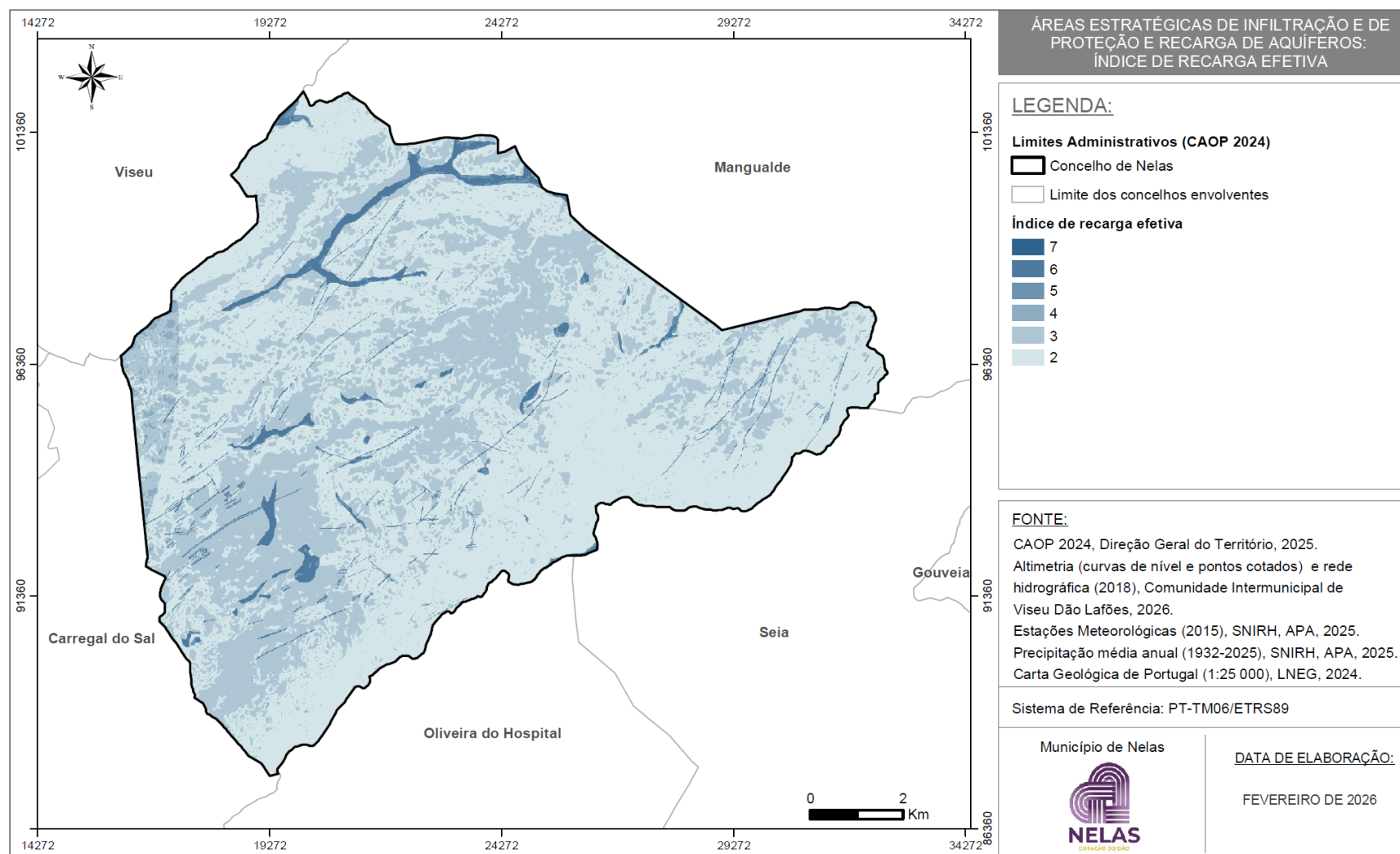
Tendo em consideração que as rochas filonianas, de acordo com o referido nas Notícias explicativas da Carta Geológica de Portugal, à escala 1:50 000, 17-A Viseu (2010), 17-C Santa Comba Dão (1961) e 17-D Gouveia (1967), se instalaram nas fraturas das rochas ígneas e metamórficas, estando associadas a grandes falhas/fraturas regionais, formando, por vezes, alinhamentos muito extensos, também se procedeu com a integração em AEIPRA das áreas identificadas na Carta Geológica de Portugal, à escala

1:25 000, com maior relevância, uma vez que estas constituem áreas de fracturação importantes para a manutenção dos ecossistemas.

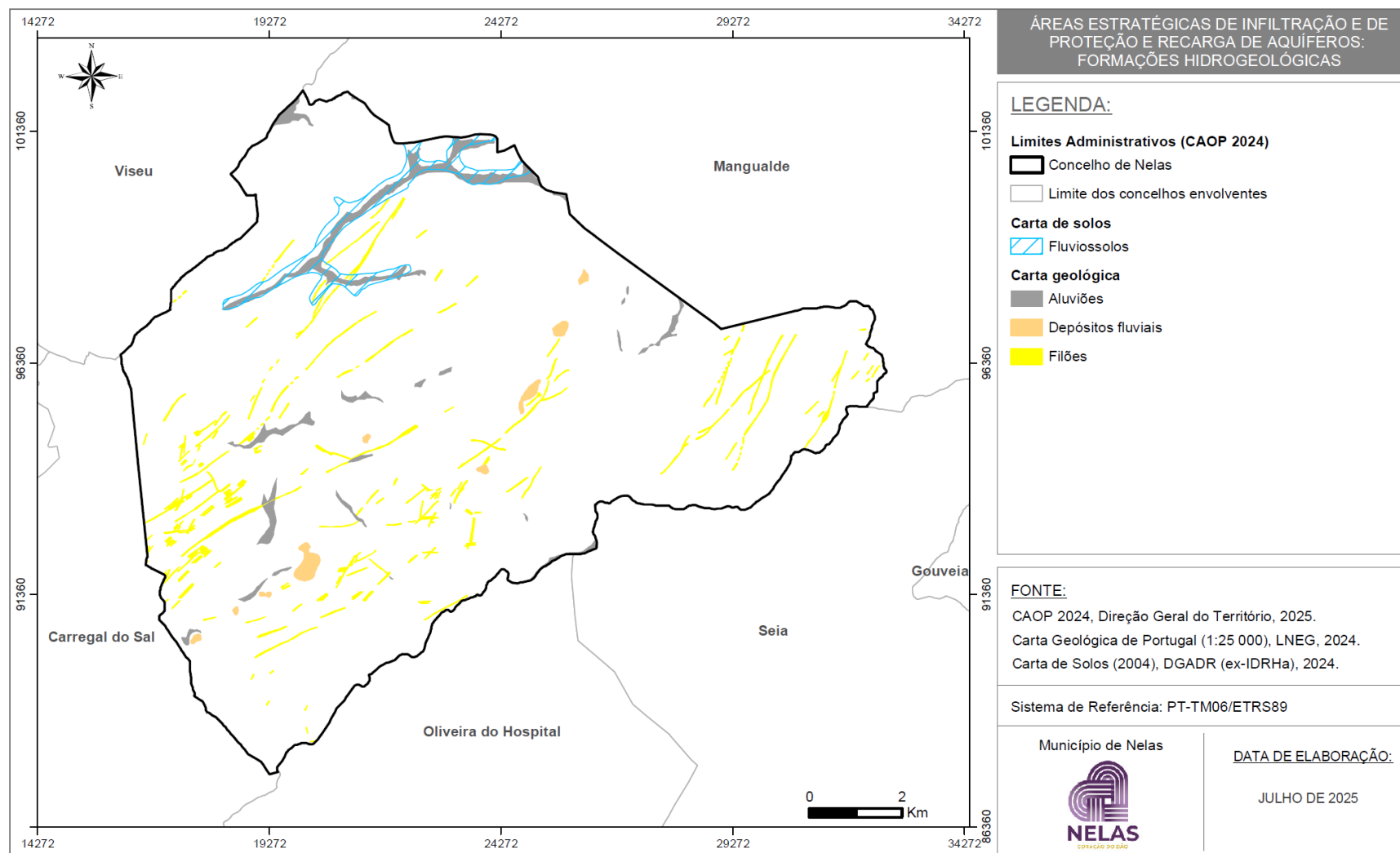
As formações com elevada importância hidrogeológica integradas em REN encontram-se representadas no Mapa 13.

O resultado bruto da conjugação do Índice de recarga efetiva (IRef) e das formações hidrogeológicas a integrar em REN encontra-se no Mapa 14.

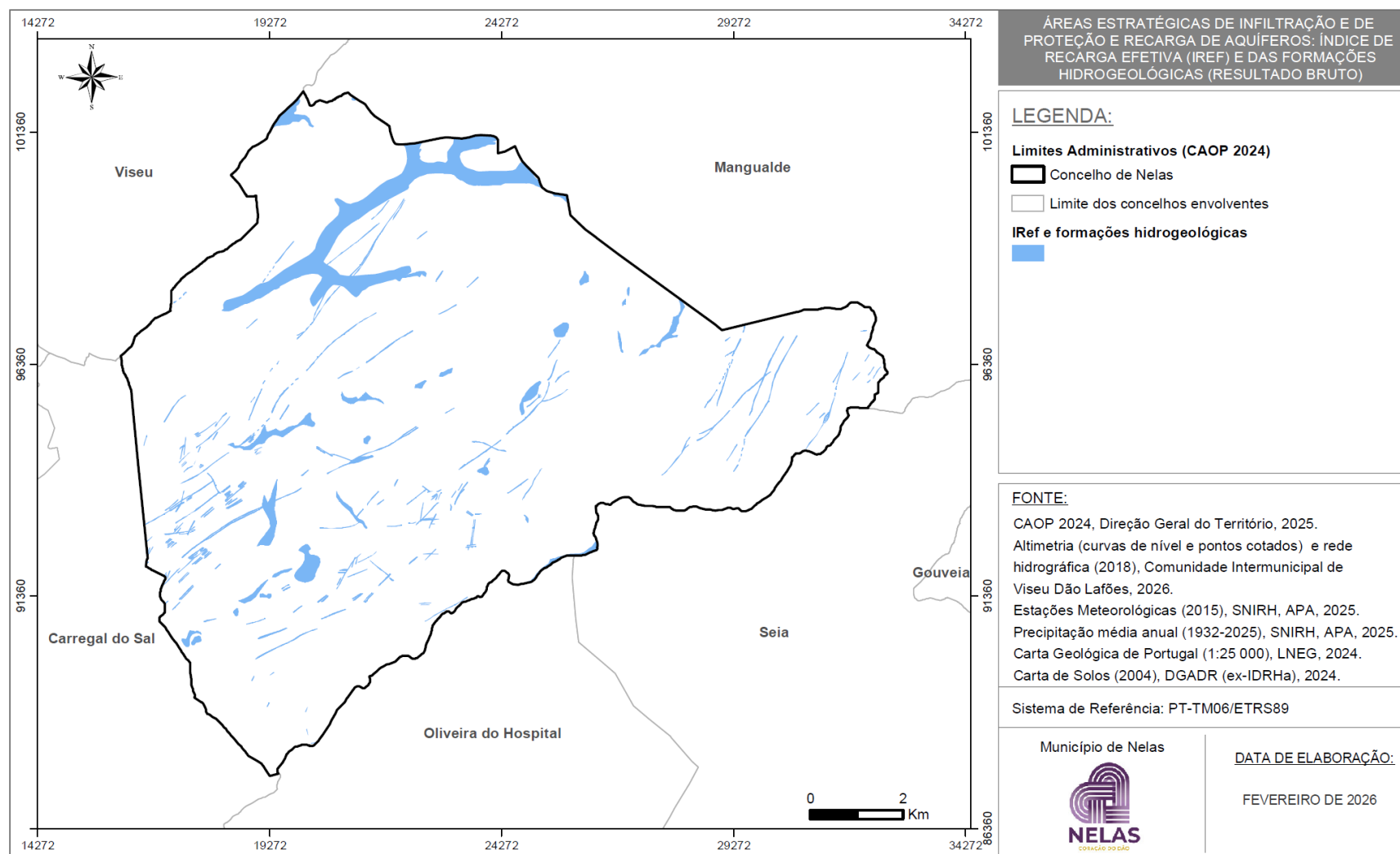
Mapa 12: Índice de recarga efetiva (IRef)



Mapa 13: Formações hidrogeológicas a integrar em REN



Mapa 14: Índice de recarga efetiva (IRef) e das formações hidrogeológicas (resultado bruto)



3.1.3.2 COMPONENTE DAS CABECEIRAS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS (CBH)

Este RJREN “(...) visa, entre outros aspetos, reintegrar as cabeceiras de linhas de água enquanto áreas estratégicas de infiltração de água no solo, o presente documento vem complementar as orientações estabelecidas para a delimitação da tipologia Áreas Estratégicas de Infiltração e de Proteção e Recarga de Aquíferos (AEIPRA), com vista à salvaguarda das seguintes funções: “Assegurar condições naturais de receção e máxima infiltração das águas pluviais nas cabeceiras das bacias hidrográficas e contribuir para a redução do escoamento e da erosão superficial.” (subalínea vii) do n.º 3 da alínea d) da Secção II, dedicada às tipologias que constituem áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico)” (Comissão Nacional do Território, 2024).

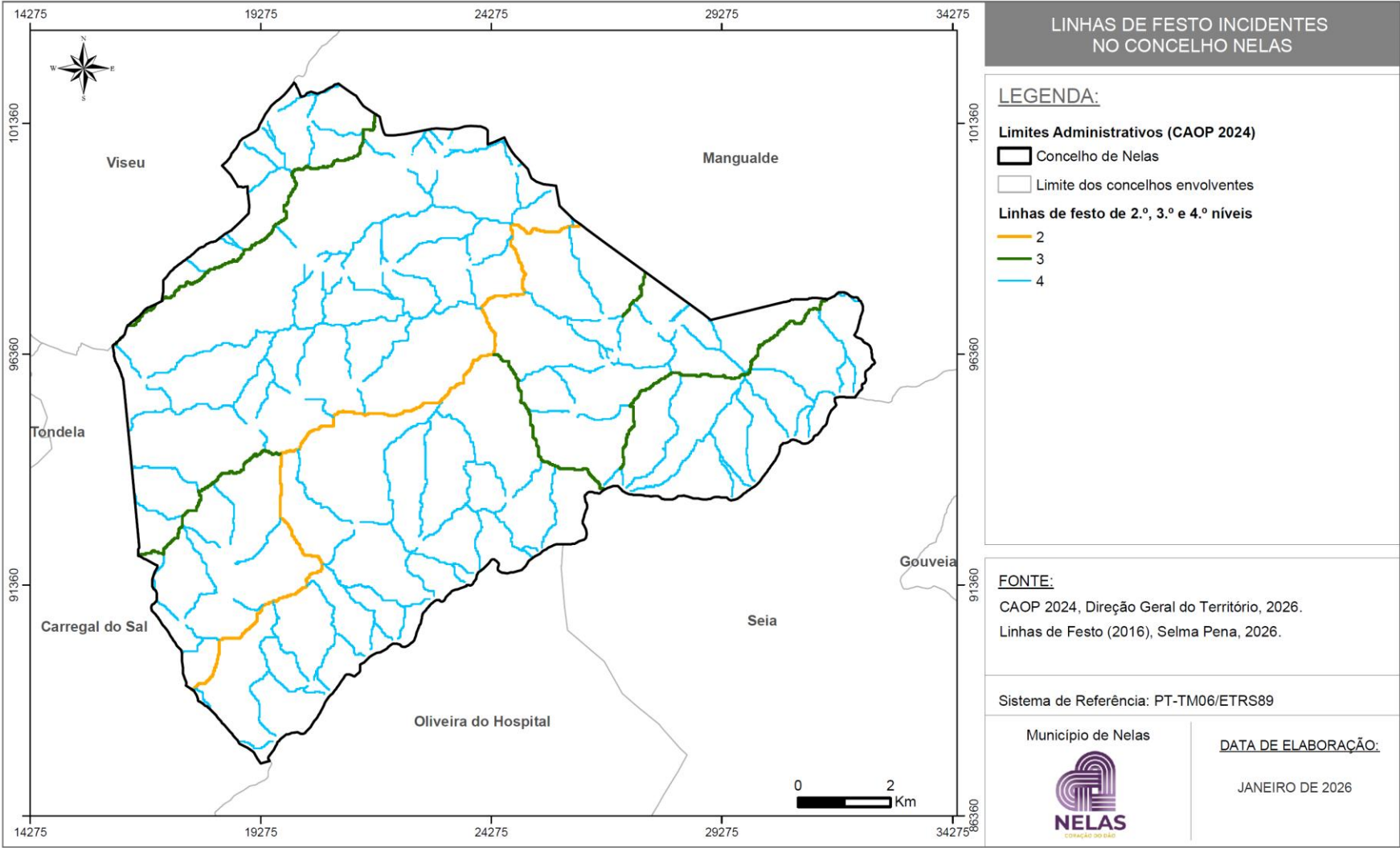
Conforme exposto nas OENR, na “(...) delimitação das áreas de receção e infiltração das águas pluviais devem ser delimitadas as cabeceiras das bacias hidrográficas, partindo das linhas de fecho principais e abrangendo áreas planas e convexas adjacentes e áreas côncavas até à interseção com a linha de 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).

Portanto, no que respeita às cabeceiras das bacias hidrográficas, estas correspondem à representação da área compreendida entre as linhas de fecho e os pontos de início das linhas de água principais.

Assim, na delimitação das cabeceiras das bacias hidrográficas devem ser consideradas todas as linhas de fecho, da 1.ª à 4.ª ordem.

No entanto, devido à inexistência de linhas de fecho de 1.ª ordem no concelho de Nelas, foram tidas em consideração as linhas de fecho de 2ª, 3ª e 4ª ordens presentes na base de dados EPICWebGIS (produzida por Selma Pena) e incidentes neste território (Mapa 15), as quais constituirão o suporte essencial para a demarcação das cabeceiras das bacias hidrográficas consideradas fundamentais a nível regional no concelho em análise.

Mapa 15: Linhas de festo incidentes no concelho de Nelas

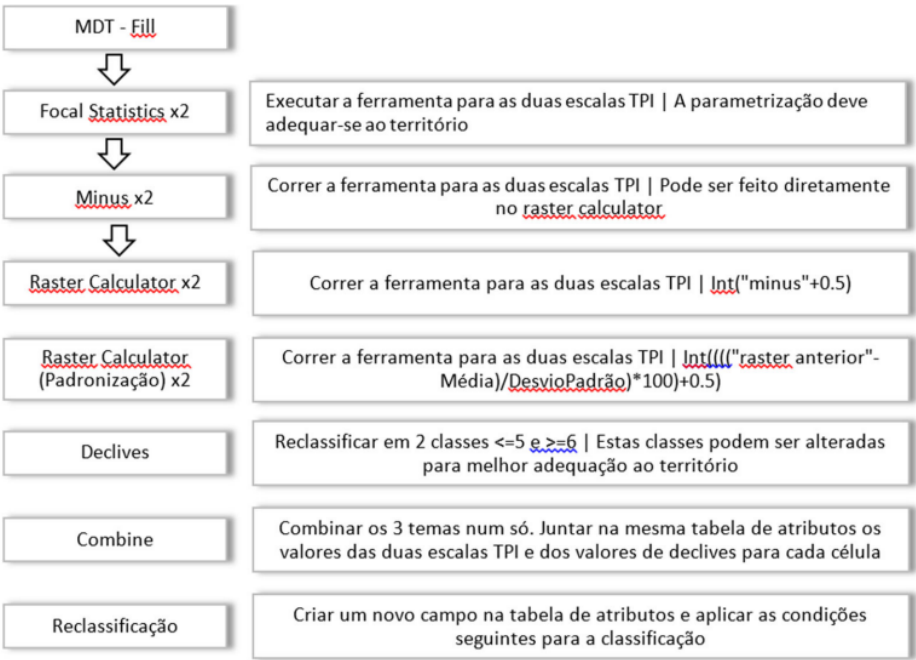


Correção das Linhas de Festo

No que respeita às correções a aplicar às linhas de festo em função da geomorfologia local, segundo as orientações técnicas da CNT (2024), estas podem ser realizadas com base na aplicação de métodos automáticos de classificação do relevo, baseando-se no *Topographic Position Index* (TPI), nomeadamente, a «*Landforms*» e a «*Slope Position*», podendo ser utilizadas outras formas de classificação como o «*Geomorphons*».

A abordagem metodológica considerada para efeitos de ajustes das linhas de festo foi a «*Landforms*», tendo sido aplicado os seguintes procedimentos:

Figura 5: Metodologia de cálculo do Landforms



Fonte: Comissão Nacional do Território, 2024.

Neste sentido, procedeu-se à correção automática das linhas de festo segundo do método através do método TPI | Landforms, exemplificado na Orientação Técnica Cálculo das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas (junho, 2024), da Comissão Nacional do Território.

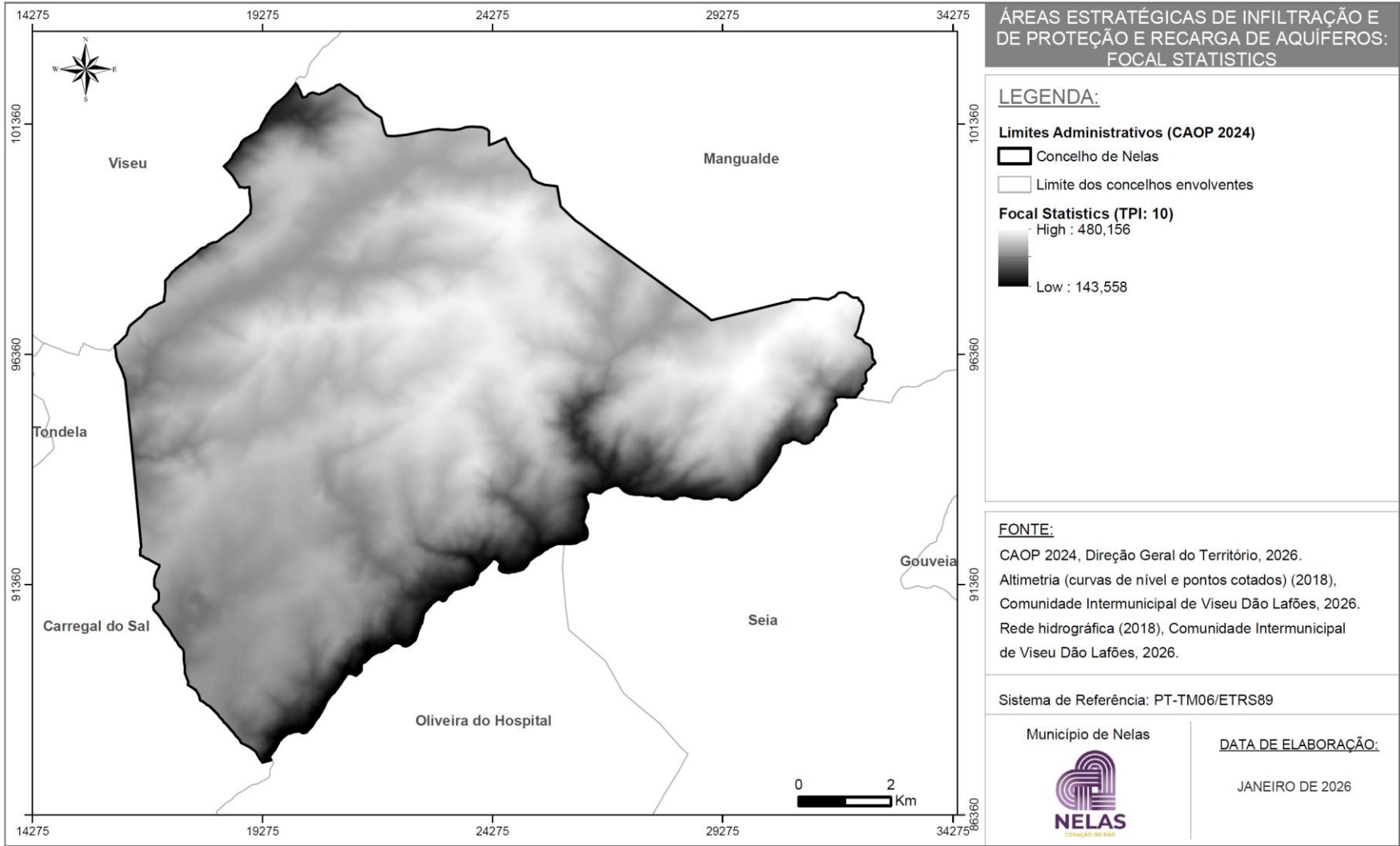
Partindo do MDT da área de trabalho (concelho de Nelas) foi executada a ferramenta *Focal Statistics* para as duas escalas de TPI, 10 e 250 (Mapa 16 e Mapa 17), cujos valores e representação gráfica se mostraram os mais adequados para o concelho de Nelas. De seguida foi processada a ferramenta *Minus* para as duas escalas de TPI (Mapa 18 e Mapa 19) e calculada, a partir dos resultados, a fórmula « $\text{Int}(\text{"minus"} + 0.5)$ » no *raster calculator*, novamente para os dois valores de TPI (Mapa 20 e Mapa 21). No passo seguinte efetuou-se uma padronização para as duas escalas (Mapa 22 e Mapa 23). O MDT foi

realizado com a melhor informação possível. Fora dos limites do concelho não foi possível considerar uma faixa de 50 ou 100 metros, por indisponibilidade dessa informação.

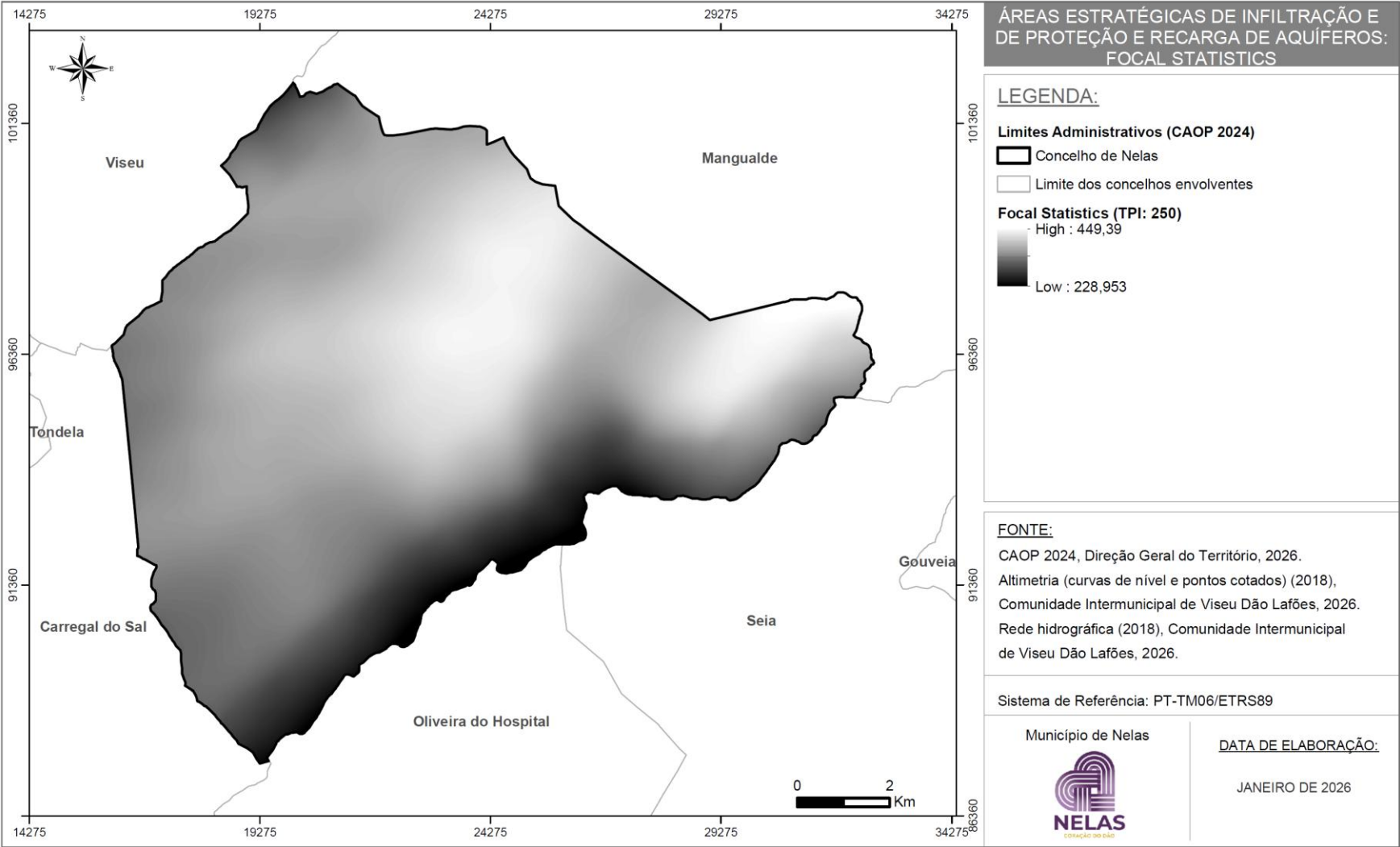
Com o MDT inicial foi produzida uma carta de declives com a ferramenta *slope*, procedendo-se a uma reclassificação em duas classes (≤ 5 e ≥ 6), conforme representado no Mapa 24. Foram então combinados na mesma tabela de atributos os valores das duas escalas de TPI e dos valores de declives através da ferramenta *combine* (Mapa 25). Procedeu-se à reclassificação destes valores, na tabela de atributos, através do *Field Calculator*, com o campo *Show Codeblock* ativado.

A reclassificação dos dados deu resultado à classificação do relevo em 10 classes, tal como representado no Mapa 26.

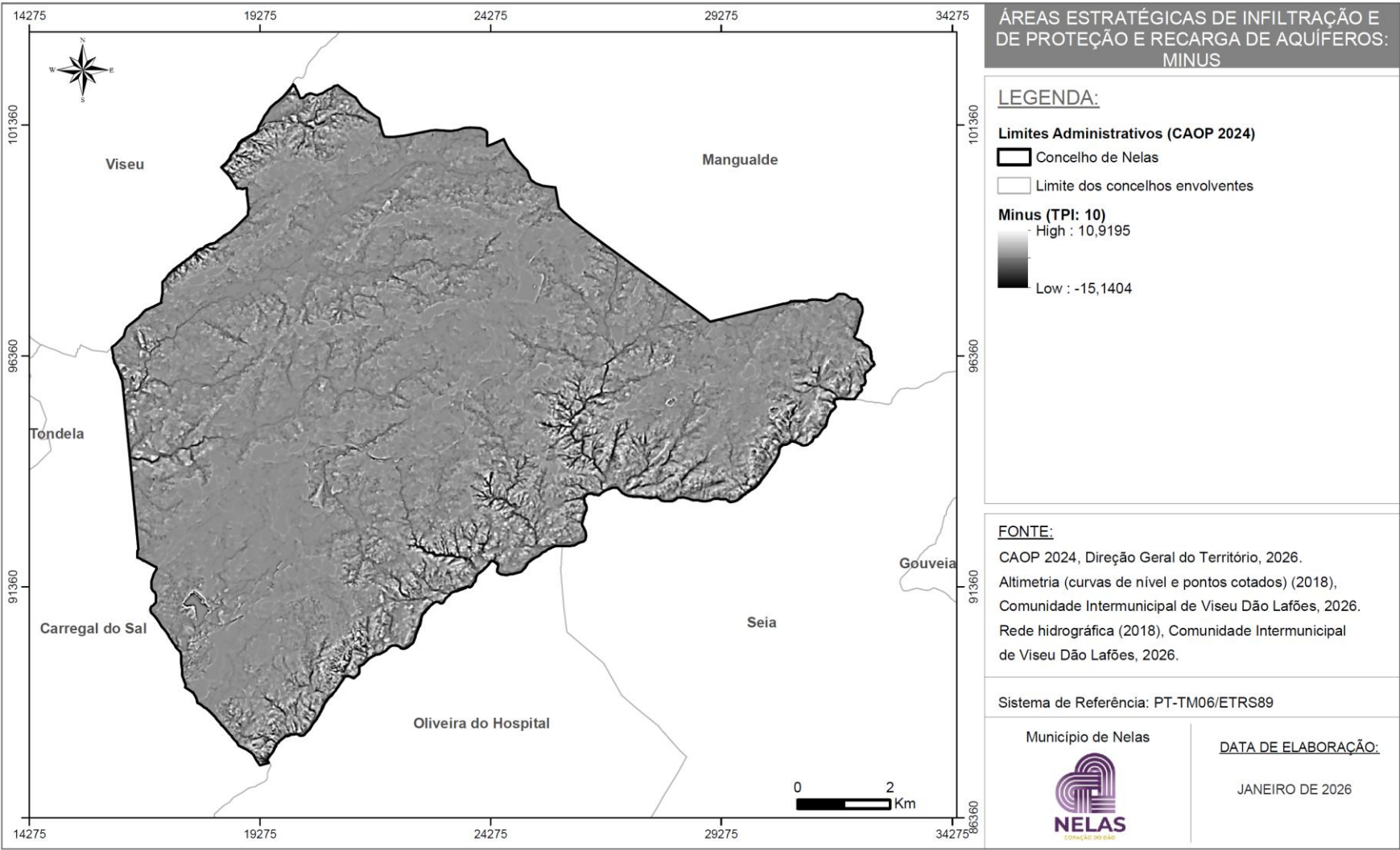
Mapa 16: Focal Statistics (TPI: 10)



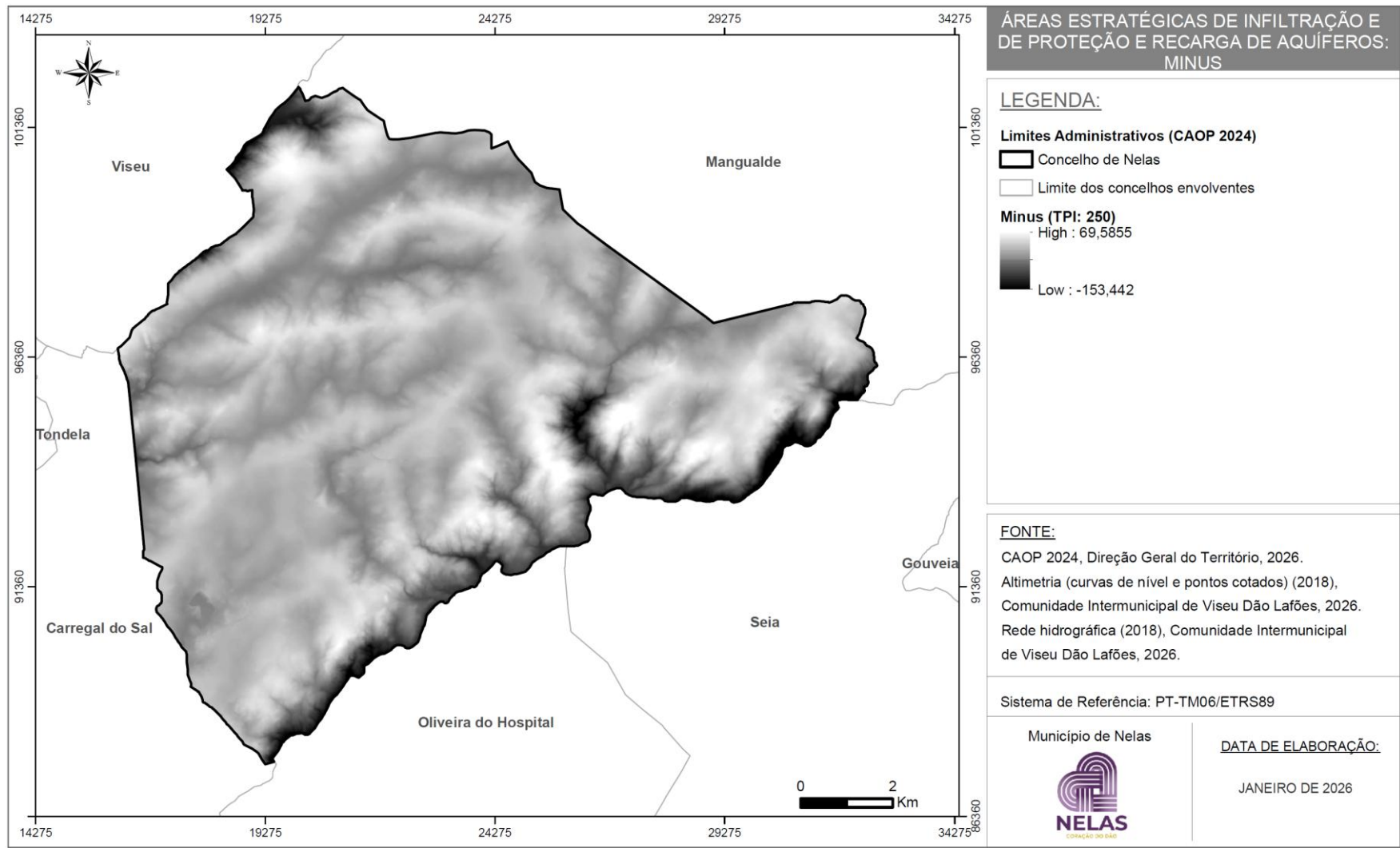
Mapa 17: Focal Statistics (TPI: 250)



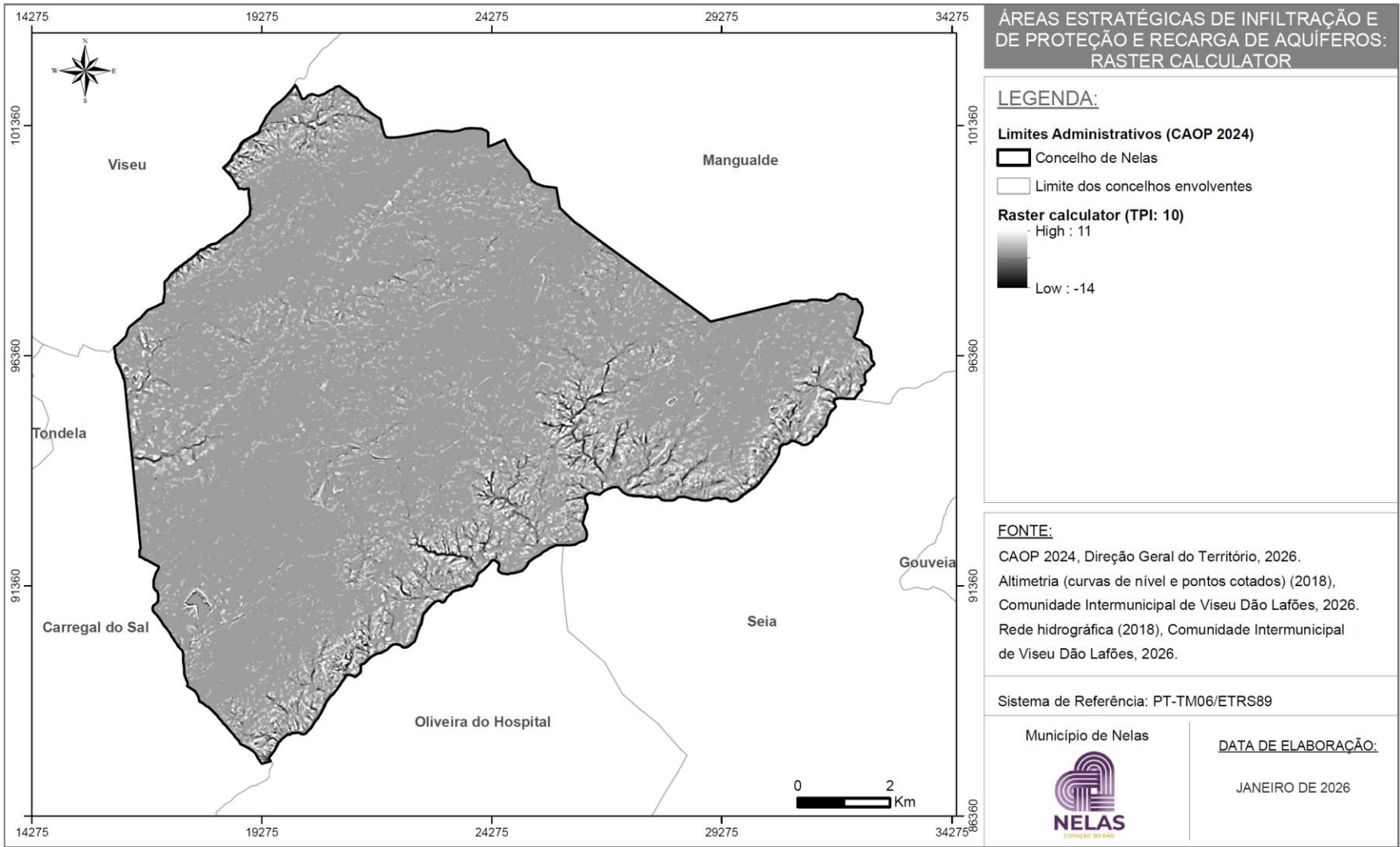
Mapa 18: Minus (TPI: 10)



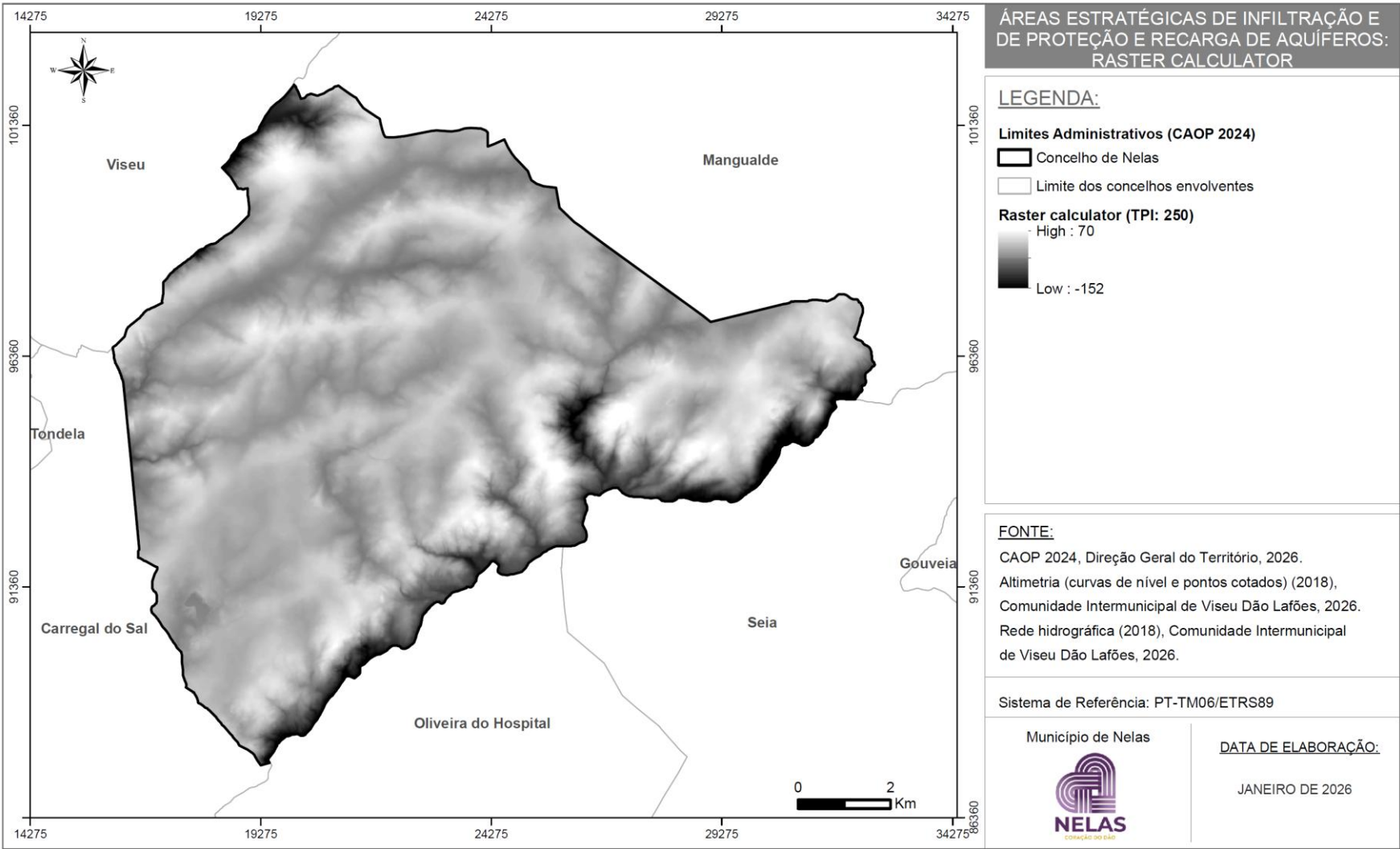
Mapa 19: Minus (TPI: 250)



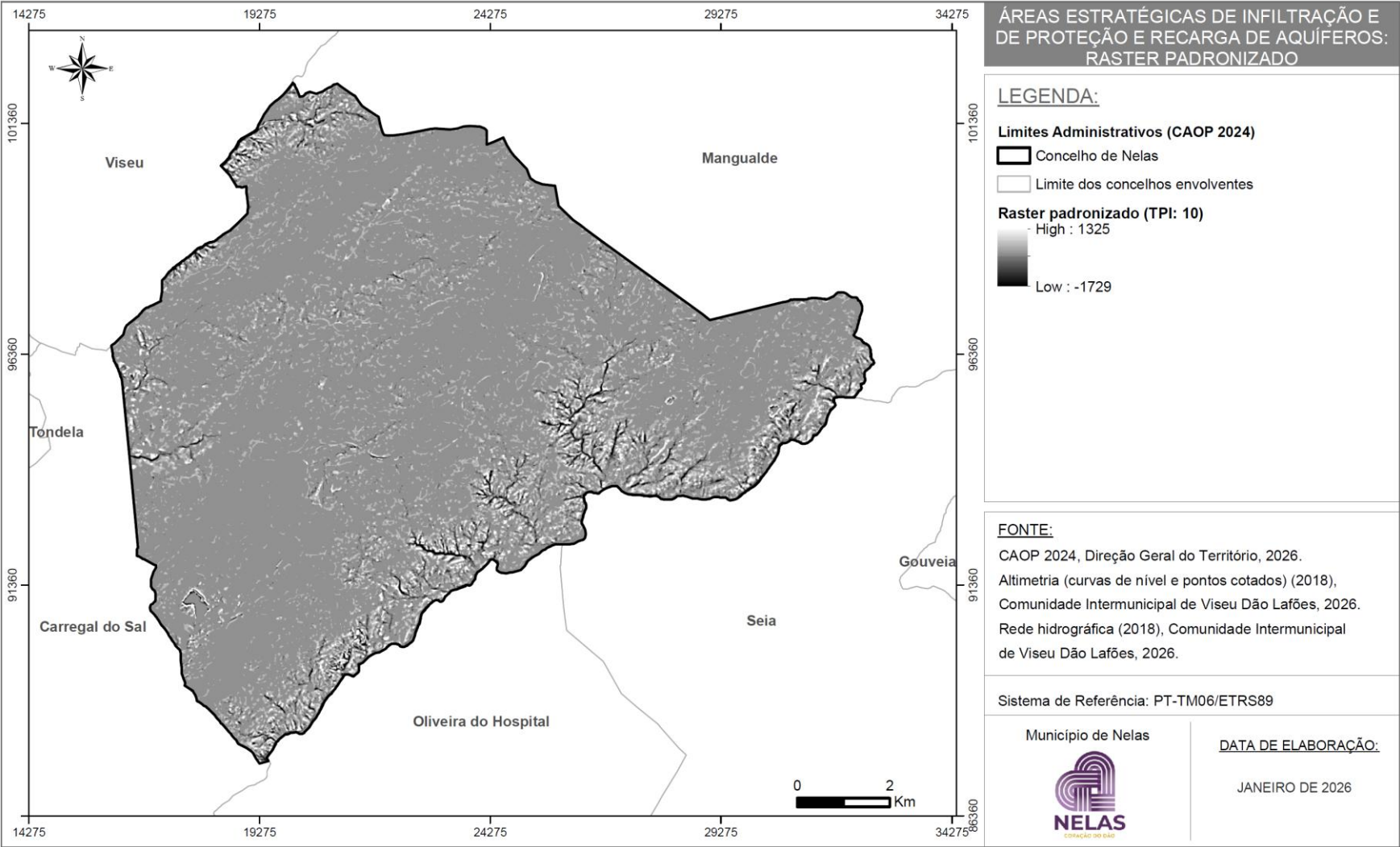
Mapa 20: Raster calculator (TPI: 10)



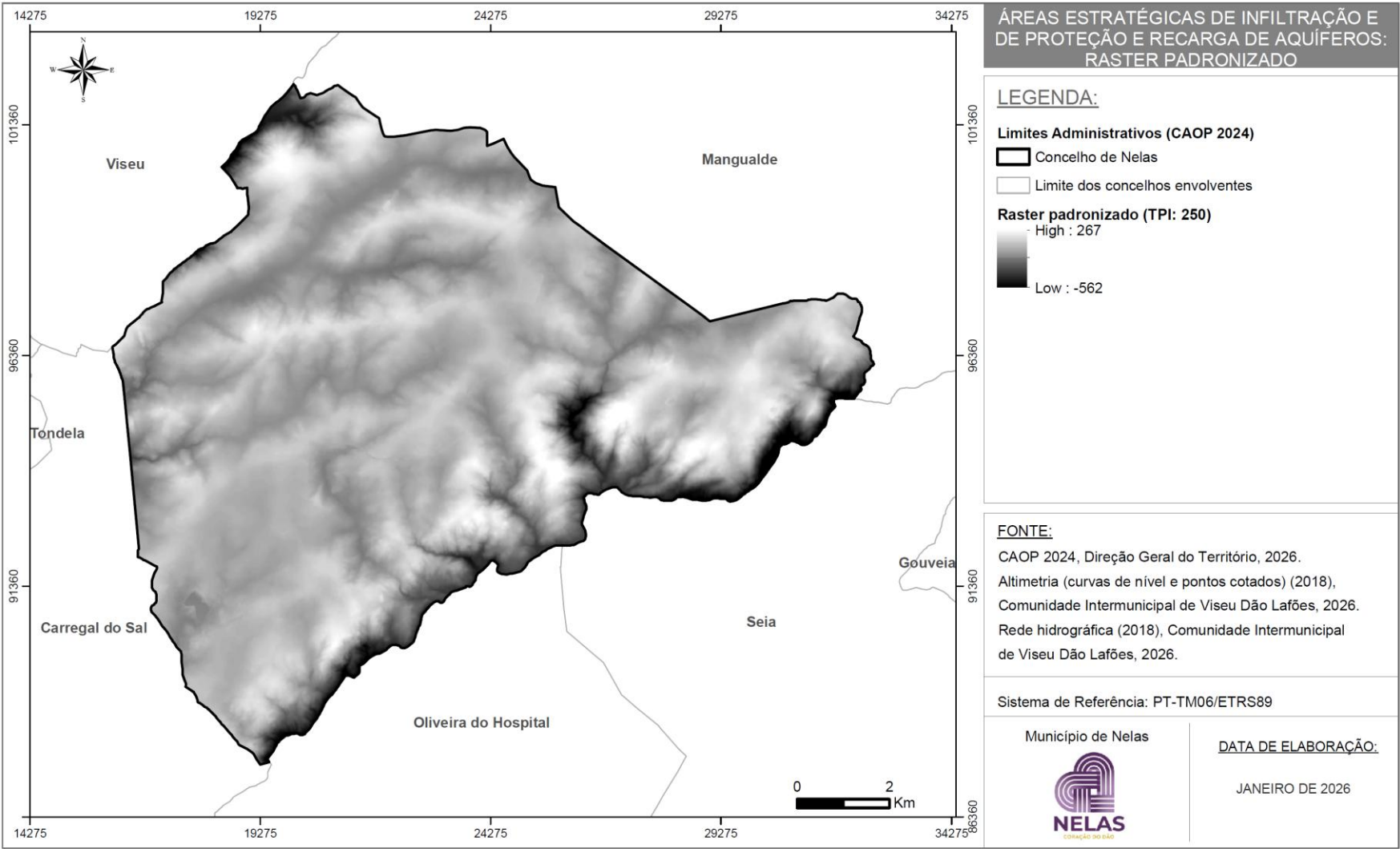
Mapa 21: Raster calculator (TPI: 250)



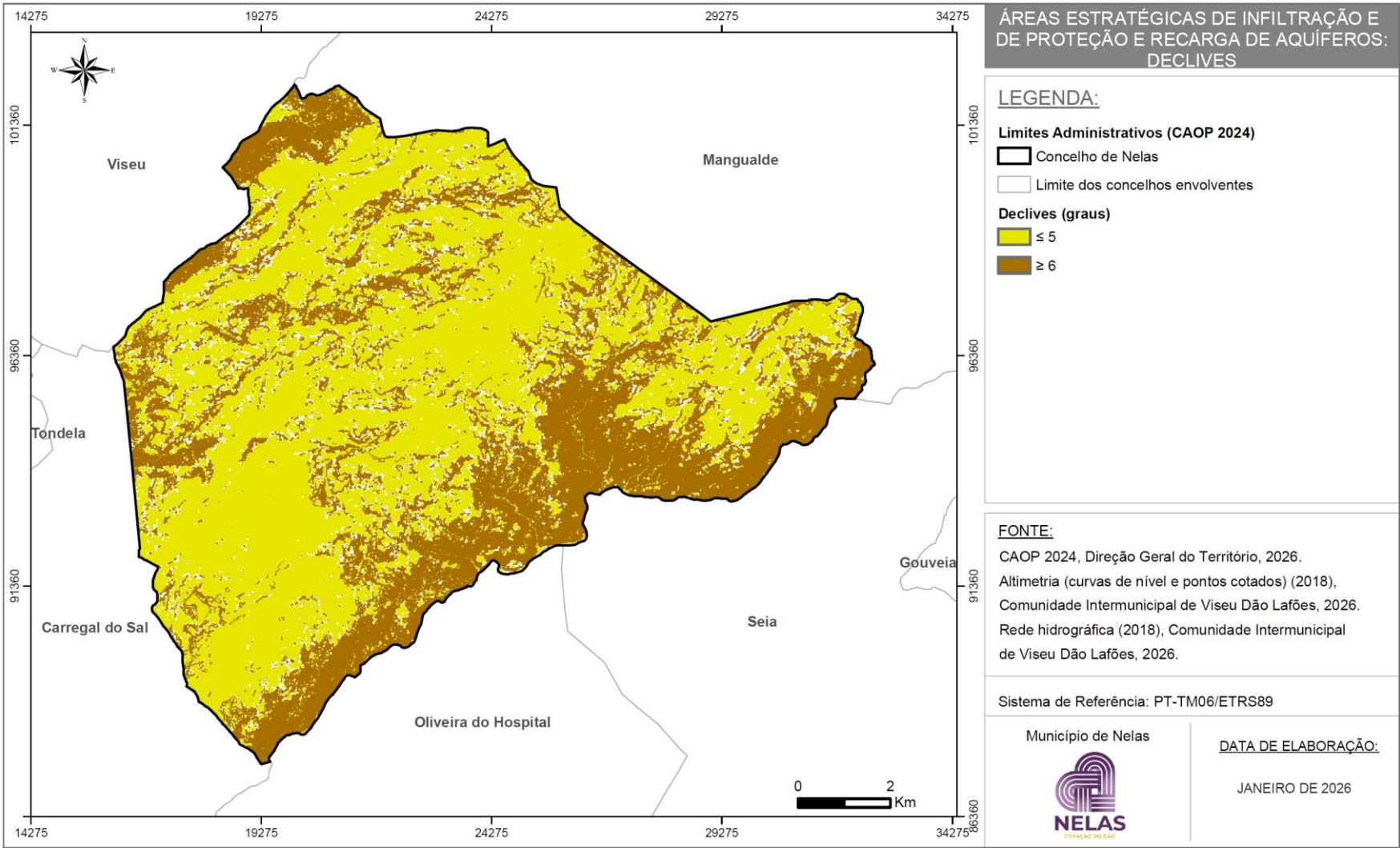
Mapa 22: Raster padronizado (TPI: 10)



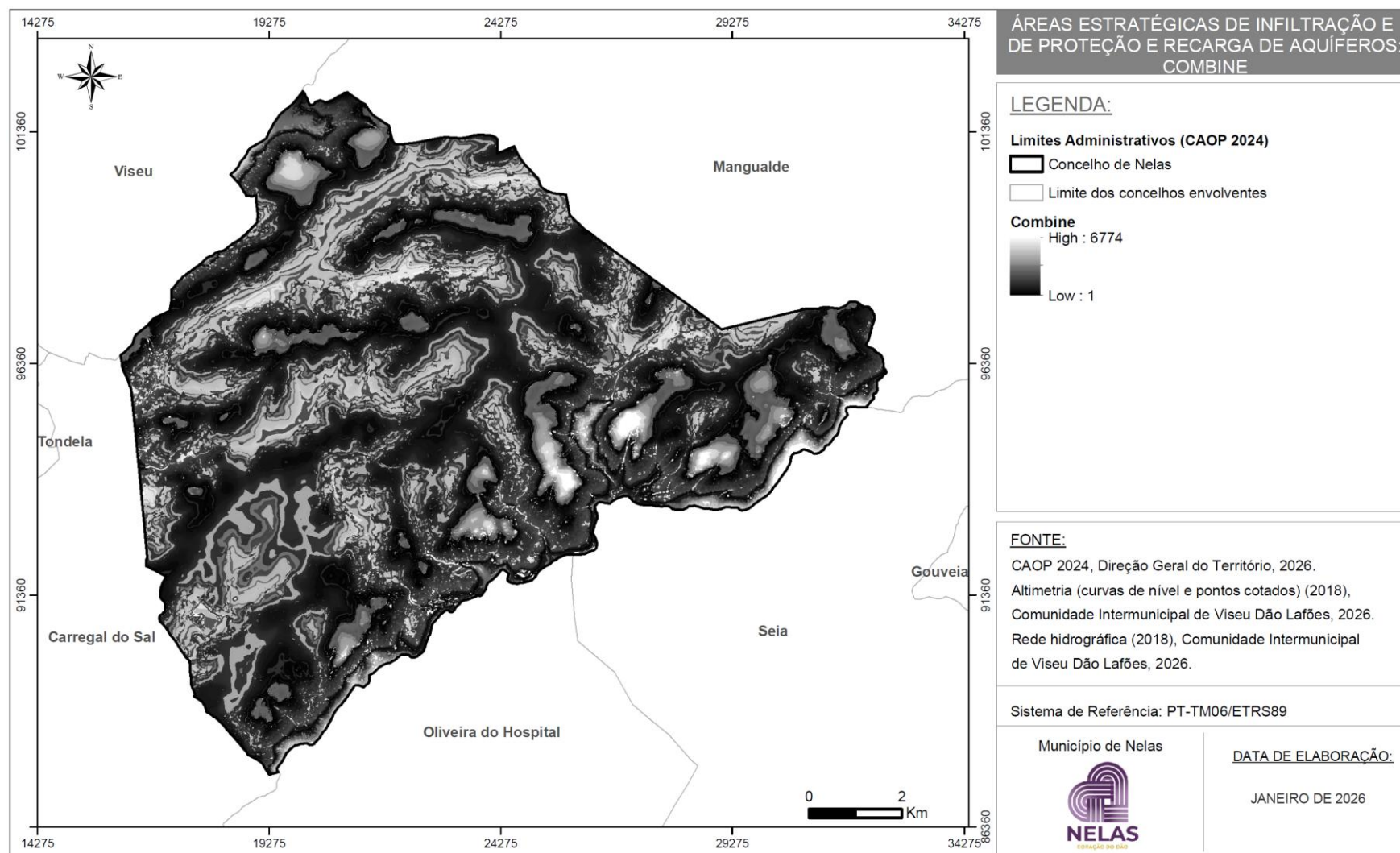
Mapa 23: Raster padronizado (TPI: 250)



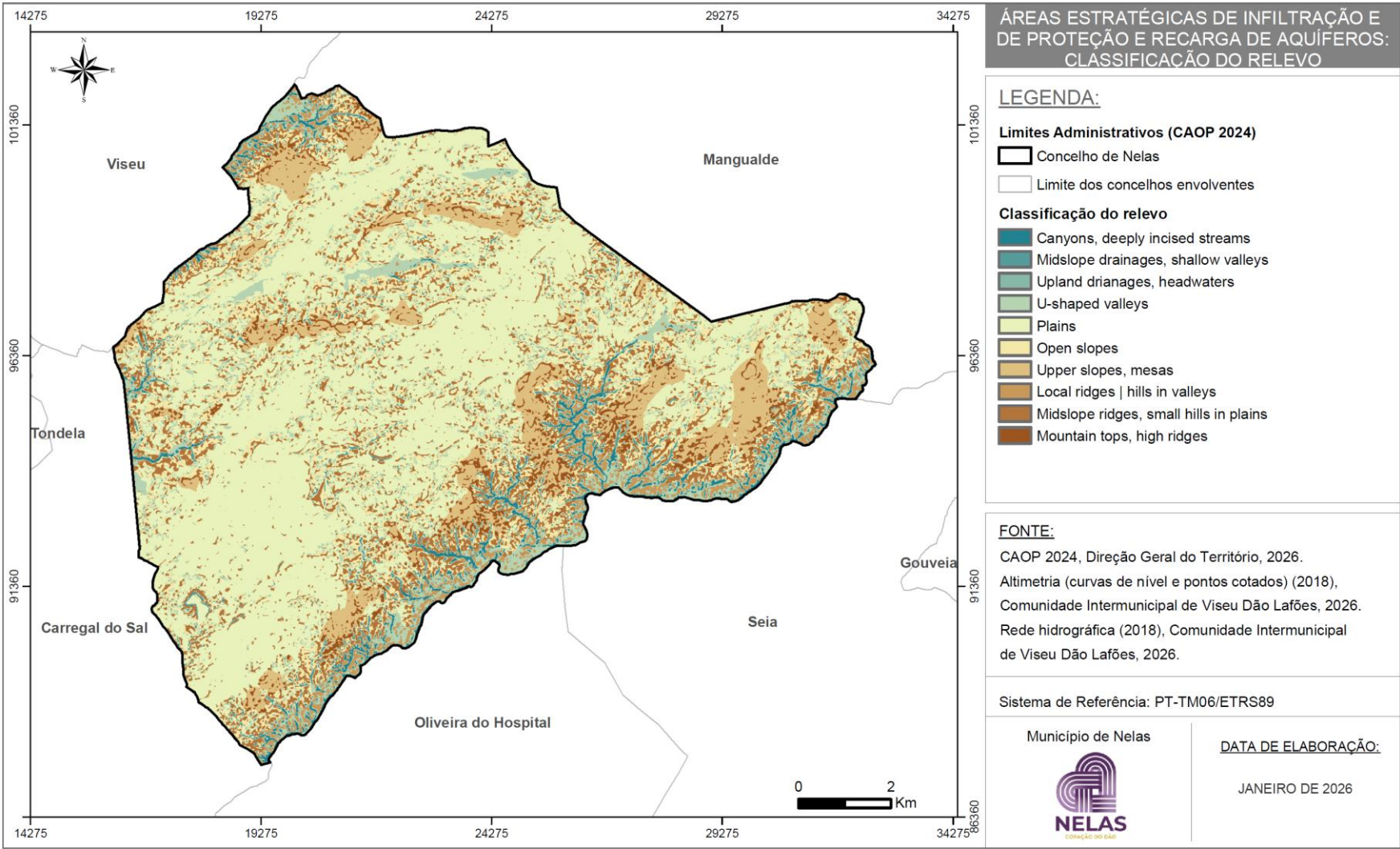
Mapa 24: Declives reclassificados



Mapa 25: Combine



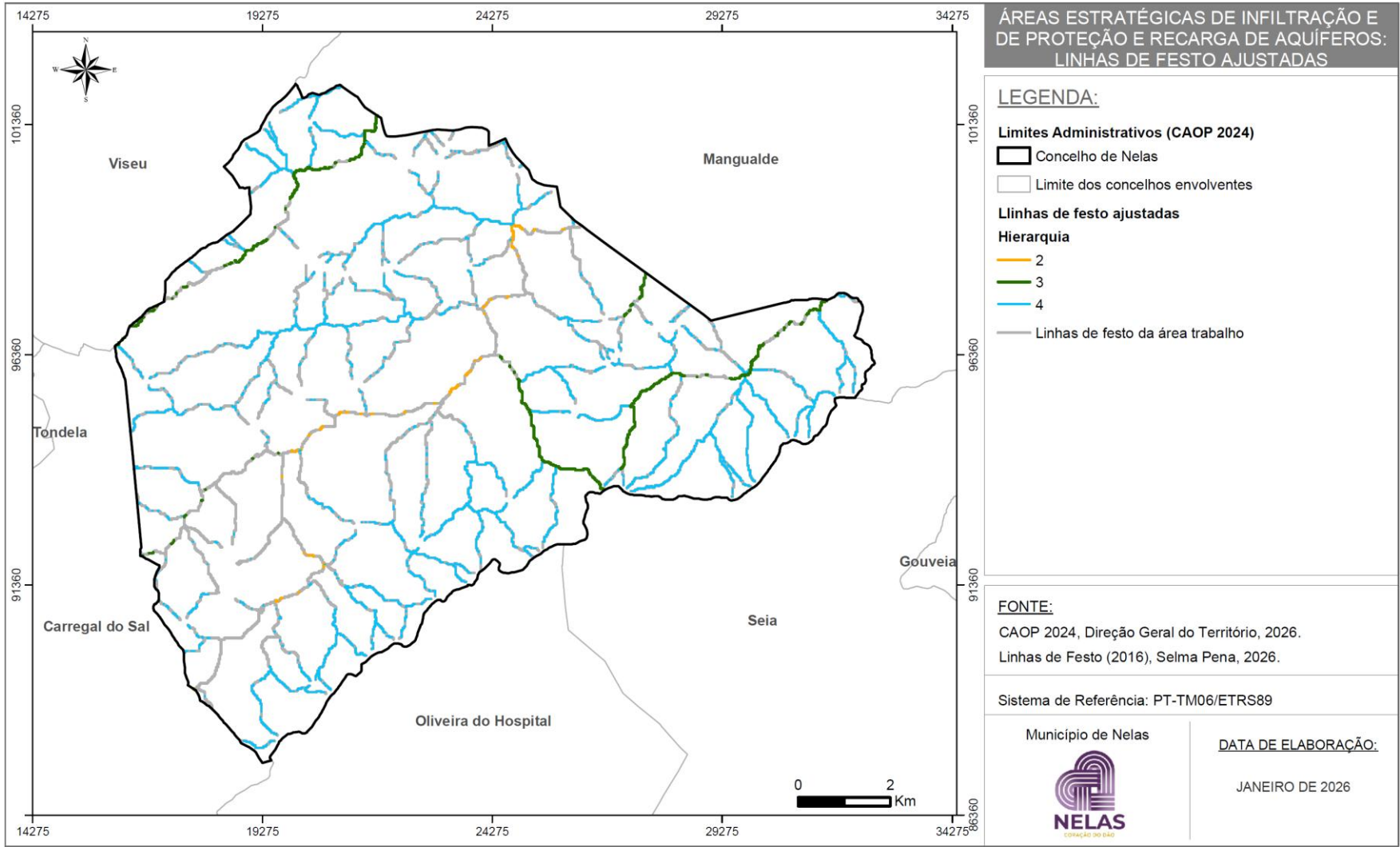
Mapa 26: Classificação do relevo



Em seguida procedeu-se à interseção das linhas das bacias hidrográficas (da APA) com a rede hidrográfica (*1809pontos_intersect_bh_rh.shp*), por forma a identificar as formas de relevo *TPILandforms* que intersetem com o tema de pontos criado (*1809landform.shp*). A partir dos resultados, assumiram-se as formas de relevo de 1 a 5, onde estão presentes os pontos de contacto.

Assim, procedeu-se à reclassificação das classes do relevo, de 1 (*Canyons, deeply incised streams*) a 5 (*Plains*), para o valor “1” e as restantes classes reclassificadas com “NoData”, passando à conversão do *raster* gerado e para camada vetorial com a ferramenta *Raster to Polygon*. Estas áreas foram utilizadas para o corte das linhas de festo a excluir, através da ferramenta *Erase*. O resultado final com as linhas de festo ajustadas corresponde à camada de nome *1809linhas_festo_ajustadas*, que está representada no Mapa 27.

Mapa 27: Linhas de fecho de 2.ª, 3.ª e 4.ª níveis ajustadas incidentes no concelho de Nelas



Demarcação das Cabeceiras das Bacias Hidrográficas

Para a determinação das cabeceiras das bacias hidrográficas, foi adotada a metodologia estabelecida na Orientação Técnica da CNT produzida pelo Grupo de Trabalho da REN, de junho de 2024.

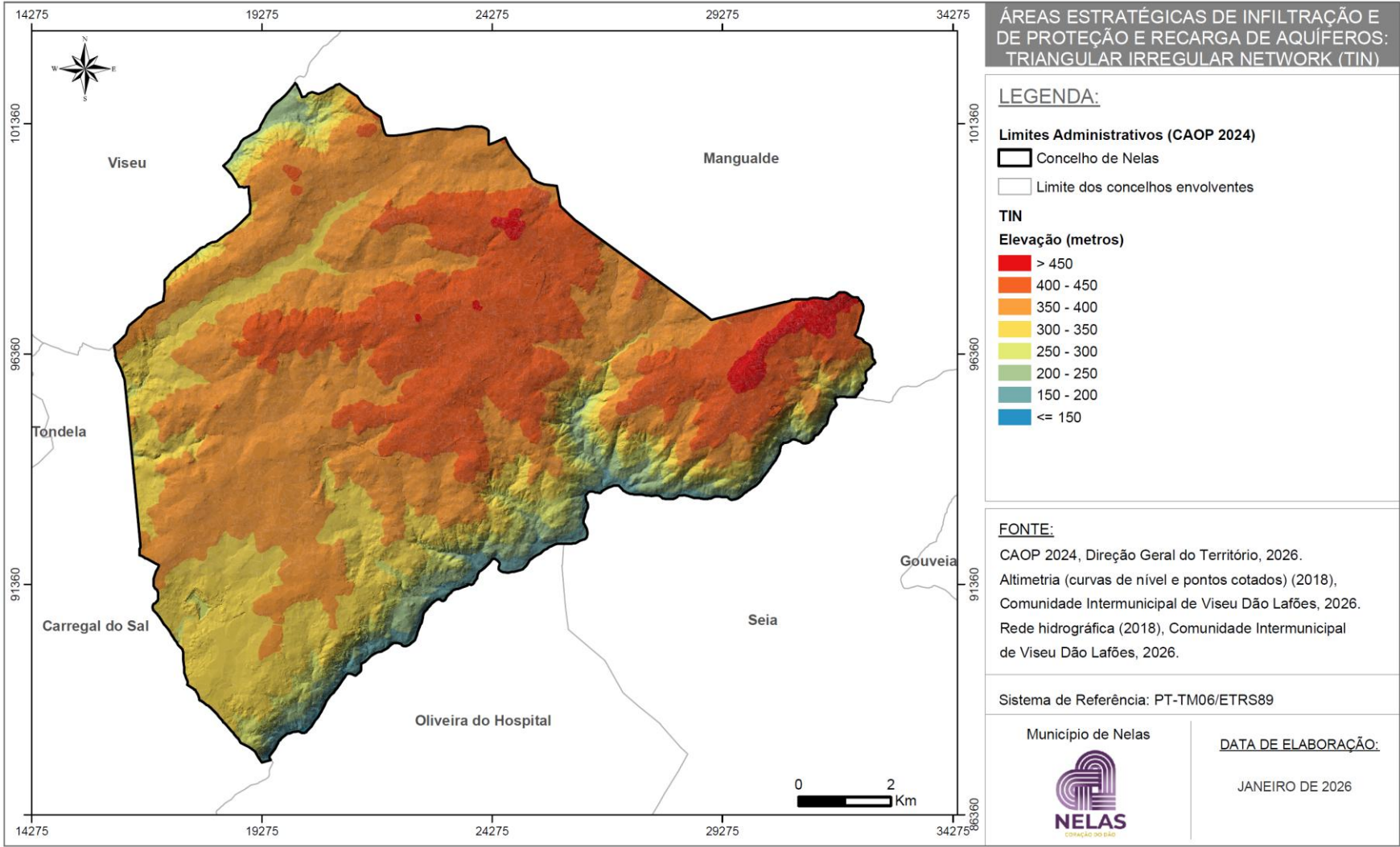
Neste sentido, a delimitação das cabeceiras das bacias hidrográficas teve por base a metodologia desenvolvida por Pena (2018), onde após a elaboração do *Triangular Irregular Network (TIN)* (Mapa 28), com base nas curvas de nível, pontos cotados e rede hidrográfica 3D à escala 1:10 000 do Município de Nelas, e respetiva derivação do Modelo Digital do Terreno (MDT) (Mapa 29), após a correção das falsas depressões geradas automaticamente por este, o primeiro passo consistiu na elaboração do mapa de direção dos fluxos (Mapa 30), a base para a construção do mapa de fluxos acumulados (Mapa 31).

Por conseguinte, procedeu-se com a definição dos fluxos (Mapa 32) considerando a área de drenagem definida por Pena (2018) (0,1 km²), uma vez que se revelou a mais próxima da rede hidrográfica homologada, e respetiva segmentação (Mapa 33). Este passo deu origem aos *rasters* designados 1809str e 1809strlnk, respetivamente.

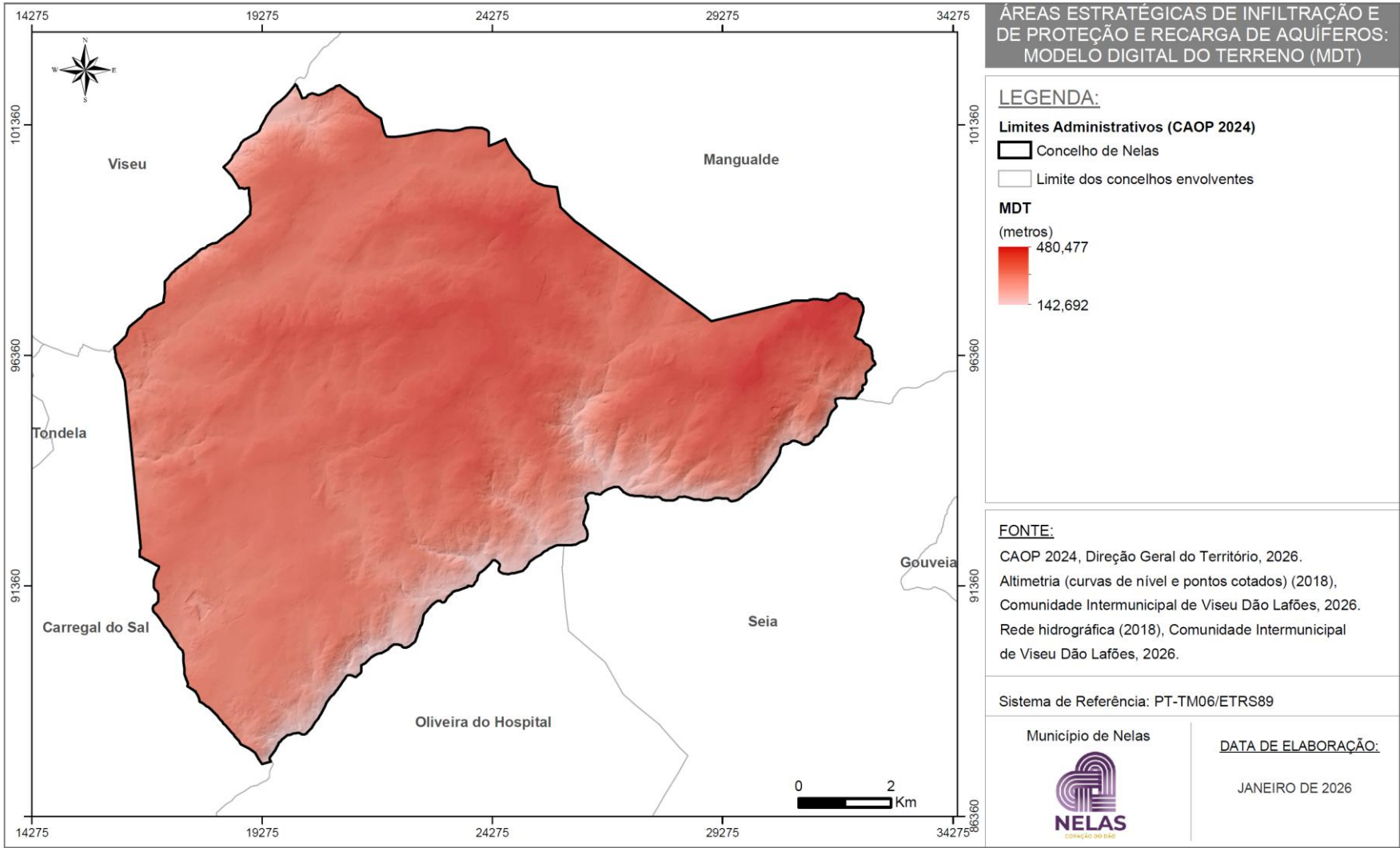
De seguida realizou-se a hierarquização da rede hidrográfica gerada pelo modelo pelo método de *Strahler* (Mapa 34) e converteu-se para vetorial, pois este tema é a base para se obter os pontos de início da rede hidrográfica.

O passo seguinte consistiu na conversão dos temas de base, rede hidrográfica, pontos de início e linhas de fecho, para *raster*, onde para o primeiro e o segundo tema foram atribuídos os valores 500 e 10, respetivamente, e para o último considerou-se a sua hierarquia. Após a reclassificação conforme as orientações de Pena (2018), obteve-se os *rasters* designados 1809rhi, 1809rpi, 1809rlf, que dizem respeito aos temas reclassificados relativos à rede hidrográfica (Mapa 35), pontos de início (Mapa 36) e linhas de fecho (Mapa 37), respetivamente.

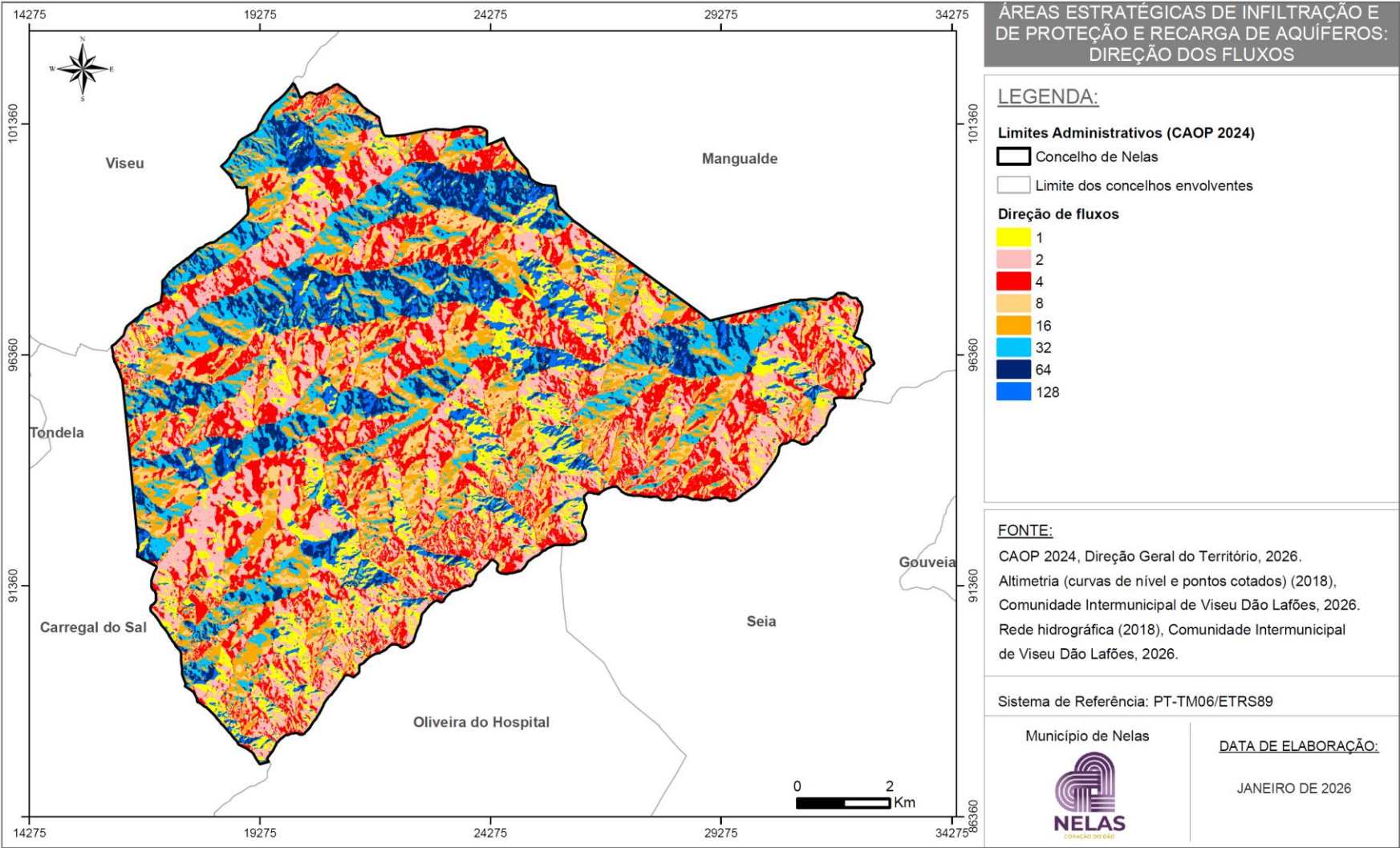
Mapa 28: Triangular Irregular Network (TIN)



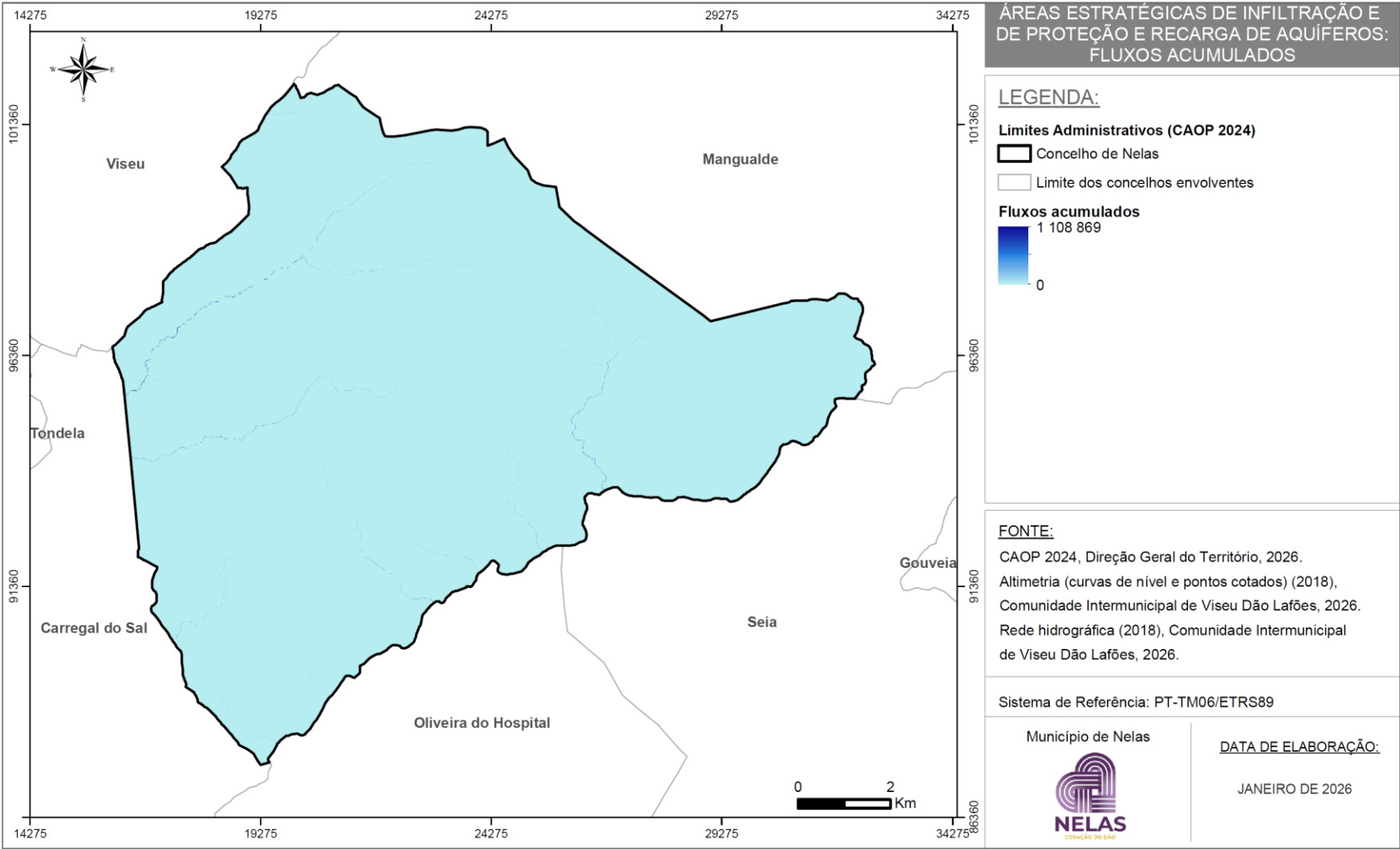
Mapa 29: Modelo Digital do Terreno (MDT)



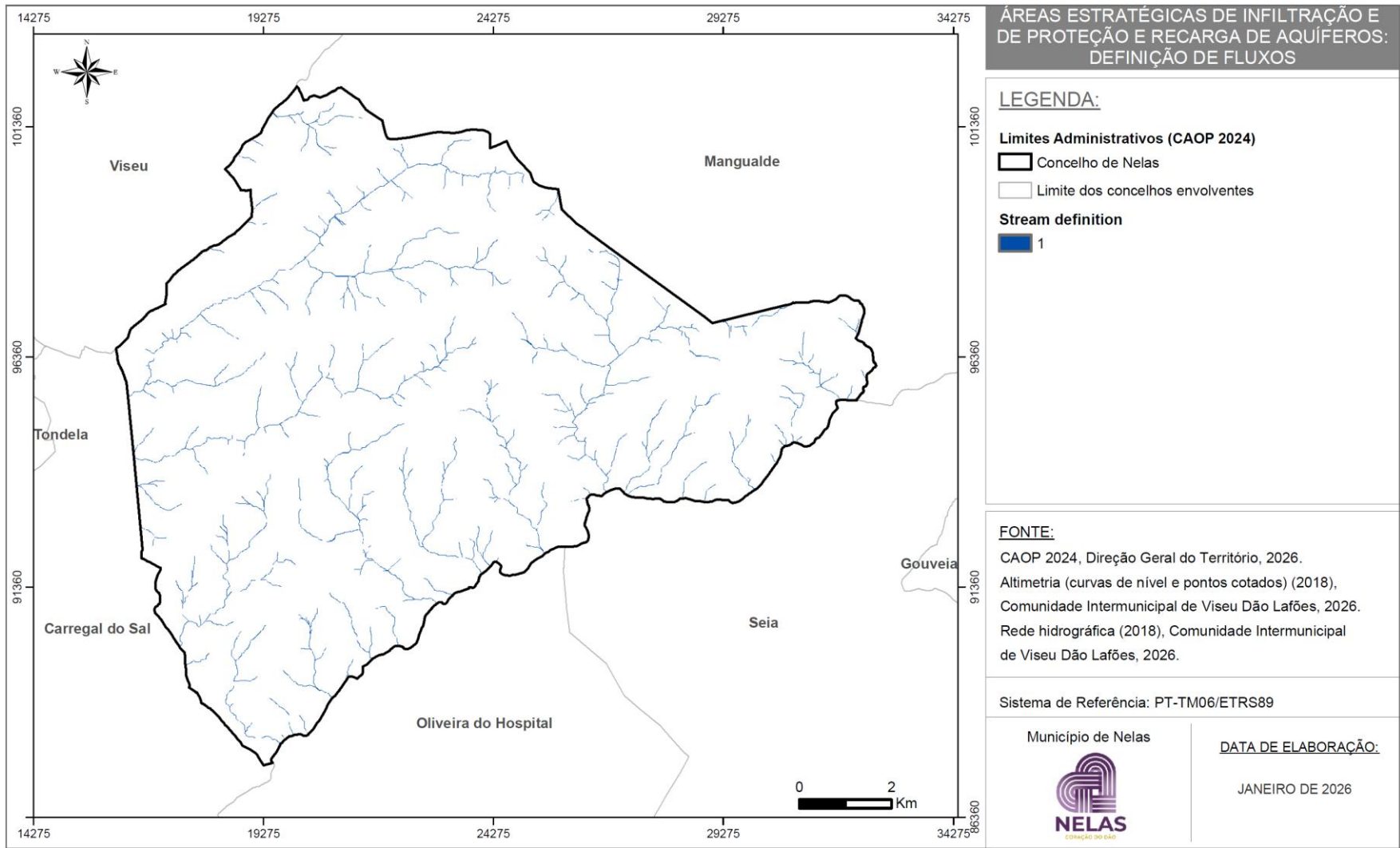
Mapa 30: Direção de fluxos



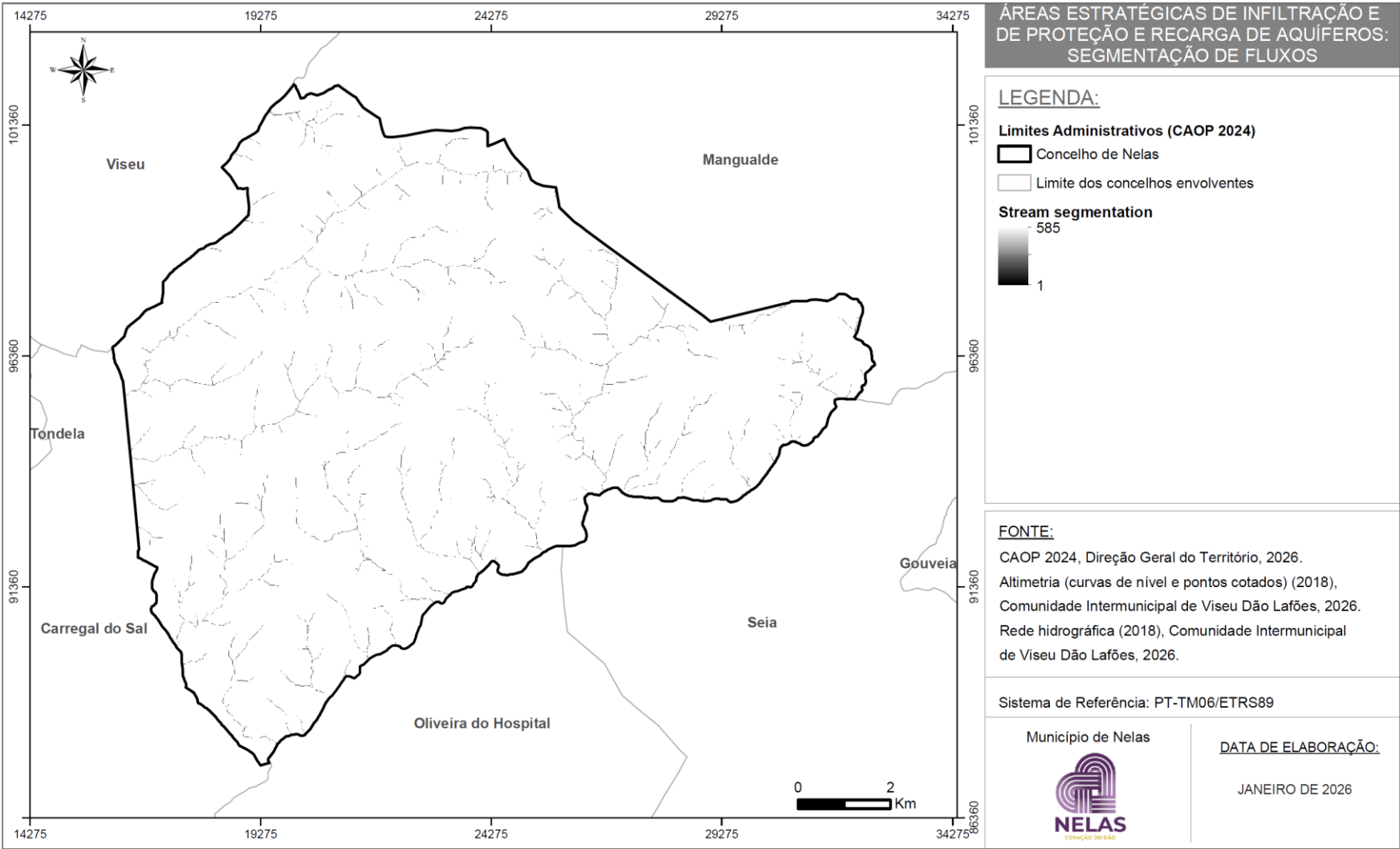
Mapa 31: Fluxos acumulados



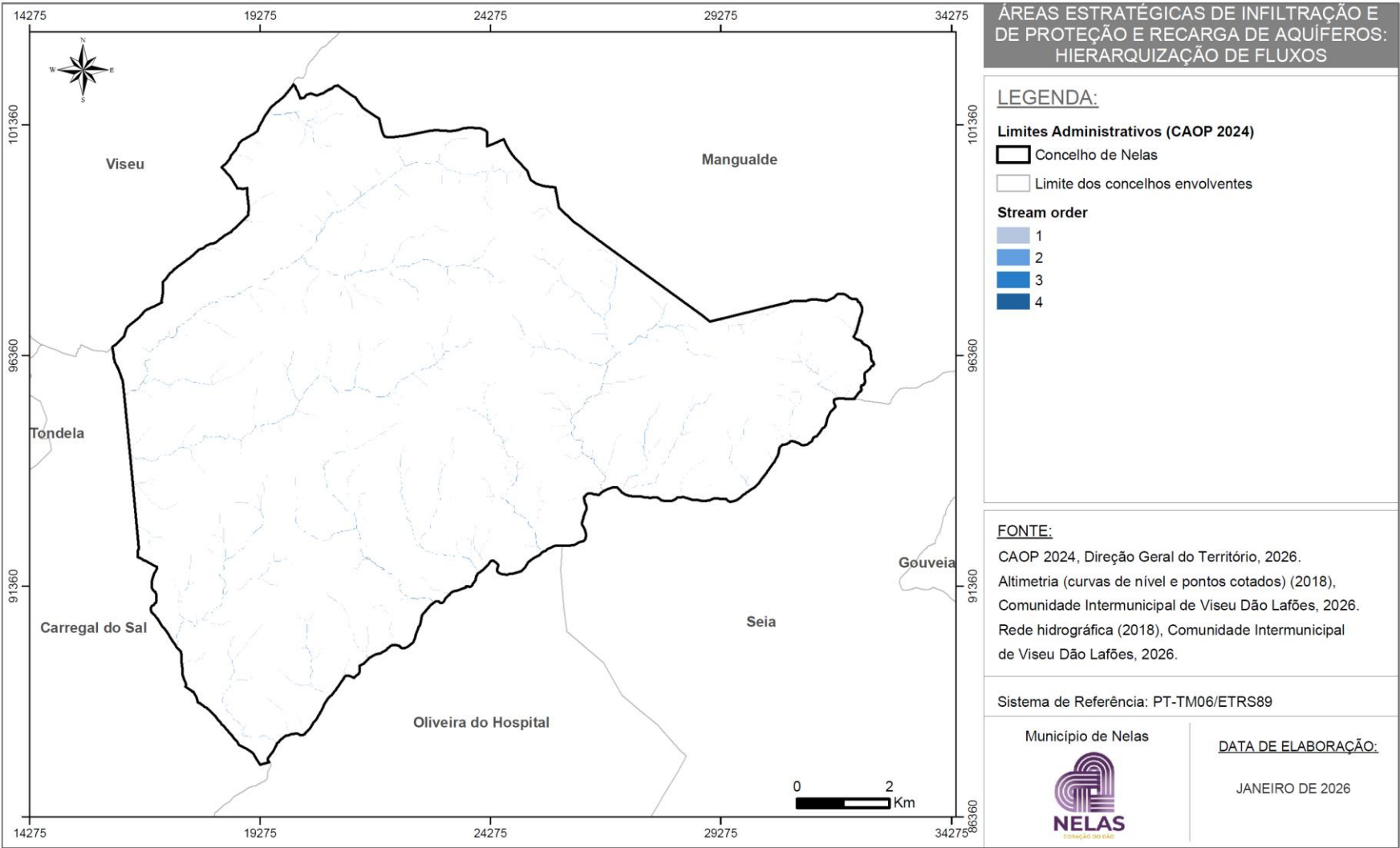
Mapa 32: Stream Definition



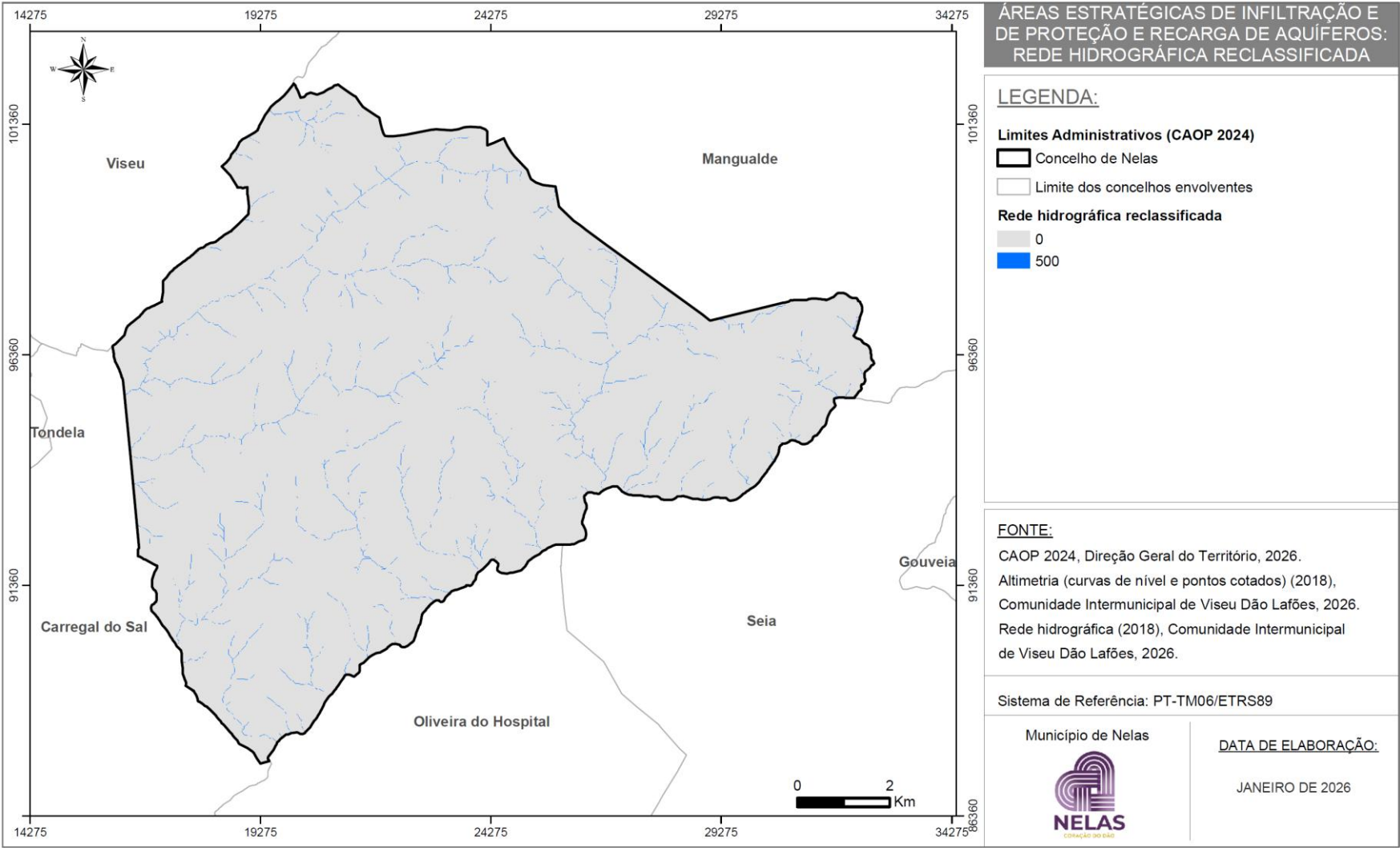
Mapa 33: Stream Segmentation



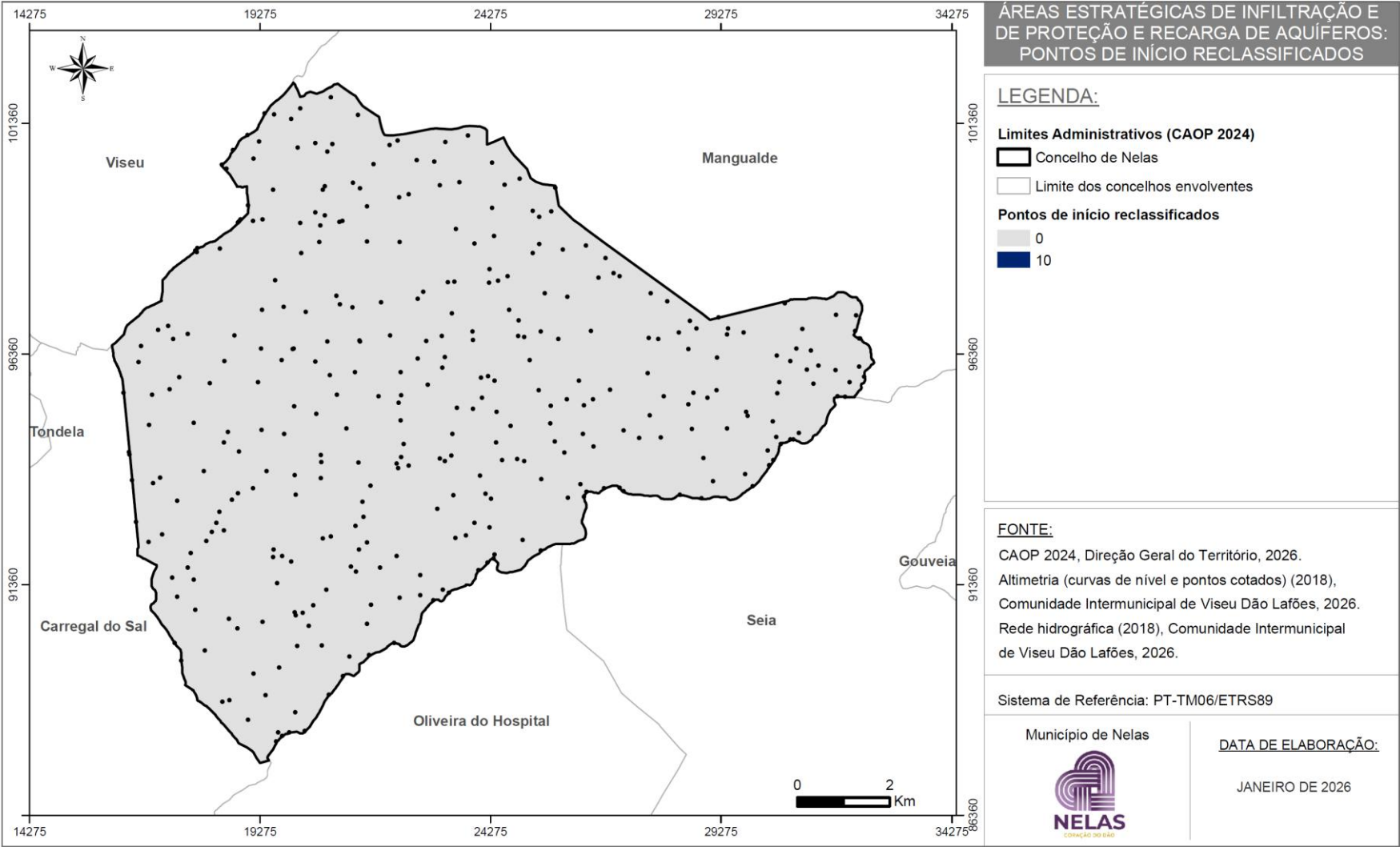
Mapa 34: Stream Order



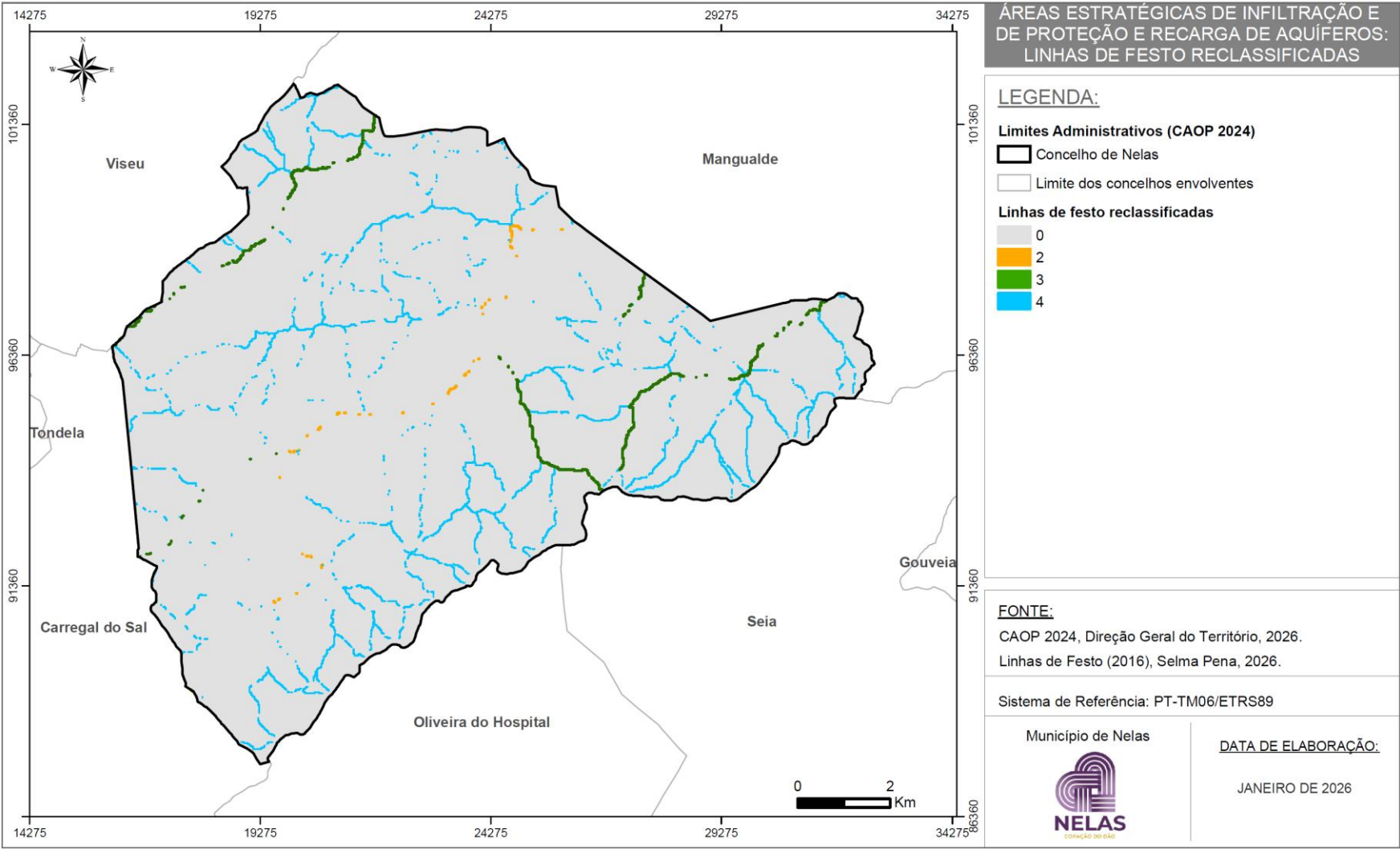
Mapa 35: Rede hidrográfica reclassificada



Mapa 36: Pontos de início da rede hidrográfica reclassificada



Mapa 37: Linhas de festo reclassificadas



Em seguida, realizou-se a junção dos três temas reclassificados, rede hidrográfica, pontos de início e linhas de fecho, onde foi dada a prioridade ao valor da rede hidrográfica para manter um contínuo do fluxo.

A primeira soma reclassificada diz respeito à junção dos temas relativos às linhas de fecho e à rede hidrográfica, originando o ficheiro designado “1809rslfhi” e a segunda soma reclassificada resulta do *raster* anterior e os pontos de início, tendo como resultado o ficheiro designado “1809slfhipi” (Mapa 38).

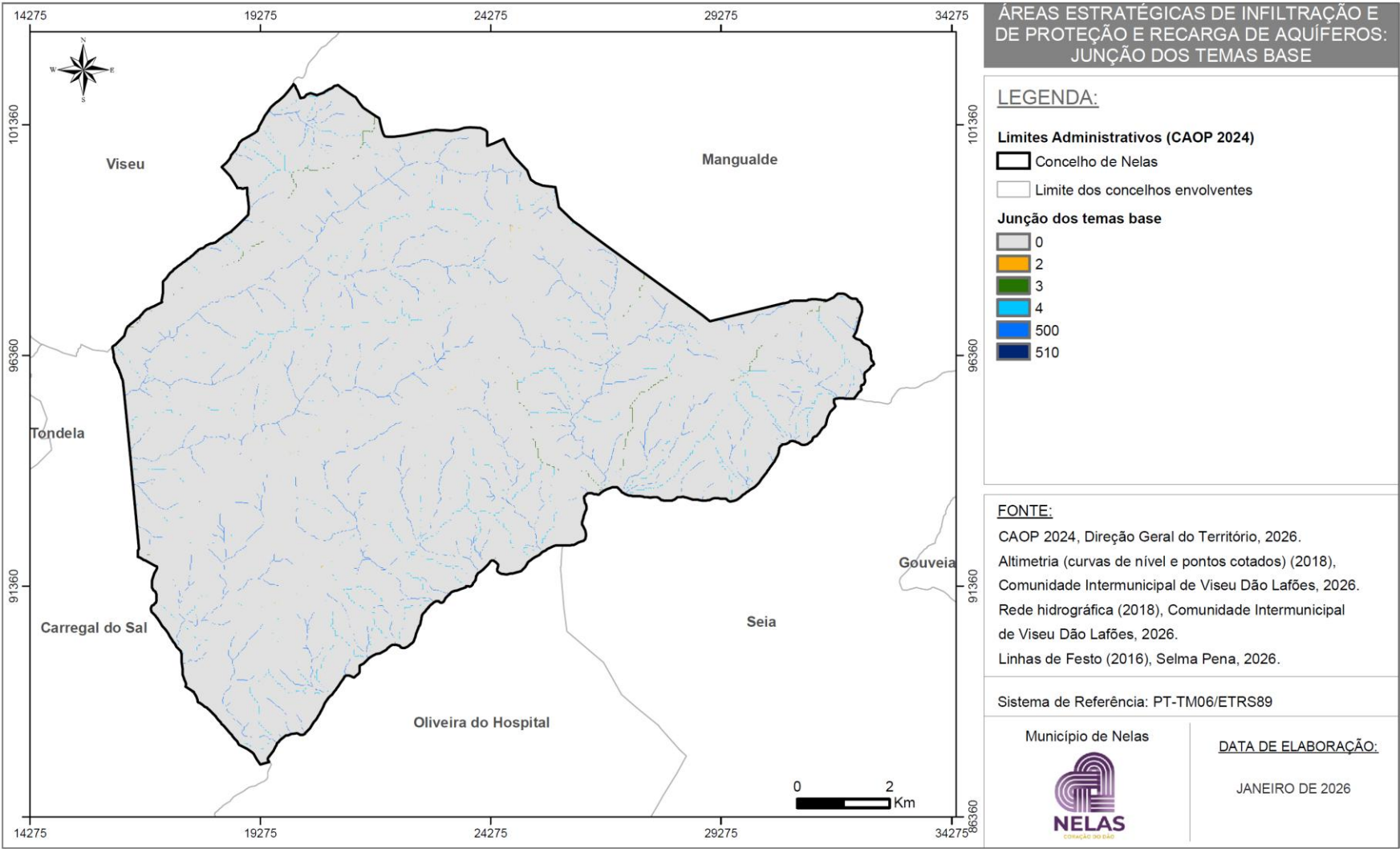
Consecutivamente, procedeu-se à reclassificação do *raster* anterior que se designou “1809rslfhipi”, onde os valores nulos passaram a «*nodata*» e aplicou-se a ferramenta relativa ao *Cost Allocation*, obtendo assim o ficheiro “1809calloc”, cujo resultado se apresenta no Map 39.

Por sua vez, o resultado da aplicação do *Cost Allocation* foi reclassificado, onde os valores de 500 passaram a «*nodata*», obtendo-se o *raster* “1809rcalloc”. O resultado da reclassificação foi depois convertido para camada vetorial através da ferramenta *Raster to polygon*, originando o ficheiro “1809rcalloc_pg”.

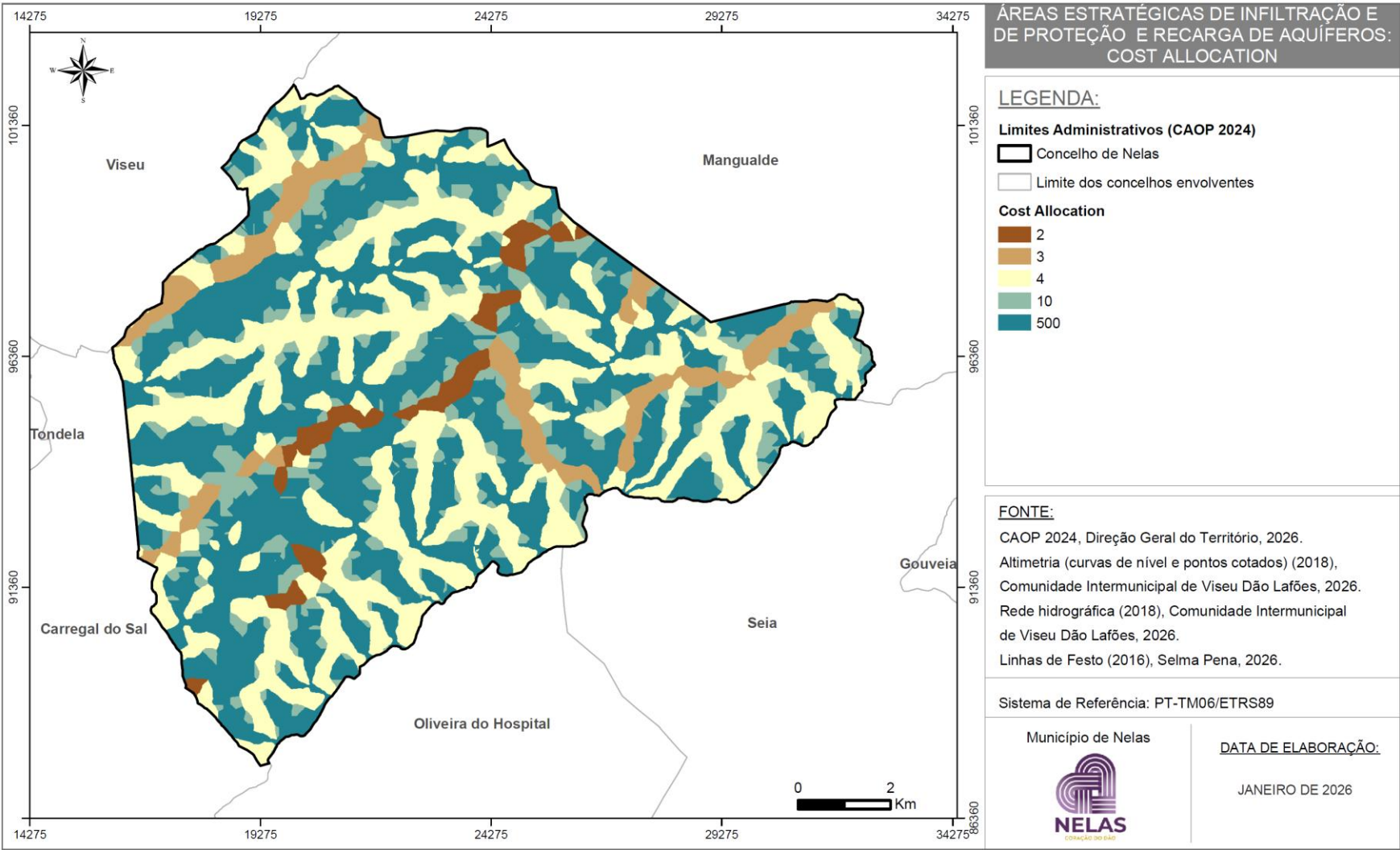
O resultado bruto das cabeceiras das bacias hidrográficas (Mapa 40) foi obtido através da supressão das manchas isoladas de valor 10 e junção das que se encontravam adjacentes às manchas de valor 2, 3 e 4.

Assim sendo, o Mapa 41 evidencia as cabeceiras das bacias hidrográficas integradas em AEIPRA e as desconsideradas de 4.ª ordem para integração em REN.

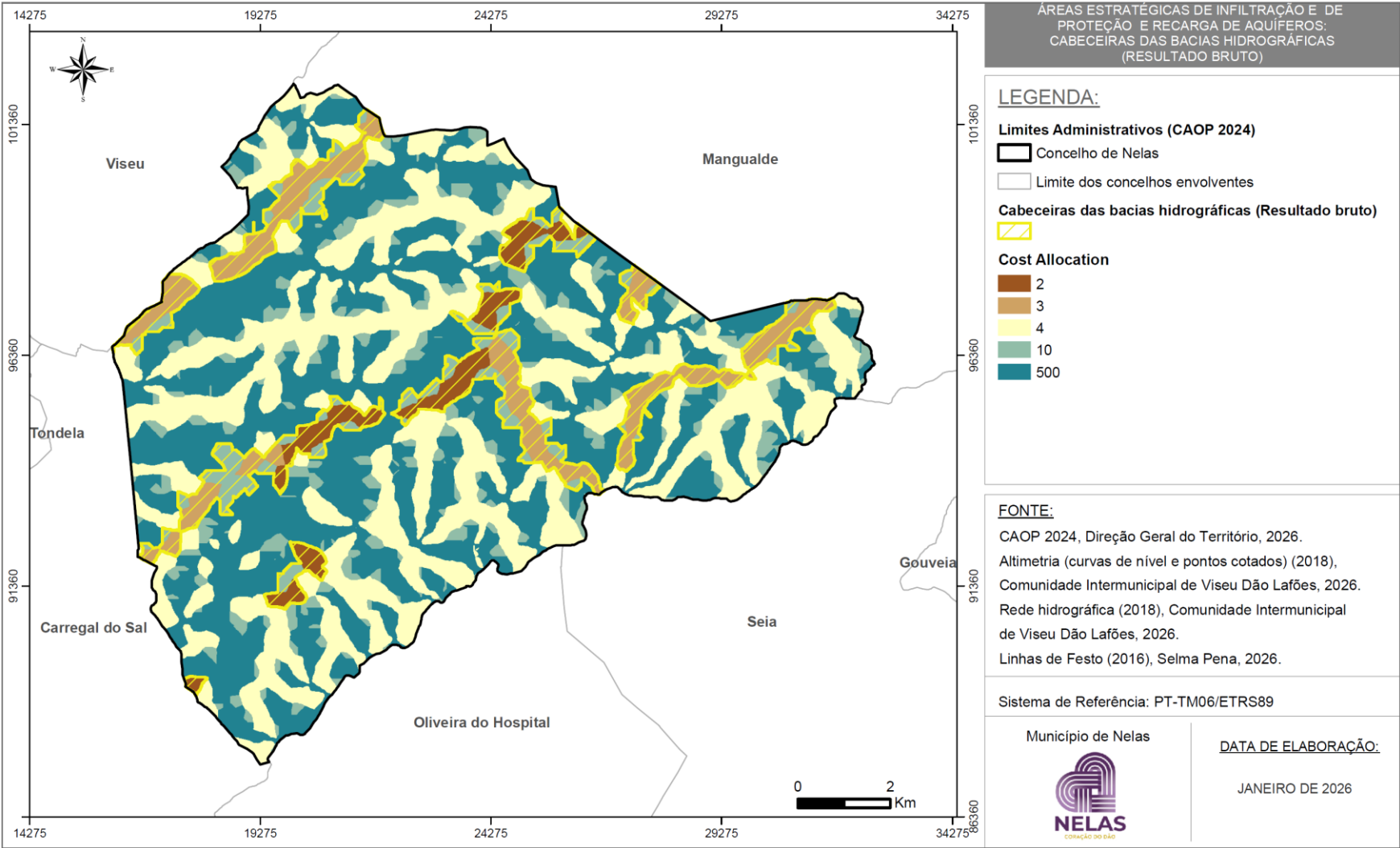
Mapa 38: Junção dos temas de base



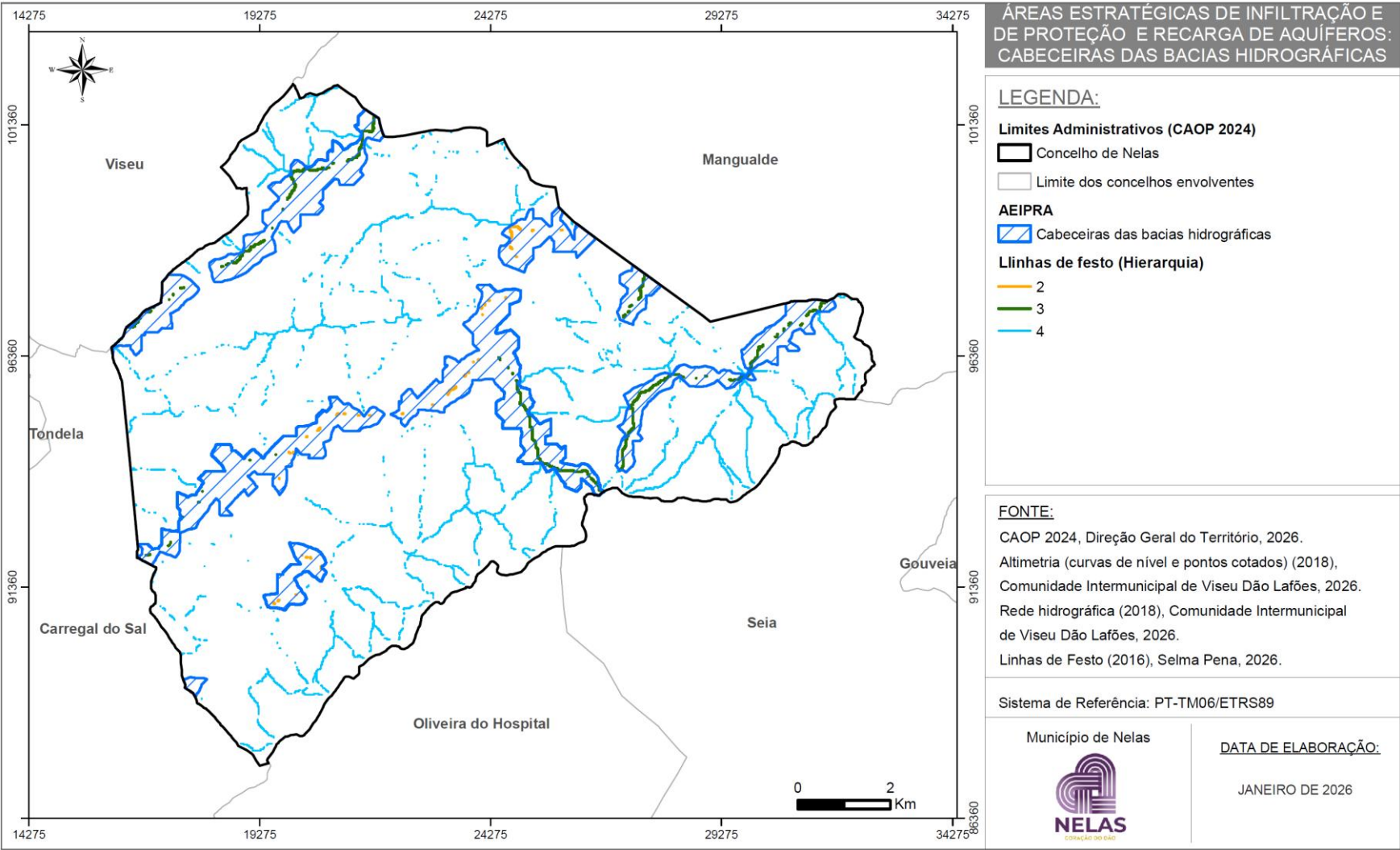
Map 39: Aplicação da ferramenta “Cost Allocation”



Mapa 40: Cabeceiras das bacias hidrográficas (resultado bruto)



Mapa 41: Cabeceiras das bacias hidrográficas



f) Apresentação de Resultados

Após a determinação das duas componentes ‘áreas de máxima infiltração’ (incluindo as formações hidrogeológicas) e das ‘cabeceiras das bacias hidrográficas’, procedeu-se à junção das mesmas.

O Mapa 42 evidencia todas as áreas selecionadas para integração em REN (resultado bruto). Este resultado “bruto” foi sujeito a um exercício de generalização, tendo como referência 1 hectare, de forma a excluir todas as manchas isoladas com área inferior a um hectare e incluir todos os espaços vazios com áreas residuais, conforme definido na Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro (Mapa 43).

Em seguida realizou-se um exercício de suavização das manchas através do uso da ferramenta “*Smooth Polygon*”, considerando um “PAEK” de 25 metros.

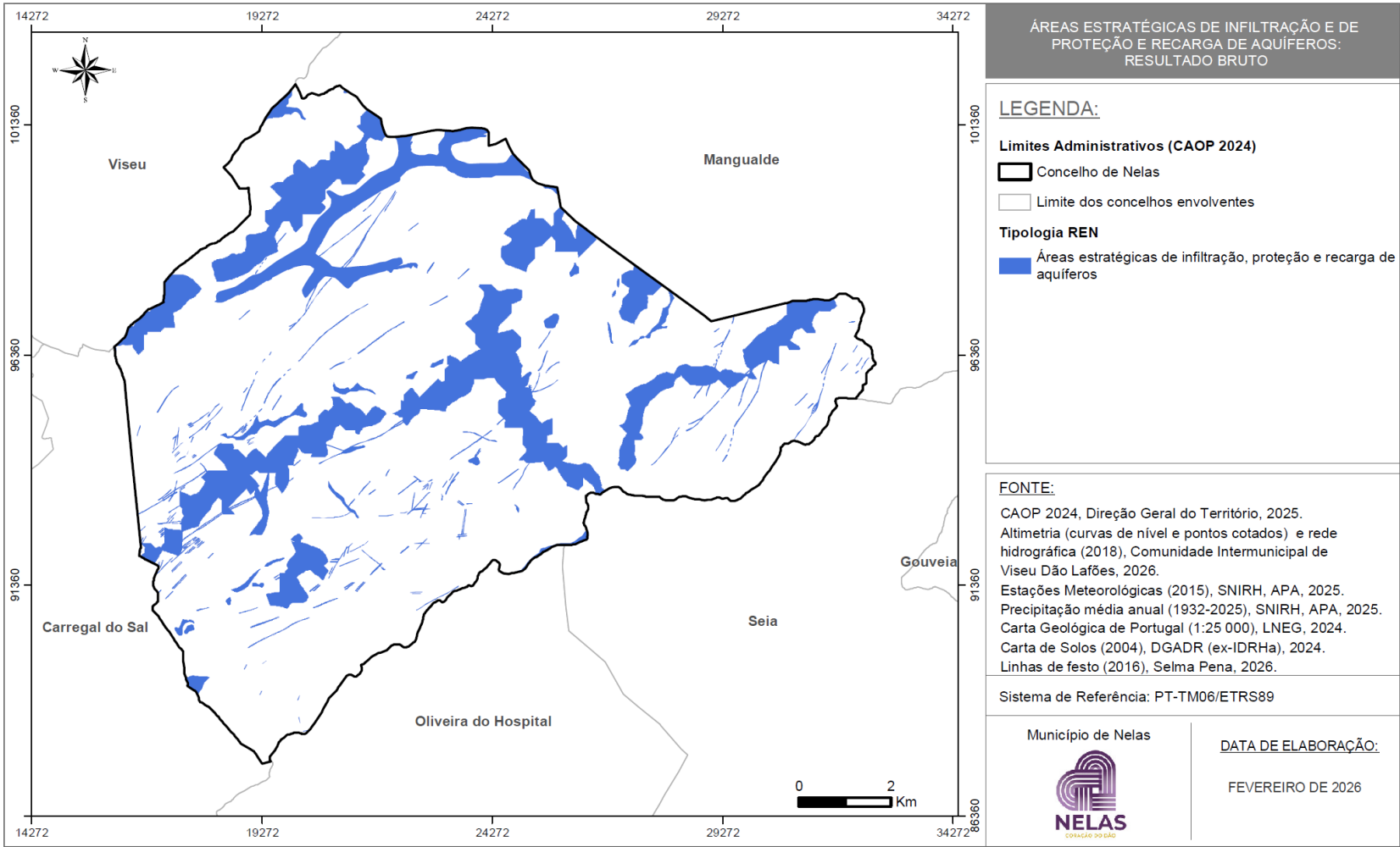
De salientar, ainda, que foi assegurado o cumprimento da matriz de sobreposição de tipologias REN (Anexo I) disponibilizada pela CCDR-C.

Posteriormente foram ainda eliminadas as áreas isoladas inferiores a 1 hectare, resultantes do processo anterior.

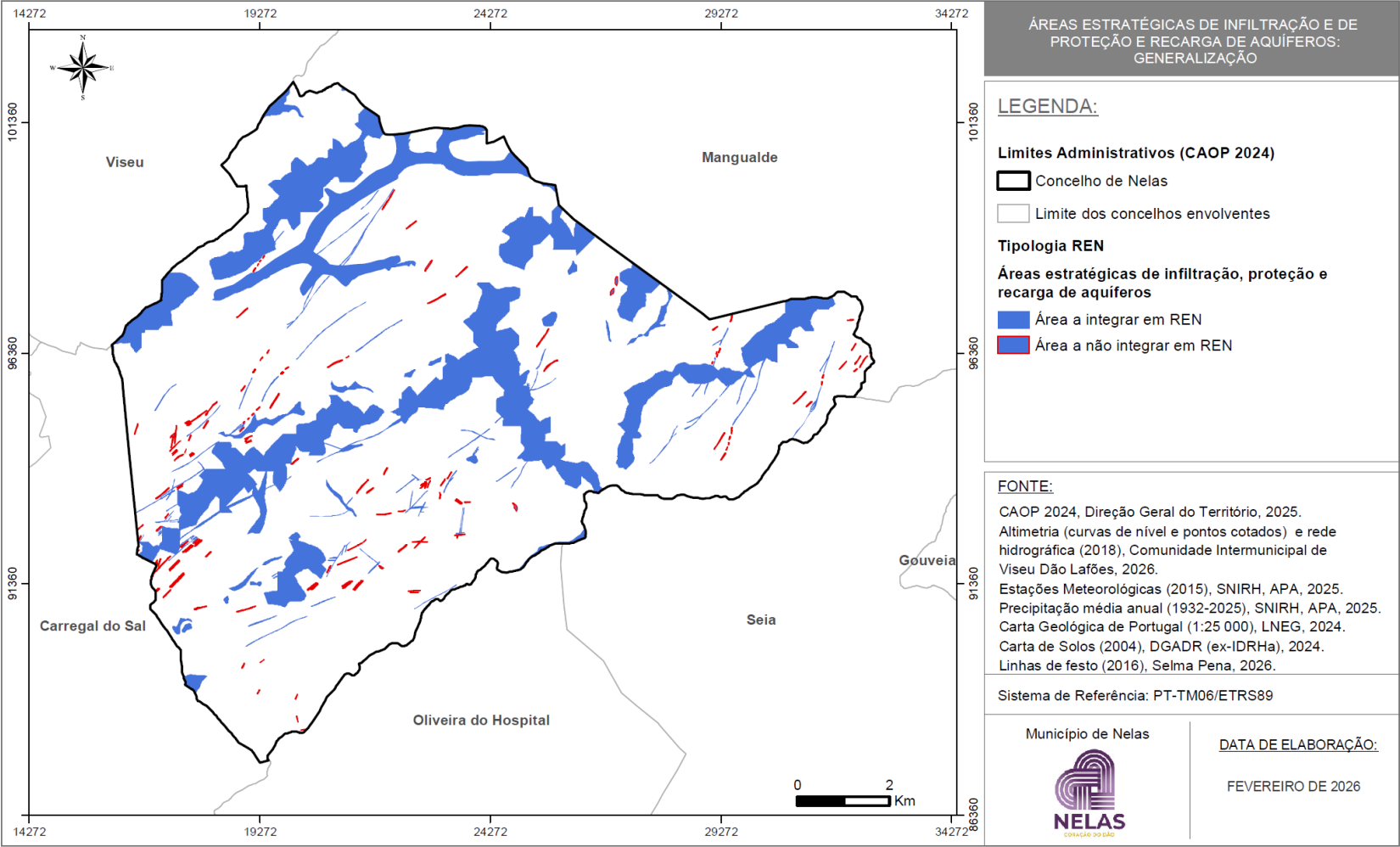
Mais se refere que a proposta apresenta uma área inferior a 1 hectare que corresponde a uma área aluvião e foi mantida na proposta de modo a garantir a continuidade intermunicipal da REN com o concelho de Mangualde.

Por conseguinte, o resultado obtido na aplicação da metodologia supracitada fez um total de 2.384,50 hectares para a integração nesta tipologia REN (Mapa 44).

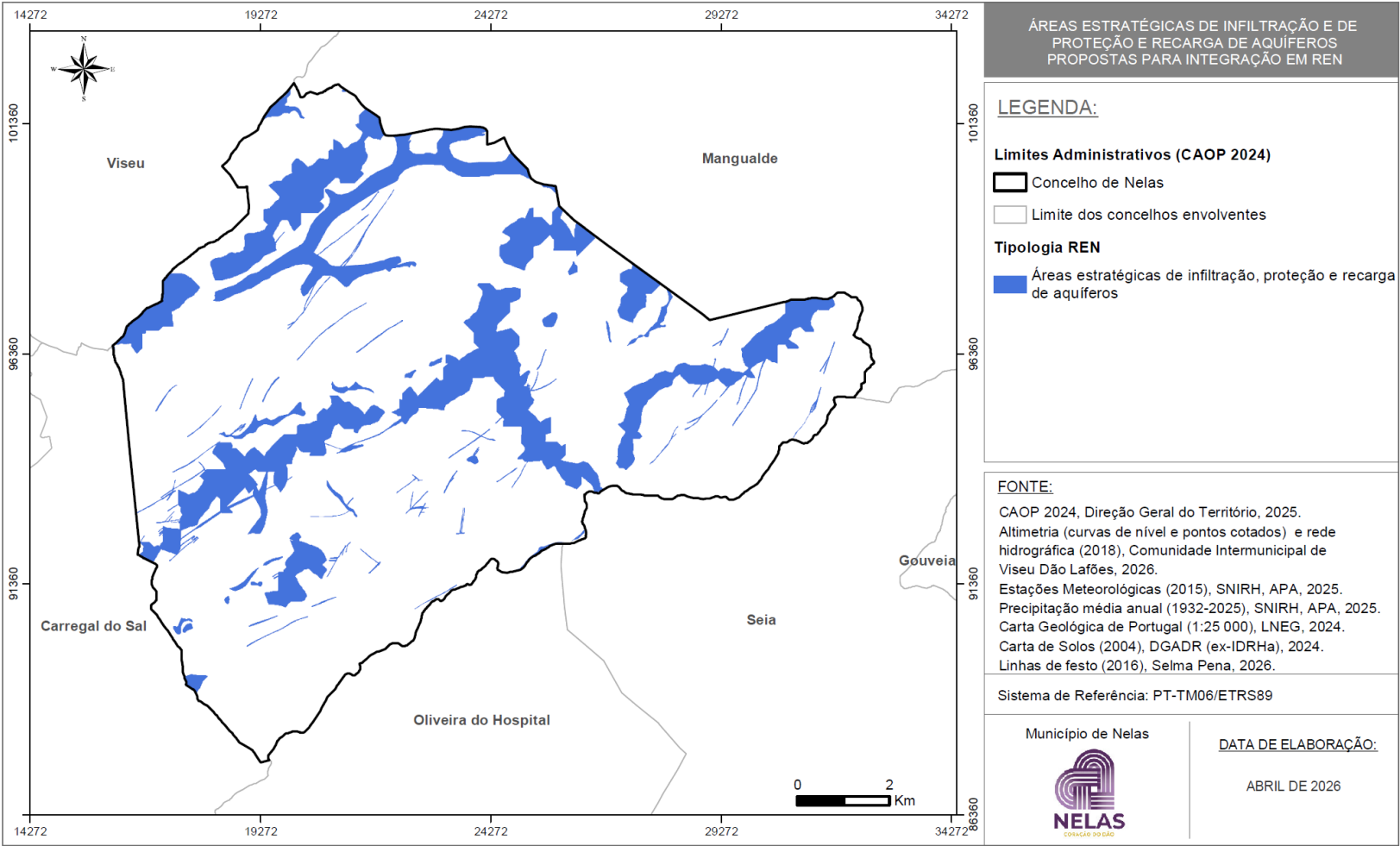
Mapa 42: Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos (resultado bruto)



Mapa 43: Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos (generalização de 1ha)



Mapa 44: Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos propostas para integração em REN



g) Comparação com a REN em vigor

Uma análise comparativa entre as áreas associadas a esta tipologia da REN em vigor e da proposta de delimitação apresentada no Quadro 12 evidencia um aumento de 1.846,3 hectares (cerca de 343,1%) correspondente à tipologia da REN alusiva às “Áreas de estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos”. Constata-se ainda que, a área ocupada por esta categoria da REN perfaz um total 2.384,5 hectares, cerca de 19,0% face à superfície do concelho.

Quadro 12: Variação de delimitação das cabeceiras das linhas de água e zonas de máxima infiltração da REN em vigor comparativamente à proposta de delimitação

TIPOLOGIA REN	DIMENSÃO DA TIPOLOGIA REN	% DA SUPERFÍCIE DO CONCELHO
REN proposta – Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos (ha)	2.384,50	18,97
REN em vigor – Cabeceiras das Linhas de Água (ha)	297,00	2,36
REN em vigor – Áreas de Máxima Infiltração (ha)	241,17	1,92
Variação (ha)	1.846,32	-
Variação (%)	343,07	-

A variação observada corresponde à discrepância entre a metodologia da REN em vigor e da REN proposta, tendo sido a primeira delimitada considerando as variáveis e critérios pressupostos no Decreto-Lei n.º 93/90 de 19 de março.

Posto isto, segundo o Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de março, as cabeceiras das linhas de água são “*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*”, assim para a demarcação das cabeceiras das linhas de água na REN em vigor utilizou-se “*(...) como base as linhas de água delimitadas, traçou-se uma linha, pelo festo (ou linha de separação de águas) que envolve os canais extremos ou de 1ª ordem segundo a classificação de Strahler do curso de água até à primeira intersecção*”.

Motivado pela proximidade de algumas cabeceiras, procedeu-se à respetiva união de forma a promover a continuidade do sistema biofísico, como no caso das cabeceiras delimitadas nas ribeiras da Aguieira e a de Vilar e as cabeceiras das ribeiras da Patanha, Vale do Gato e Quinta do Mondego”. (CM Nelas, 2014).

Quanto às áreas de máxima infiltração, neste sistema biofísico da REN em vigor foram integradas as “*aluviões constantes na Carta Geológica digital à escala 1/25000, (...) e as áreas com declives inferiores ou iguais 2° (limiar de escorrência, associadas às linhas de água classificadas*”. (CM Nelas, 2014).

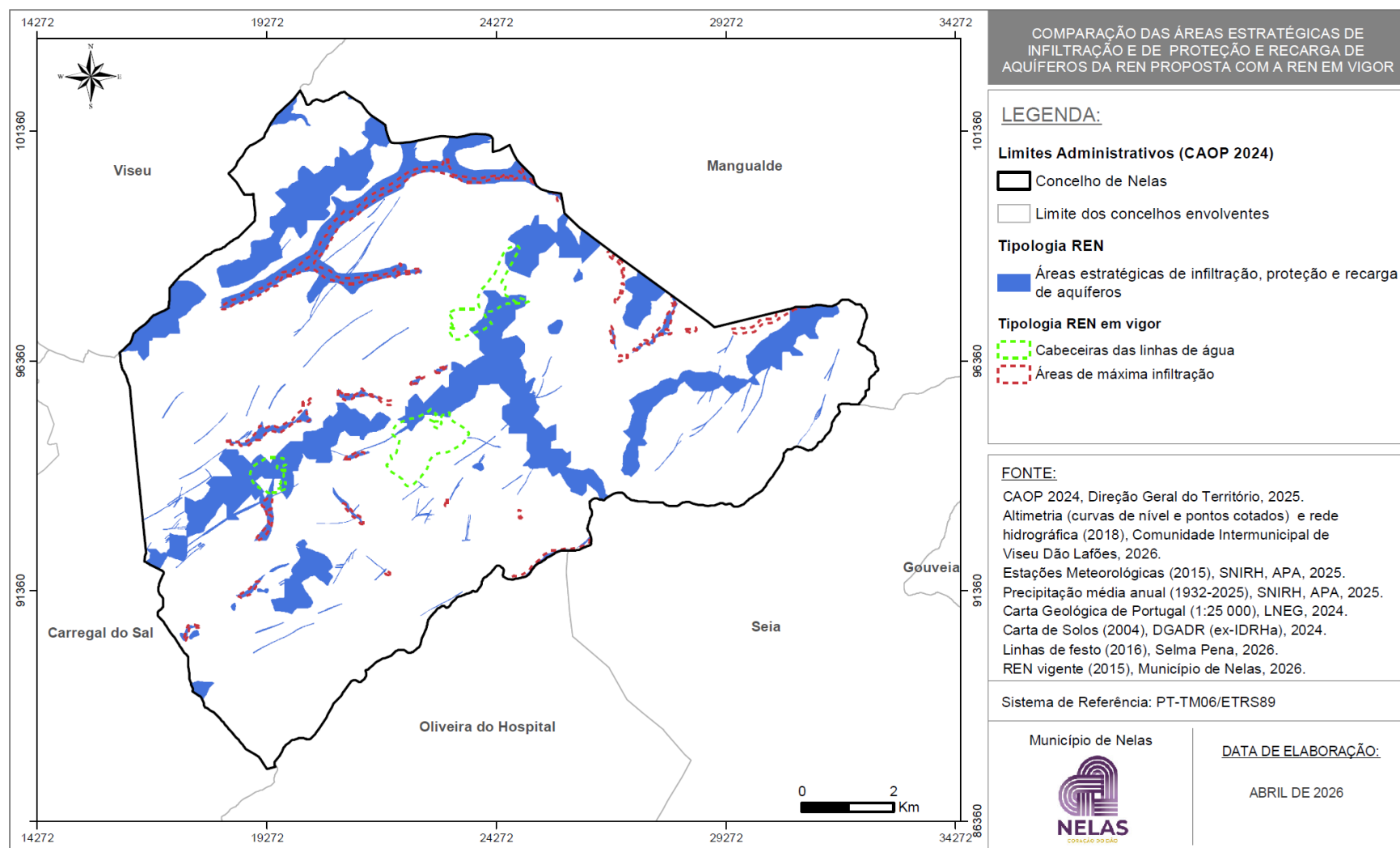
No que respeita à metodologia da REN proposta, esta consiste na integração de áreas de elevada permeabilidade, devido à sua constituição litológica, como as áreas aluvionares. Apesar do fator geológico ser o que detém uma ponderação mais significativa na aplicação do índice de recarga efetiva,

os declives também são pertinentes, para além de que permitem compreender quais são as áreas de maior capacidade de infiltração.

Assim, como os critérios metodológicos bem como a cartografia de base, considerados em ambas as delimitações, são distintos em alguns aspetos, é explicável a existência de diferenças nos resultados obtidos.

Desta forma, no Mapa 45 observa-se a tipologia REN proposta – “*Áreas Estratégicas de Infiltração e de Proteção e Recarga de Aquíferos*” em comparação com a tipologia REN em vigor – “*Cabeceiras das Linhas de Água*” e “*Áreas de Máxima Infiltração*”.

Mapa 45: Comparação das áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos da REN proposta com as tipologias correspondentes da REN em vigor



3.2 PREVENÇÃO DE RISCOS NATURAIS

3.2.1 ZONAS AMEAÇADAS PELAS CHEIAS

a) Conceito

“Consideram-se «zonas ameaçadas pelas cheias» ou «zonas inundáveis» as áreas suscetíveis de inundações por transbordo de água do leito dos cursos de água (...) devido à ocorrência de caudais elevados e à ação combinada de vários fenómenos hidrodinâmicos característicos destes sistemas.”
(Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto).

b) Principais Funções

Relativamente às funções desempenhadas pelas zonas ameaçadas pelas cheias destacam-se as seguintes (Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto):

- *“Preservação e redução do risco, garantindo a segurança de pessoas e bens;*
- *Garantia das condições naturais de infiltração e retenção hídricas;*
- *Regulação do ciclo hidrológico pela ocorrência dos movimentos de transbordo e de retorno das águas;*
- *Estabilidade topográfica e geomorfológica dos terrenos em causa;*
- *Manutenção da fertilidade e capacidade produtiva dos solos inundáveis.”*

c) Fontes de Informação

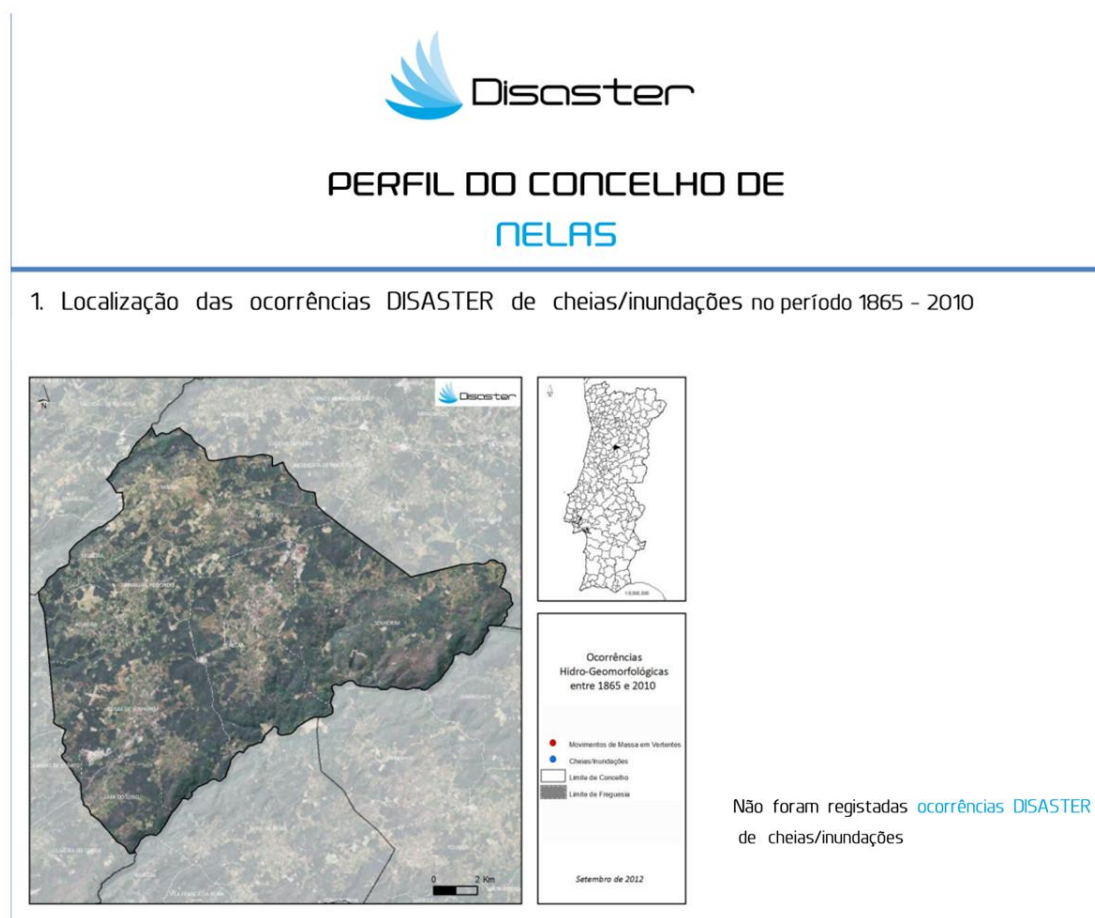
- Altimetria (curvas de nível e pontos cotados) homologada à escala 1:10 000, Comunidade Intermunicipal de Viseu Dão Lafões, 2018;
- Carta Geológica de Portugal, à escala 1:25 000, Laboratório Nacional de Energia e Geologia, 2024;
- Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 2018 [COS'2018 v02], Direção Geral do Território;
- Ortofotomapas do Município de Nelas, cartografia oficial com resolução espacial de 0,25m, Direção-Geral do Território, 2018;

- OrtoSat2023 Portugal Continental, cartografia oficial com resolução espacial de 0,30m, Direção Geral do Território, 2023;
- Histórico de ocorrências (Disaster e Riskam);
- Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundações (Diretiva 2007/30/CE) estabelecida no âmbito dos Planos de gestão de Risco de Inundação do 2º ciclo – Agência Portuguesa do Ambiente.
- Marcas de cheia, Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, Agência Portuguesa do Ambiente;

d) Dados Históricos

De acordo com os dados do DISASTER, o concelho de Nelas não teve registo de ocorrências de cheias e inundações com efeitos danosos, entre os anos de 1865-2010.

Figura 6: Extrato da recolha de informação efetuada na plataforma DISASTER referente à ocorrência de cheias



Fonte: Adaptado de Disaster, Riskam, 2012.

Uma análise aos dados referentes às marcas de referência de cheias da ANEPC e do SNIRH, disponíveis no sítio do SNIRH, permitiu verificar que não houve registo de cheias no concelho de Nelas.

Adicionalmente, foi também realizada uma pesquisa nos jornais com o objetivo de encontrar referências acerca de ocorrências de cheias na área concelhia. No entanto não surgiram quaisquer resultados sobre esta matéria que possibilitassem a respetiva demarcação.

De acordo com APA (2019), não foi reportado, pela Câmara Municipal de Nelas, nenhuma ocorrência de cheia no concelho, entre 2011 e 2018.

Apesar do Município de Nelas não possuir um inventário de ocorrências de cheias, na Memória Descritiva e Justificativa da Proposta de Delimitação da Reserva Ecológica Nacional, datada de abril de 2014 (CM Nelas, 2014), são enumerados alguns locais onde já ocorreram episódios de cheia de acordo com o relato da população local, os quais importa referir na presente análise:

(...)

Rio Dão: *“A zona de cheia no Rio Dão no lugar das Fontanheiras, freguesia de Santar, ocorre pelo facto de a zona ser uma área mais plana adjacente ao rio. Verificou-se através de relatos de habitantes que a cota altimétrica de cheia é de 215m, e já ocorreu há mais de 50 anos”*

Ribeira do Cagavaio: *“ (...) ZAC localizada na freguesia de Santar, que resulta da junção de dois leitos de cursos de água que, derivado à existência de um pontão com uma passagem estreita para a água (estrangulamento do leito) e sendo toda a extensão da ribeira caracterizada por margens planas, em dias com muita precipitação verifica-se a saída de água do leito do rio.*

Verificou-se através de relatos de habitantes que a cota altimétrica de cheia é de 340m, e já ocorreu há mais de 20 anos.”

Rio Castelo e afluente: *“A freguesia de Senhorim é atravessada pelo rio do Castelo, no lugar dos Moinhos onde foi construída uma míni hídrica, que se tornou num obstáculo à passagem da água, que poderá ser a causa de cheias a montante. No lugar de Senhorim, a ZAC deve-se à orografia do terreno e ao percurso do leito de curso de água ser estreito e meandrizado e margens planas*

Verificou-se através de relatos de habitantes que a cota altimétrica de cheia é de 360m, e já ocorreu há mais de 10 anos.

(...) a Junta da Freguesia de Senhorim procedeu à desobstrução de cursos de água (através de uma candidatura ao PRODER) garantindo assim condições de escoamento dos caudais líquidos e sólidos (areia, lama e sedimentos) em situações hidrológicas normais ou extremas.”

Rio Mondego: *“(…) a ZAC localizada no lugar das Caldas da Felgueira, freguesia de Nelas, delimitada pelo Rio Mondego.*

Há testemunho de proprietários dos terrenos confinantes com o Rio Mondego que há cerca de 5 anos estes ficaram submersos devido a períodos de chuva intensa, uma vez mais devido à orografia das margens do rio apresentarem declives pouco acentuados sendo a cota altimétrica de cheia de 165m.”

Foi ainda consultado o Plano de Gestão dos Ricos de Inundação (PGRI) da RH4A (3.º ciclo) – “1.ª Fase – Avaliação preliminar dos riscos de inundações Região Hidrográfica – Vouga, Mondego e Lis” (APA, 2025), região hidrográfica esta onde se insere o município de Nelas, onde o mesmo apresenta a descrição de uma série histórica de eventos meteorológicos extremos (tempestades) ocorrido no período 2018-2024 e que são de extrema relevância ficarem retratados nos dados históricos desta tipologia de REN, ainda que os mesmos não tenham tido grande influência no município de Nelas

Deste modo, de acordo o PGRI da RH4A (3.º ciclo), “A RH4A é uma das regiões hidrográficas de Portugal continental onde se registam com maior frequência precipitações elevadas e, consequentemente, as inundações são também muito frequentes.

- *Em 2018, registou-se uma tempestade que originou ventos fortes e precipitações intensas que atingiu esta região: a **tempestade Leslie**, em outubro, sem impactos significativos de inundações;*
- *Em 2019, as bacias do Vouga, Mondego e Lis foram afetadas por eventos meteorológicos extremos. Destaca-se a **tempestade Elsa**, seguido pela **depressão Fabien**, que atingiu Portugal no mês de dezembro, caracterizadas por precipitações e ventos intensos, tendo causado inundações, nestas bacias hidrográficas de grande magnitude com impactos significativos;*
- *Em 2020, em outubro, a **depressão Bárbara** trouxe chuvas torrenciais e ventos fortes, resultando em agitação marítima para a região, tendo provocado galgamentos costeiros, mas sem impactos significativos;*
- *Em fevereiro de 2021, a **tempestade Karim**, trouxe chuva intensa, ventos fortes com rajadas superiores a 100 km/h e agitação marítima, provocando galgamentos costeiros e inundações fluviais, mas sem impactos significativos. Em abril, a **depressão Lola** causou precipitação intensa, acompanhada de trovoadas, resultando em inundações, também sem impactos significativos;*
- *Em 2022, esta região foi afetada por várias tempestades. Em outubro, as **tempestades Armand, Beatrice e Claudio** provocaram inundações fluviais no rio Vouga, mas sem impactos significativos; em novembro, a **tempestade Denise** causou inundações fluviais no rio Vouga desta vez com impactos significativos. Em dezembro, a **tempestade Efrain**, trouxe ventos fortes, com rajadas entre 80 e 120 km/h, além de um evento de precipitação extrema e persistente que originou inundações pluviais com impactos significativos na bacia do Vouga;*
- *Em 2023, esta região foi afetada por várias tempestades: em janeiro ocorreu a passagem de **diversas ondulações frontais** que trouxeram chuva forte e vento moderado, soprando por vezes forte nas terras altas, registando-se rajadas entre 80 a 100 km/h que provocou inundações fluviais sem impactos significativos; em outubro, as **depressões Babet, Aline e Bernard** atingiram esta região provocando inundações em áreas urbanas, transbordamento de rios e derrocadas.*

Estas tempestades trouxeram chuva forte e ventos intensos com rajadas até 100 km/h no litoral e de até 120 km/h nas terras altas;

*Em setembro de 2024, a **tempestade Boris** originou valores de precipitação elevados, ventos fortes e agitação marítima provocando galgamentos costeiros com impactos significativos.”*

e) Variáveis, critérios e aspetos metodológicos da delimitação da tipologia

De acordo com as OENR, a delimitação das zonas ameaçadas pelas cheias processa-se de forma diferenciada, em função do uso e ocupação do território. Nas zonas em que as cheias possam provocar impactos negativos sobre os elementos expostos, a delimitação considera sempre o período de retorno de 100 anos, podendo considerar períodos mais baixos. Nas áreas de solo rural a delimitação das zonas inundáveis pode resultar apenas na representação da cota da maior cheia conhecida e da aplicação de critérios geomorfológicos, pedológicos e topográficos.

Geologia

A variável geologia (GE) (Mapa 46) admitiu que fossem considerados os diferentes tipos litológicos permitindo conhecer os diferentes tipos de permeabilidade que existem no concelho.

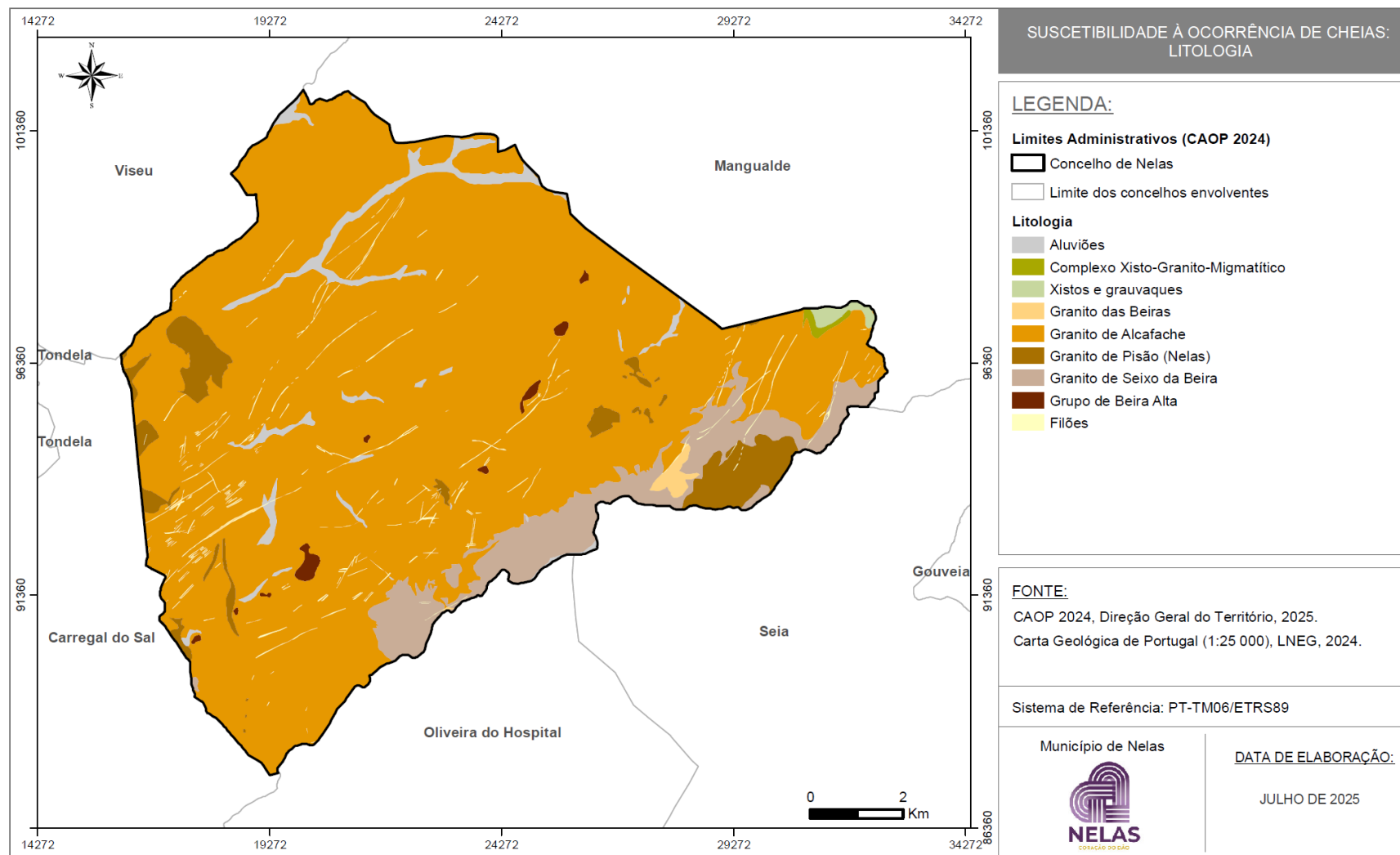
Ocupação do solo

A variável referente à ocupação do solo (OS) (Mapa 47) permite através da utilização da carta de ocupação do solo, identificar desde logo, as áreas que serão alvo do estudo subsequente e onde a impermeabilização do solo é maior.

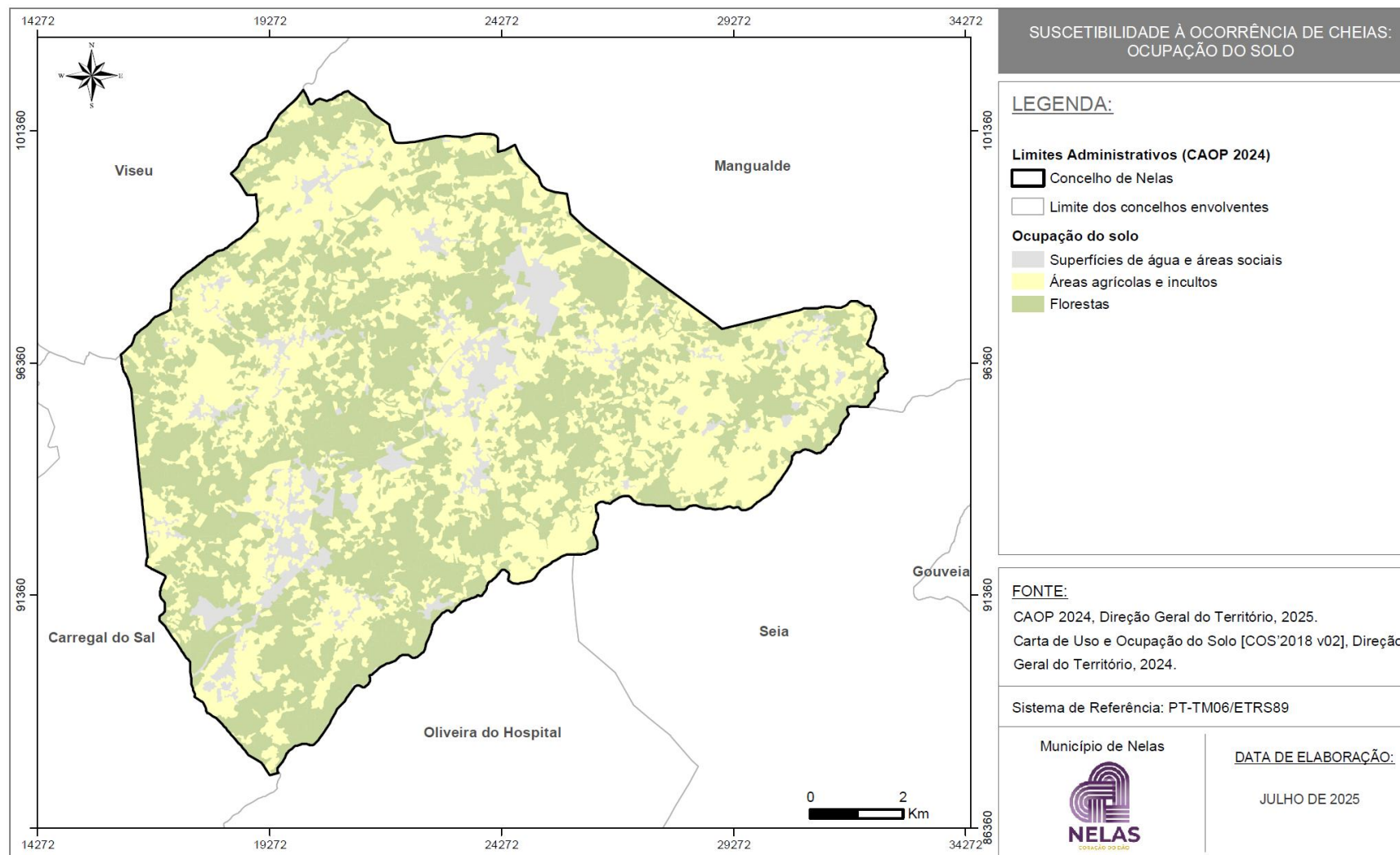
Declive Topografia dos Fundos de Vale e Depressões

A influência da morfologia manifesta-se fundamentalmente através da forma como o declive (DC) (Mapa 48) e da topografia dos fundos de vales e depressões (TP) (Mapa 49).

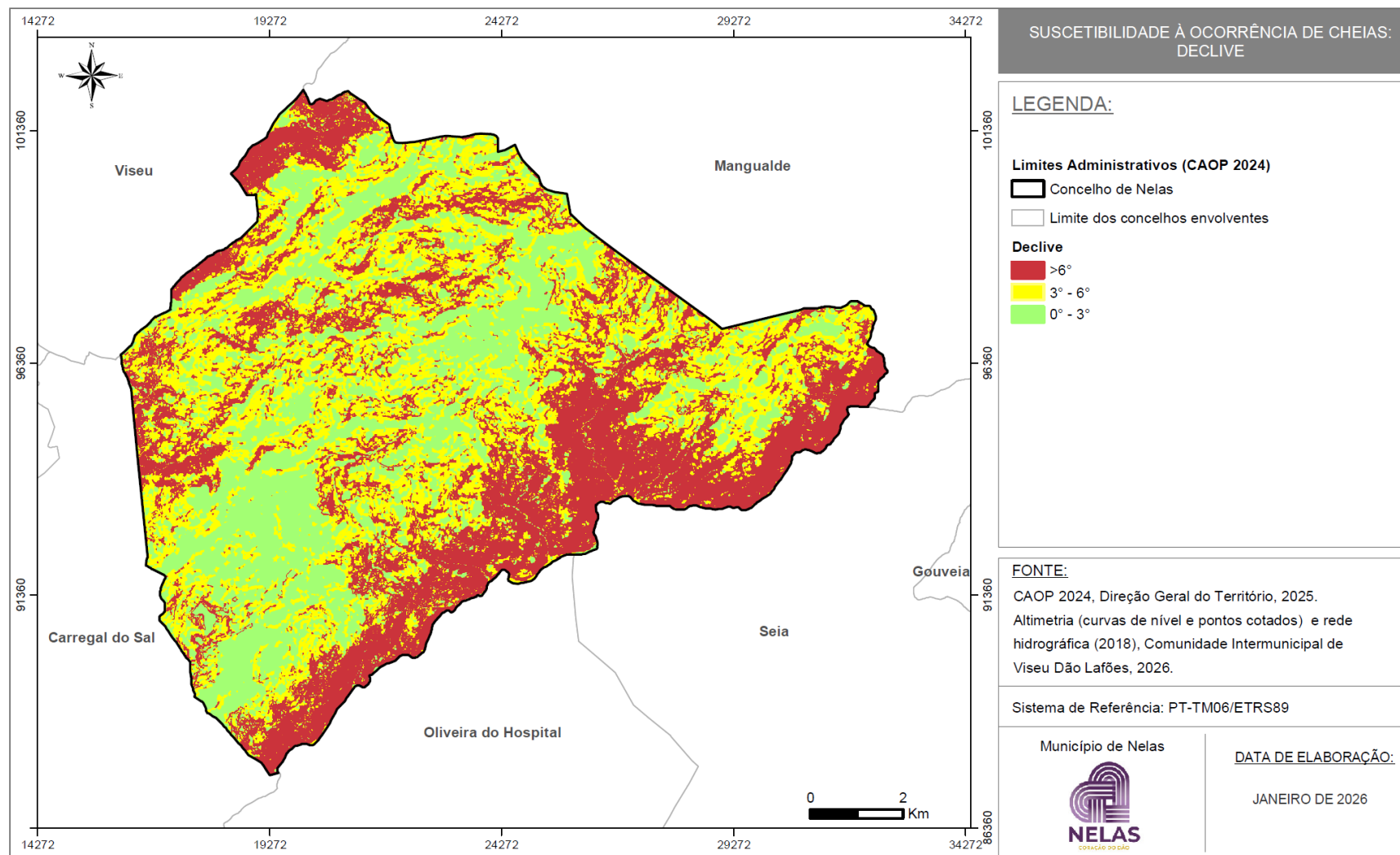
Mapa 46: Geologia



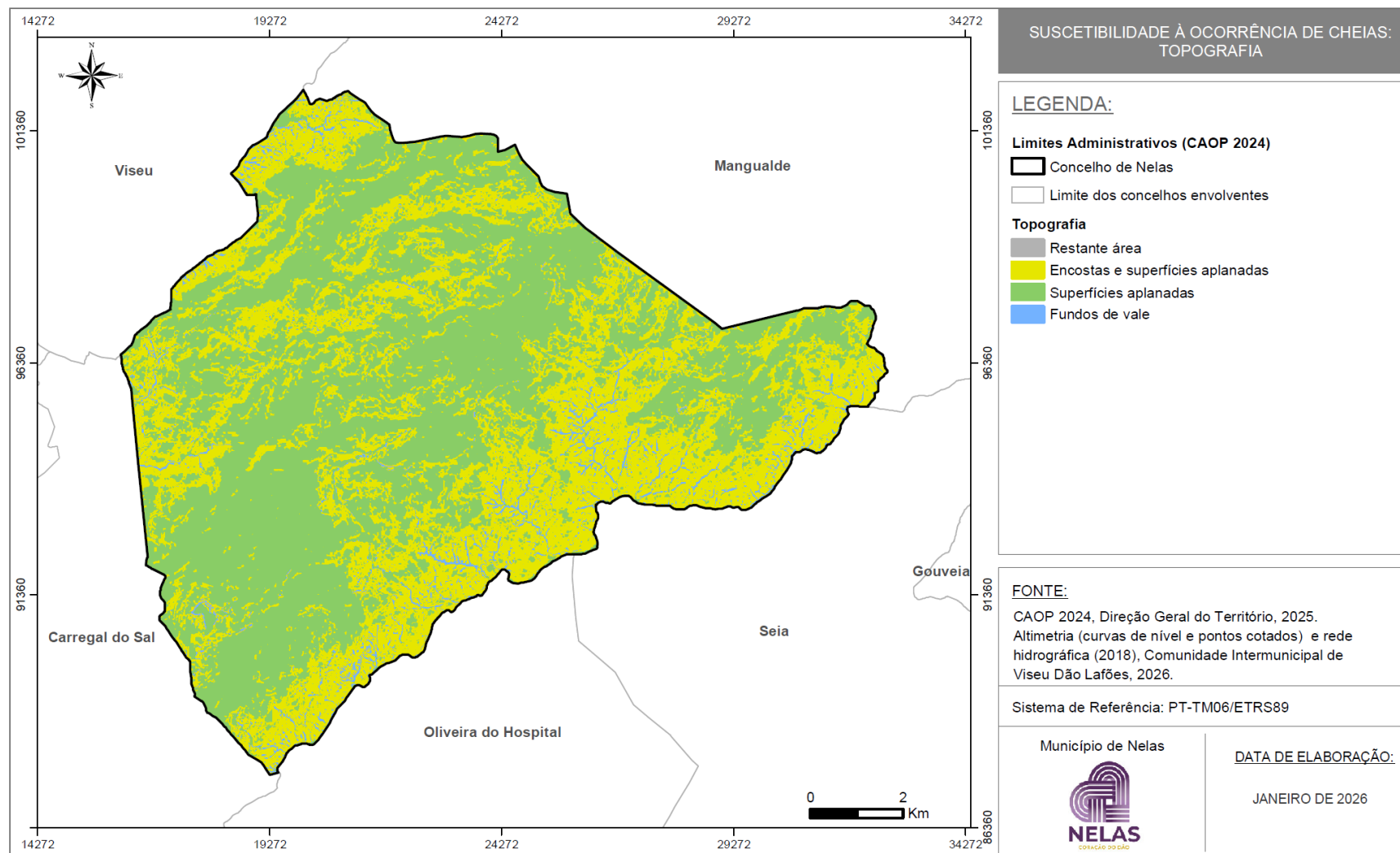
Mapa 47: Ocupação do solo



Mapa 48: Declive



Mapa 49: Topografia



Histórico de Ocorrências

Para a elaboração desta tipologia foi considerado o melhor registo histórico de ocorrências disponível para o território em análise, o qual já foi mencionado nos dados históricos.

De acordo com as OENR, a delimitação das zonas ameaçadas pelas cheias processa-se de forma a diferenciada em função do uso e ocupação do território. Nas zonas em que as cheias possam provocar impactes negativos sobre os elementos expostos (solo urbano), a delimitação considera sempre o período de retorno de 100 anos, podendo considerar períodos mais baixos. Nas áreas de solo rural a delimitação das zonas inundáveis pode resultar apenas na representação da cota da maior cheia conhecida e da aplicação de critérios geomorfológicos, pedológicos e topográficos.

Assim, durante a aferição de resultados do modelo aplicado considerou-se o histórico de ocorrências disponível pois entende-se como o melhor procedimento para avaliar o mesmo.

Delimitação de zonas ameaçadas pelas cheias em áreas onde possam provocar impactes negativos sobre os elementos expostos

No âmbito da delimitação das zonas ameaçadas pelas cheias em áreas suscetíveis de gerar impactes negativos sobre os elementos expostos, foram realizados estudos hidrológicos e hidráulicos, considerando caudais associados a períodos de retorno de 100 e 20 anos, de forma a caracterizar diferentes cenários de ocorrência.

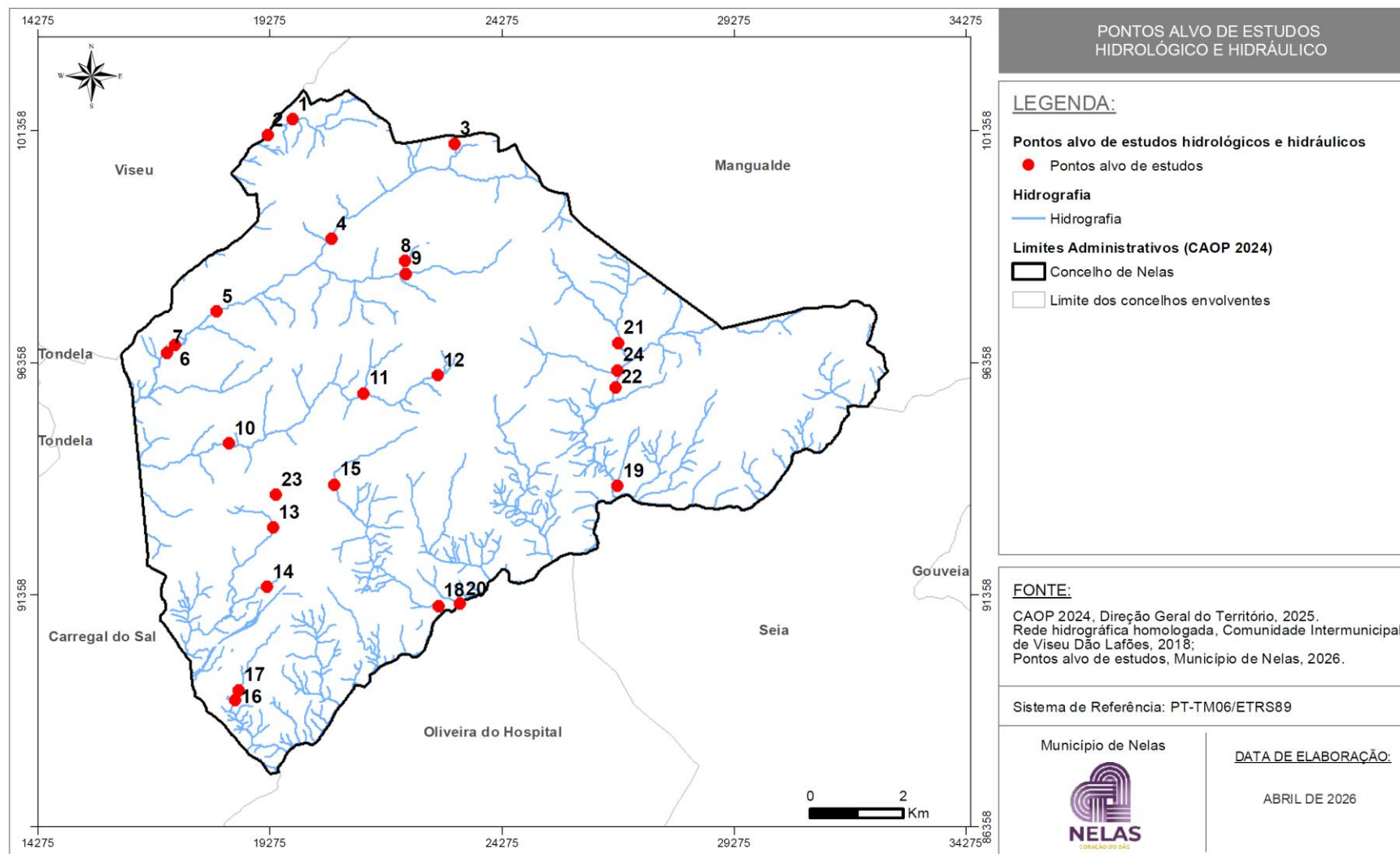
Os pontos analisados correspondem aos locais indicados pelo Município, os quais foram reposicionados de forma a coincidir com o centro da linha de água, garantindo maior representatividade das condições de escoamento.

- **Ponto 1:** Afluente do rio Dão em Fontanheiras (40° 34' 58,666" N, 7° 53' 58,496" W);
- **Ponto 2:** Rio Dão em Ponte da Pinouca (40° 34' 47,655" N, 7° 54' 21,692" W);
- **Ponto 3:** Subafluente do ribeiro do Cavagaio próximo de Picoto (40° 34' 41,133" N, 7° 51' 30,492" W);
- **Ponto 4:** Ribeiro do Cavagaio próximo da 231-4 (40° 33' 35,118" N, 7° 53' 23,518" W);
- **Ponto 5:** Ribeira da Calva em Moreira de Baixo (40° 32' 44,692" N, 7° 55' 8,495" W);
- **Ponto 6:** Ribeira da Calva em Pisão (40° 32' 21,589" N, 7° 55' 47,338" W);
- **Ponto 7:** Ribeira da Calva em Pedra da Cavaleira (40° 32' 15,935" N, 7° 55' 54,357" W);
- **Ponto 8:** Afluente da Ribeira da Calva próximo do alto do Marreco (40° 33' 19,471" N, 7° 52' 15,792" W);
- **Ponto 9:** Afluente da Ribeira da Calva no Vale do Cuco (40° 33' 10,560" N, 7° 52' 15,111" W);

- **Ponto 10:** Ribeiro de Travassos próximo da Quinta dos Travassos (40° 31' 12,323" N, 7° 54' 57,966" W);
- **Ponto 11:** Afluente do Ribeiro de Travassos no Vale das Caldelas (40° 31' 47,112" N, 7° 52' 54,229" W);
- **Ponto 12:** Ribeiro de Travassos próximo de Nelas (40° 31' 59,592" N, 7° 51' 46,152" W);
- **Ponto 13:** Ribeiro do Vale do Boi em Canas de Senhorim (40° 30' 13,536" N, 7° 54' 17,328" W);
- **Ponto 14:** Afluente do Ribeiro do Vale do Boi em Canas - Felgueira (40° 29' 32,096" N, 7° 54' 23,486" W);
- **Ponto 15:** Ribeiro da Pantanha próximo da Urgeiriça (40° 30' 43,519" N, 7° 53' 21,469" W);
- **Ponto 16:** Afluente do Rio Mondego em Lapa do Lobo (40° 28' 13,471" N, 7° 54' 52,886" W);
- **Ponto 17:** Afluente do Rio Mondego em Lapa do Lobo 2 (40° 28' 20,124" N, 7° 54' 49,097" W);
- **Ponto 18:** Ribeiro da Pantanha próximo de Caldas de Felgueira (40° 29' 18,433" N, 7° 51' 46,061" W);
- **Ponto 19:** Rio do Castelo em Póvoa de Luzianes (40° 30' 41,873" N, 7° 49' 2,328" W);
- **Ponto 20:** Rio Mondego próximo de Caldas de Felgueira (40° 29' 19,991" N, 7° 51' 27,035" W);
- **Ponto 21:** Rio Videira em Senhorim (40° 32' 21,657" N, 7° 49' 0,590" W);
- **Ponto 22:** Rio do Castelo em Moinhos (40° 31' 50,476" N, 7° 49' 3,835" W);
- **Ponto 23:** Ribeiro do Vale do Boi em Canas de Senhorim 2 (40° 30' 36,515" N, 7° 54' 15,256" W);
- **Ponto 24:** Rio do Castelo em C. de S. José (40° 32' 2,690" N, 7° 49' 1,857" W).

No Mapa 50 encontra-se representada a localização dos pontos seleccionados para análise no âmbito dos referidos estudos.

Mapa 50: Pontos alvo de estudos hidrológico e hidráulico



Fontes de Informação

A informação de base que foi tida em consideração na elaboração deste estudo foi a seguinte:

- Albufeiras de Águas Públicas de Serviço Público, data de publicação de 08/10/2010, Agência Portuguesa do Ambiente.
- Bacias dos troços de linha de água GeoCodificadas, data de edição de 07/07/2015, Agência Portuguesa do Ambiente.
- Carta Administrativa Oficial de Portugal de 2024, à escala 1:25 000 da Direção Geral do Território (DGT);
- Carta de uso e ocupação do solo à escala 1:25 000, referente ao ano de 2023, da Direção Geral do Território (DGT);
- Cartografia de base da Comunidade Intermunicipal Viseu Dão Lafões, homologada à escala 1:10 000, a 01/10/2018, número de homologação n.º 484, elaborada pela Geoglobal - Sistemas de Informação Geográfica, Lda.;
- Ortoimagens OrtoSat 30 cm, referentes ao ano de 2023, com resolução espacial de 0,30m, data de referência de 31/10/2023, da Direção Geral do Território (DGT).
- Rede hidrográfica GeoCodificada, escala 1: 25000, data de edição de 18/06/2015, Agência Portuguesa do Ambiente.

Estudo Hidrológico

Caraterização Geral das Bacias Hidrográficas

O desenvolvimento dos estudos hidrológicos e hidráulicos para Nelas iniciou-se com a identificação prévia de valores de parâmetros fisiográficos conducentes à caracterização das correspondentes bacias hidrográficas das secções em estudo.

Tendo em conta que a topografia detém um papel determinante na direção do escoamento superficial, o estudo hidrológico tem como ponto de partida o modelo digital do terreno (MDT). Por sua vez, utilizando como base a cartografia de base da Comunidade Intermunicipal Viseu Dão Lafões, homologada à escala 1:10 000, e a informação disponível no SNIAmb, efetuou-se a marcação dos limites das respetivas bacias hidrográficas e consequente determinação dos valores característicos das mesmas.

No Quadro 13 encontram-se apresentados os parâmetros das bacias tributárias, necessários para a aplicação dos métodos cinemáticos.

Quadro 13: Características principais das bacias hidrográficas das ribeiras e rios em análise

PONTO 1: Afluente do rio Dão em Fontanheiras	
Área da bacia hidrográfica (A, em km ²)	3,59
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	2,23
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	434,11
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	216,32
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	345,88
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	217,22
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	354,57
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,10
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	76,80
Altura média da bacia (Hm, em m)	136,40
PONTO 2: Rio Dão em Ponte da Pinouca	
Área da bacia hidrográfica (A, em km ²)	177,85
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	40,01
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	731,17
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	205,47
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	589,54
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	211,86
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	631,25
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,01
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	12,59
Altura média da bacia (Hm, em m)	255,27
PONTO 3: Subafluente do ribeiro do Cavagaio próximo de Picoto	
Área da bacia hidrográfica (A, em km ²)	1,53
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	1,08
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	457,87
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	365,00
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	391,82
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	365,00
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	395,26
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,09
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	33,22
Altura média da bacia (Hm, em m)	48,33

PONTO 4: Ribeiro do Cavagaio próximo da 231-4	
Área da bacia hidrográfica (A, em km ²)	21,64
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	10,35
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	523,59
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	346,31
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	424,54
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	346,51
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	456,36
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,02
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	10,05
Altura média da bacia (Hm, em m)	63,36
PONTO 5: Ribeira da Calva em Moreira de Baixo	
Área da bacia hidrográfica (A, em km ²)	34,79
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	13,59
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	523,59
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	334,59
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	417,98
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	337,61
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	456,36
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,01
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	7,89
Altura média da bacia (Hm, em m)	69,43
PONTO 6: Ribeira da Calva em Pisão	
Área da bacia hidrográfica (A, em km ²)	36,68
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	14,91
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	523,59
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	323,69
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	414,07
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	332,18
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	456,36
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,01
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	7,32
Altura média da bacia (Hm, em m)	77,58
PONTO 7: Ribeira da Calva em Pedra da Cavaleira	
Área da bacia hidrográfica (A, em km ²)	36,97

Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	15,22
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	523,59
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	320,00
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	414,24
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	330,11
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	456,36
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,01
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	7,37
Altura média da bacia (Hm, em m)	80,92
PONTO 8: Afluente da Ribeira da Calva próximo do alto do Marreco	
Área da bacia hidrográfica (A, em km ²)	1,38
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	1,03
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	450,00
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	362,39
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	387,47
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	362,84
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	395,69
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,09
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	32,03
Altura média da bacia (Hm, em m)	45,01
PONTO 9: Afluente da Ribeira da Calva no Vale do Cuco	
Área da bacia hidrográfica (A, em km ²)	3,38
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	2,50
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	456,40
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	360,22
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	412,98
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	362,60
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	421,97
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,04
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	26,92
Altura média da bacia (Hm, em m)	58,14
PONTO 10: Ribeiro de Travassos próximo da Quinta dos Travassos	
Área da bacia hidrográfica (A, em km ²)	11,21
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	6,84
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	451,96

Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	356,15
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	405,00
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	357,70
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	424,13
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,01
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	9,22
Altura média da bacia (Hm, em m)	49,33
PONTO 11: Afluente do Ribeiro de Travassos no Vale das Caldeas	
Área da bacia hidrográfica (A, em km²)	1,28
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	1,22
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	450,16
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	377,74
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	409,84
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	379,94
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	417,07
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,06
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	32,72
Altura média da bacia (Hm, em m)	38,68
PONTO 12: Ribeiro de Travassos próximo de Nelas	
Área da bacia hidrográfica (A, em km²)	2,25
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	0,88
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	451,96
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	404,18
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	421,96
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	405,00
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	424,13
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,05
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	25,56
Altura média da bacia (Hm, em m)	30,52
PONTO 13: Ribeiro do Vale do Boi em Canas de Senhorim	
Área da bacia hidrográfica (A, em km²)	1,63
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	1,32
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	395,59
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	354,99
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	376,82

Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	355,53
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	383,43
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,03
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	21,46
Altura média da bacia (Hm, em m)	20,28
PONTO 14: Afluente do Ribeiro do Vale do Boi em Canas - Felgueira	
Área da bacia hidrográfica (A, em km²)	1,34
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	1,03
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	374,50
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	334,82
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	346,25
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	334,82
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	349,99
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,04
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	14,75
Altura média da bacia (Hm, em m)	23,90
PONTO 15: Ribeiro da Pantanha próximo da Urgeiriça	
Área da bacia hidrográfica (A, em km²)	2,48
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	2,52
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	441,48
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	339,97
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	410,25
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	342,25
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	420,76
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,04
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	36,01
Altura média da bacia (Hm, em m)	52,82
PONTO 16: Afluente do Rio Mondego em Lapa do Lobo	
Área da bacia hidrográfica (A, em km²)	1,45
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	2,10
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	361,95
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	325,02
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	345,99
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	325,62
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	351,83

Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,02
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	12,92
Altura média da bacia (Hm, em m)	14,55
PONTO 17: Afluente do Rio Mondego em Lapa do Lobo 2	
Área da bacia hidrográfica (A, em km ²)	1,33
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	1,84
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	361,95
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	327,41
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	347,06
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	328,40
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	351,83
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,02
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	13,53
Altura média da bacia (Hm, em m)	13,05
PONTO 18: Ribeiro da Pantanha próximo de Caldas de Felgueira	
Área da bacia hidrográfica (A, em km ²)	8,57
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	6,54
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	441,48
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	195,32
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	392,13
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	205,00
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	420,76
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,04
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	38,12
Altura média da bacia (Hm, em m)	186,68
PONTO 19: Rio do Castelo em Póvoa de Luzianes	
Área da bacia hidrográfica (A, em km ²)	60,17
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	17,19
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	679,09
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	187,70
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	483,51
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	209,88
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	595,65
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,03
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	21,22

Altura média da bacia (Hm, em m)	264,64
PONTO 20: Rio Mondego próximo de Caldas de Felgueira	
Área da bacia hidrográfica (A, em km²)	1157,16
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	119,79
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	1594,96
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	160,12
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	930,19
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	176,88
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	1318,84
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,01
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	8,39
Altura média da bacia (Hm, em m)	477,53
PONTO 21: Rio Videira em Senhorim	
Área da bacia hidrográfica (A, em km²)	17,15
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	8,26
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	565,85
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	355,00
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	449,88
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	355,03
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	476,84
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,03
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	15,31
Altura média da bacia (Hm, em m)	89,63
PONTO 22: Rio do Castelo em Moinhos	
Área da bacia hidrográfica (A, em km²)	55,24
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	14,15
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	679,09
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	319,62
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	489,82
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	342,35
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	595,65
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,03
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	13,90
Altura média da bacia (Hm, em m)	133,34
PONTO 23: Ribeiro do Vale do Boi em Canas de Senhorim 2	

Área da bacia hidrográfica (A, em km ²)	0,29
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	0,52
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	395,59
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	369,64
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	380,58
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	370,40
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	383,43
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,05
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	26,26
Altura média da bacia (Hm, em m)	16,47
PONTO 24: Rio do Castelo em C. de S. José	
Área da bacia hidrográfica (A, em km ²)	55,01
Desenvolvimento da Linha de água principal (L, em km)	13,73
Altitude máxima da bacia (Zmax, em m)	679,09
Altitude na secção em estudo (Zmin, em m)	334,65
Altitude correspondente 10% do L da linha de água principal (Z10, em m)	491,66
Altitude correspondente 85% do L da linha de água principal (Z85, em m)	345,38
Altitude máxima da linha de água principal (ALmax, em m)	595,65
Declive médio da linha de água principal (dm, m/m)	0,03
Declive médio da linha de água principal entre 10% e 85% do L (d10:85 m/Km)	14,20
Altura média da bacia (Hm, em m)	117,67

Cálculo dos Caudais de Ponta

Tempo de Concentração

O tempo de concentração de uma bacia hidrográfica, numa dada secção de um curso de água, pode ser definido como o tempo para que a totalidade da bacia contribua para o escoamento superficial da secção considerada. Este varia em função do percurso que a gota de água tem de realizar e da velocidade de escoamento, sendo que a velocidade depende da inclinação do terreno, do tipo de revestimento do terreno e do tipo de escoamento em cada ponto.

A duração da precipitação intensa numa secção da rede hidrográfica, a considerar na análise de cheias em cursos de água em regime natural, deve igualar o tempo de concentração (tempo que a partícula cinematicamente mais afastada demora a atingir a secção terminal) da correspondente bacia hidrográfica, por forma a fazer intervir naquela análise a mais elevada intensidade da precipitação. Intensidade que assegura, assim, a contribuição de toda a área da bacia hidrográfica para o escoamento naquela secção e, conseqüentemente, a originar o mais elevado caudal de ponta de cheia, para o período de retorno em consideração.

O aspeto fundamental para a obtenção final do escoamento e respetivo cálculo dos caudais de cheia passa por calcular a precipitação útil ou efetiva, ou seja, a parcela da precipitação que se transforma em escoamento superficial.

O tempo de concentração (t_c), associado a cada uma das bacias hidrográficas em estudo, foi calculado por aplicação das fórmulas de Temez (Temez, 1978), de NERC (National Environment Research Council, 1975) e de Giandotti (1953) - Equações (1), (2) e (3), respetivamente, (Quadro 14) tendo-se adotado o valor médio correspondente (Quadro 15).

Quadro 14: Características principais das bacias hidrográficas das ribeiras e rios em análise

Método	Equação	N.º de Equação
Temez	$t_c = 0,3 \left(\frac{L}{d_m^{0,25}} \right)^{0,76}$	(1)
NERC	$t_c = 2,8 \left(\frac{L}{\sqrt{d_{10:85}}} \right)^{0,47}$	(2)
Giandotti	$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{H_m}}$	(3)

Dado que as formulações de *Temez*, NERC e *Giandotti* fornecem resultados próximos, optou-se, assim, por considerar o valor médio resultante das médias das três formulações para o tempo de concentração.

Quadro 15: Tempos de concentração das bacias hidrográficas em estudo

TEMPO DE CONCENTRAÇÃO, t_c (H)				
Ponto	TEMEZ	NERC	GIANDOTTI	ADOTADO
Ponto 1	0,86	1,47	1,17	1,17
Ponto 2	11,28	8,74	8,87	9,63
Ponto 3	0,51	1,27	1,18	0,99
Ponto 4	3,84	4,88	5,36	4,69
Ponto 5	4,91	5,87	6,60	5,79
Ponto 6	5,31	6,24	6,61	6,05
Ponto 7	5,39	6,29	6,55	6,08
Ponto 8	0,49	1,25	1,16	0,97
Ponto 9	1,12	1,99	1,82	1,64
Ponto 10	2,93	4,10	4,21	3,75
Ponto 11	0,60	1,35	1,28	1,08
Ponto 12	0,48	1,23	1,66	1,12
Ponto 13	0,72	1,55	1,97	1,41
Ponto 14	0,57	1,51	1,58	1,22
Ponto 15	1,11	1,86	1,73	1,57
Ponto 16	1,14	2,18	2,61	1,97
Ponto 17	1,01	2,02	2,55	1,86
Ponto 18	2,33	2,88	1,97	2,39
Ponto 19	5,12	5,20	4,37	4,90
Ponto 20	26,41	16,11	18,06	20,19
Ponto 21	3,00	3,98	3,82	3,60
Ponto 22	4,52	5,24	5,52	5,09
Ponto 23	0,32	0,95	0,90	0,72

TEMPO DE CONCENTRAÇÃO, t_c (H)				
Ponto	TEMEZ	NERC	GIANDOTTI	ADOTADO
Ponto 24	4,43	5,14	5,79	5,12

Precipitações Intensas

O cálculo das precipitações intensas, com as durações pretendidas e os diferentes períodos de retorno (20 e 100 anos), considerou as curvas de Intensidade-Duração-Frequência (IDF), propostas por Brandão e Rodrigues (2001), para os postos udométricos 10H/01 Caramulo, 11I/01 Santa Comba Dão e 11L/05 Penhas Douradas, bem como as curvas constantes do Decreto Regulamentar (DR) n.º 23/95, de 23 de agosto, para a região pluviométrica A (Quadro 17). A expressão regulamentar encontra-se no Quadro 16.

Quadro 16: Expressão regulamentar utilizada para o cálculo das precipitações intensas

Equação	Termos da Equação	N.º de Equação
$i = a t^b$	i é a intensidade da precipitação, em mm/h, t é a duração da chuvada considerada, em minutos, Os parâmetros de ajustamento, a e b, são função do período de retorno, duração da chuvada e/ou região pluviométrica em que as bacias em apreço se inserem.	(4)

Os resultados obtidos com a aplicação desta expressão encontram-se identificados no Quadro 17.

Quadro 17: Parâmetros das curvas IDF (α e b) para os casos em estudo

Período de Retorno T' (Anos)	Brandão e Rodrigues (2001)											
	10H/01 Caramulo				11I/01 Santa Comba Dão				11L/05 Penhas Douradas			
	30 MIN < t < 6 H		6 H < T < 48 H		30 MIN < t < 6 H		6 H < T < 48 H		30 MIN < t < 6 H		6 H < T < 48 H	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
20	284.34	-0.507	270.27	-0.488	559.43	-0.678	488.63	-0.66	524.9	-0.638	279.48	-0.528
100	400.79	-0.537	309.62	-0.482	762.16	-0.687	646.41	-0.666	804.03	-0.676	318.54	-0.518
Pontos abrangidos	1 a 9				10 a 18, 20 e 23				21,22 e 24			

Período de Retorno <i>T</i> (Anos)	Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de agosto	
	Região Pluviométrica A	
	<i>a</i>	<i>b</i>
20	317,74	-0,538
100	365,62	-0,508

Caudais de Ponta de Cheia

O cálculo dos caudais de ponta de cheia pode ser realizado através de diferentes métodos que adotam diversos critérios. Geralmente, a determinação dos caudais de ponta de cheia é feita com recurso a fórmulas empíricas (fórmulas cinemáticas e não cinemáticas) e fórmulas de base estatística (Ramos, 2005).

Tendo em consideração que estamos perante bacias hidrográficas de dimensão moderada, em cada local de estudo, os caudais de ponta respetivos foram determinados com base em precipitações intensas através do método empírico-cinemático condensado na fórmula racional (método de Temez, 1978), bem como pela formulação do *Soil Conservation Service* (SCS, 1972 e 1973).

Fórmula Racional com Método de Temez

A fórmula racional constitui uma das fórmulas mais amplamente divulgadas e utilizadas para determinar caudais de ponta de cheia em pequenas e médias bacias hidrográficas para os períodos de retorno adotados como critério de projeto (Portela e Hora, 2002). A expressão que define a fórmula racional, pelo método de Temez (1978) encontra-se representada no Quadro 18.

Quadro 18: Expressão da fórmula racional, pelo método de Temez (1978)

Equação	Termos da Equação	N.º de Equação
$Q_p = \frac{C i A}{3,6}$	<i>Q_p</i>: caudal de ponta de cheia (m³s⁻¹) para o período de retorno <i>T</i> (anos), <i>i</i>: intensidade de precipitação, para uma precipitação com duração igual ao tempo de concentração (mm/h), <i>A</i>: área da bacia hidrográfica (km²), <i>C</i>: coeficiente de escoamento.	(5)

O coeficiente de escoamento, *C*, de uma bacia hidrográfica é essencial para a determinação do caudal de ponta pois traduz a percentagem de água proveniente da precipitação que efetivamente vai passar pela

secção de vazão em estudo. A parte restante é absorvida pelo terreno, evaporada ou armazenada. Este fator é função do período de retorno, aumentando com a excecionalidade do evento de cheia, por forma a traduzir a diminuição das perdas de precipitação.

Optou-se, conservativamente, por considerar o coeficiente de escoamento de $T = 20$ anos igual ao obtido para $T = 100$ anos (Quadro 19). Os valores obtidos estão em concordância com os tabelados em Portela e Hora (2002).

Quadro 19: Coeficiente de escoamento para os locais de estudo

Ponto	C
Ponto 1	0,54
Ponto 2	0,47
Ponto 3	0,54
Ponto 4	0,47
Ponto 5	0,47
Ponto 6	0,47
Ponto 7	0,47
Ponto 8	0,54
Ponto 9	0,51
Ponto 10	0,47
Ponto 11	0,51
Ponto 12	0,51
Ponto 13	0,51
Ponto 14	0,51
Ponto 15	0,51
Ponto 16	0,47
Ponto 17	0,47
Ponto 18	0,53
Ponto 19	0,47
Ponto 20	0,39
Ponto 21	0,51
Ponto 22	0,51

Ponto	C
Ponto 23	0,51
Ponto 24	0,51

O Quadro 20 apresenta a intensidade de precipitação para os períodos de retorno em consideração ($T = 20$ e 100 anos) e para a duração da chuvada correspondente ao tempo de concentração adotado, para cada ponto de estudo, indicado no Quadro 15.

Quadro 20: Intensidade de precipitação das bacias hidrográficas para $T= 20$ e 100 anos

Ponto	Intensidade de Precipitação (MM/H)			
	Brandão e Rodrigues (2001)		Região Pluviométrica A	
	$T = 20$ Anos	$T = 100$ Anos	$T = 20$ Anos	$T = 100$ Anos
Ponto 1	32,98	40,92	32,30	42,23
Ponto 2	11,31	13,18	10,38	14,46
Ponto 3	35,92	44,80	35,37	46,00
Ponto 4	16,29	19,38	15,28	20,83
Ponto 5	14,64	17,31	13,64	18,71
Ponto 6	14,32	16,91	13,33	18,30
Ponto 7	14,29	16,87	13,30	18,26
Ponto 8	36,27	45,26	35,74	46,45
Ponto 9	27,76	34,10	26,91	35,53
Ponto 10	14,23	18,46	17,25	23,35
Ponto 11	33,18	43,54	33,77	44,03
Ponto 12	32,22	42,27	33,00	43,08
Ponto 13	27,57	36,09	29,15	38,33
Ponto 14	30,44	39,90	31,54	41,28
Ponto 15	25,67	33,57	27,55	36,33
Ponto 16	21,97	28,67	24,35	32,33
Ponto 17	22,86	29,85	25,13	33,31
Ponto 18	19,28	25,12	21,95	29,32

Ponto	Intensidade de Precipitação (MM/H)			
	Brandão e Rodrigues (2001)		Região Pluviométrica A	
	$T = 20$ Anos	$T = 100$ Anos	$T = 20$ Anos	$T = 100$ Anos
Ponto 19	11,87	15,37	14,94	20,39
Ponto 20	4,54	5,80	6,97	9,92
Ponto 21	17,01	21,25	17,63	23,83
Ponto 22	13,64	16,81	14,63	19,98
Ponto 23	43,40	57,16	41,79	53,85
Ponto 24	13,59	16,74	14,58	19,93

Os caudais de ponta de cheia, obtidos para cada ponto de estudo, por recurso às curvas IDF propostas por Brandão e Rodrigues (2001) e por recurso às curvas IDF, constantes do Regulamento (DR n.º 23/95, de 23 de agosto) encontram-se identificados no Quadro 21.

Quadro 21: Caudais de ponta de cheia segundo a fórmula racional

Ponto	Caudal de Ponta de Cheia, Q_p (M³S⁻¹)			
	Brandão e Rodrigues (2001)		Região Pluviométrica A	
	$T = 20$ Anos	$T = 100$ Anos	$T = 20$ Anos	$T = 100$ Anos
Ponto 1	17,75	22,03	17,39	22,73
Ponto 2	262,71	305,99	241,04	335,66
Ponto 3	8,26	10,30	8,13	10,58
Ponto 4	46,00	54,75	43,16	58,82
Ponto 5	66,49	78,64	61,98	85,00
Ponto 6	68,55	80,96	63,81	87,63
Ponto 7	68,95	81,42	64,17	88,13
Ponto 8	7,48	9,34	7,37	9,58
Ponto 9	13,28	16,31	12,87	16,99
Ponto 10	20,83	27,03	25,25	34,18
Ponto 11	6,00	7,87	6,10	7,96
Ponto 12	10,25	13,45	10,50	13,71

Ponto	Caudal de Ponta de Cheia, Q_p (M ³ S ⁻¹)			
	Brandão e Rodrigues (2001)		Região Pluviométrica A	
	$T = 20$ Anos	$T = 100$ Anos	$T = 20$ Anos	$T = 100$ Anos
Ponto 13	6,35	8,31	6,71	8,83
Ponto 14	5,78	7,57	5,99	7,84
Ponto 15	9,02	11,79	9,68	12,76
Ponto 16	4,15	5,42	4,60	6,11
Ponto 17	3,96	5,17	4,35	5,77
Ponto 18	24,33	31,70	27,70	37,00
Ponto 19	93,25	120,71	117,35	160,14
Ponto 20	569,35	727,67	873,73	1244,05
Ponto 21	41,33	51,62	42,83	57,90
Ponto 22	106,71	131,51	114,47	156,38
Ponto 23	1,75	2,31	1,69	2,17
Ponto 24	105,88	130,47	113,65	155,29

Método do Soil Conservation Service (SCS)

O método do *Soil Conservation Service* (SCS) permite estabelecer a fórmula que se apresenta de seguida (Quadro 22), que tem uma estrutura semelhante à da fórmula racional.

Quadro 22: Expressão que expressa o método do *Soil Conservation Service* (SCS)

Equação	Termos da Equação	N.º de Equação
$Q_p = 0,277 k A \frac{P_u}{t_p}$	k: fator de ponta da bacia hidrográfica; A: área da bacia hidrográfica (km²); P_u: precipitação útil (mm); t_p: tempo de crescimento (ou tempo para a ponta), (h).	(6)

O parâmetro k é um fator de ponta da bacia hidrográfica, que pode variar entre 0,5 e 1,0 para bacias muito planas ou muito declivosas, respetivamente. Para os casos em análise considerou-se um valor de

0,75, para as bacias medianamente declivosas (declives médios da linha de água principal entre 2,5% e 5,5%) e 1 para as bacias declivosas (declives médios da linha de água principal acima de 5,5%).

A variável A é a área da bacia hidrográfica, em km^2 , P_u é a precipitação útil, dada em mm, e tp representa o tempo de crescimento (ou tempo para a ponta), em horas.

No Quadro 23 encontra-se expressa a fórmula para a determinação da precipitação útil (P_u), a qual depende do valor da precipitação total (P), resultante do produto do tempo de concentração pela intensidade de precipitação. Assim, para uma dada precipitação total, P , a precipitação útil é dada pela Equação (7), em que P_0 indica as perdas iniciais da chuva.

Quadro 23: Expressão da fórmula de determinação da precipitação útil

Equação	Termos da Equação	N.º de Equação
$P_u = \frac{(P - P_0)^2}{P + 4P_0}$	P : valor da precipitação total; P₀ : perdas iniciais da chuva,	(7)

O método do SCS propõe a determinação do valor das perdas iniciais da chuva, P_0 , pela Equação (8) (Quadro 24).

Quadro 24: Expressão da fórmula de determinação do valor das perdas iniciais da chuva

Equação	Termos da Equação	N.º de Equação
$P_0 = \frac{5080}{N} - 50,8$	N : número de escoamento.	(8)

Os números de escoamento ponderados, extraídos do Atlas da Água (plataforma SNIAmb), bem como as perdas iniciais da chuva, por aplicação da Equação (8), para os pontos em estudo, são apresentados no Quadro 25.

Quadro 25: Número de escoamento (N) para os pontos em estudo

Ponto	N (-)	P ₀ (MM)
Ponto 1	82,00	11,15
Ponto 2	82,00	11,15
Ponto 3	82,00	11,15

Ponto	N (-)	P0 (MM)
Ponto 4	82,00	11,15
Ponto 5	82,00	11,15
Ponto 6	82,00	11,15
Ponto 7	82,00	11,15
Ponto 8	82,00	11,15
Ponto 9	82,00	11,15
Ponto 10	82,00	11,15
Ponto 11	82,00	11,15
Ponto 12	82,00	11,15
Ponto 13	82,00	11,15
Ponto 14	82,00	11,15
Ponto 15	70,00	21,77
Ponto 16	82,00	11,15
Ponto 17	82,00	11,15
Ponto 18	82,00	11,15
Ponto 19	82,00	11,15
Ponto 20	82,00	11,15
Ponto 21	82,00	11,15
Ponto 22	86,00	8,27
Ponto 23	82,00	11,15
Ponto 24	82,00	11,15

O tempo de crescimento, tp , é dado pela Equação (9), onde tr corresponde à duração da chuvada útil, tc é o tempo de concentração e $t0$ é o tempo que decorre até choverem as perdas iniciais, todos dados em horas (Quadro 26).

Quadro 26: Expressão da fórmula de determinação do tempo de crescimento

Equação	Termos da Equação	N.º de Equação
---------	-------------------	----------------

Equação	Termos da Equação	N.º de Equação
$t_p = \frac{t_r}{2} + 0,6t_c$	tr : duração da chuvada útil (h); tc : tempo de concentração (h); t0 : tempo que decorre até choverem as perdas iniciais (h).	(9)

No Quadro 27 encontra-se expressa a fórmula de determinação da duração da chuvada útil, *tr*. Esta obtém-se por subtração da duração total do tempo necessário para choverem as perdas iniciais (Equação (10)).

Quadro 27: Expressão da fórmula de determinação da duração da chuvada útil

Equação	Termos da Equação	N.º de Equação
$t_r = t_c - \frac{P_0}{i}$	tc : tempo de concentração (h); P0 : perdas iniciais da chuvada; i : intensidade de precipitação,	(10)

No Quadro 28 encontram-se identificados os parâmetros do método do *Soil Conservation Service* (SCS).

Quadro 28: Parâmetros do método do SCS

Ponto	<i>P</i> (MM)		<i>P_u</i> (MM)		<i>tr</i> (H)		<i>tP</i> (H)	
	<i>T</i> = 20 Anos	<i>T</i> = 100 Anos	<i>T</i> = 20 Anos	<i>T</i> = 100 Anos	<i>T</i> = 20 Anos	<i>T</i> = 100 Anos	<i>T</i> = 20 Anos	<i>T</i> = 100 Anos
Ponto 1	37,71	49,30	8,57	15,50	0,82	0,90	1,11	1,15
Ponto 2	99,97	139,21	54,56	89,21	8,56	8,86	10,06	10,21
Ponto 3	34,89	45,37	7,09	13,01	0,67	0,74	0,93	0,96
Ponto 4	71,73	97,75	31,54	52,68	3,96	4,16	4,80	4,90
Ponto 5	79,05	108,42	37,28	61,83	4,98	5,20	5,96	6,08
Ponto 6	80,68	110,79	38,58	63,89	5,22	5,44	6,24	6,36
Ponto 7	80,83	111,01	38,70	64,08	5,24	5,47	6,27	6,38
Ponto 8	34,58	44,95	6,93	12,75	0,66	0,73	0,91	0,94
Ponto 9	44,12	58,27	12,25	21,58	1,23	1,33	1,60	1,65
Ponto 10	64,64	87,50	26,19	44,12	3,10	3,27	3,80	3,88
Ponto 11	36,30	47,34	7,82	14,24	0,74	0,82	1,02	1,06
Ponto 12	37,03	48,35	8,20	14,88	0,78	0,86	1,07	1,11
Ponto 13	41,19	54,14	10,52	18,72	1,03	1,12	1,36	1,41
Ponto 14	38,50	50,39	9,00	16,21	0,87	0,95	1,17	1,21
Ponto 15	43,24	57,02	3,54	8,62	0,78	0,97	1,33	1,43
Ponto 16	48,08	63,84	14,71	25,60	1,52	1,63	1,94	2,00
Ponto 17	46,79	62,02	13,90	24,27	1,42	1,53	1,83	1,88
Ponto 18	52,54	70,18	17,64	30,35	1,89	2,01	2,38	2,44
Ponto 19	73,13	99,79	32,63	54,42	4,15	4,35	5,01	5,11
Ponto 20	140,75	200,40	90,61	146,18	18,59	19,07	21,41	21,65
Ponto 21	63,44	85,78	25,31	42,71	2,97	3,13	3,64	3,72
Ponto 22	74,46	101,73	40,74	64,80	4,53	4,68	5,32	5,39
Ponto 23	30,23	38,95	4,86	9,25	0,46	0,52	0,66	0,69
Ponto 24	74,66	102,02	33,82	56,31	4,35	4,56	5,25	5,35

No Quadro 29 encontram-se representados os caudais de ponta segundo o método do SCS.

Quadro 29: Caudais de ponta de cheia segundo o método SCS

Ponto	Caudal de Ponta de Cheia, Q_p (M ³ S ⁻¹)	
	$T = 20$ Anos	$T = 100$ Anos
Ponto 1	7,66	13,37
Ponto 2	200,49	322,95
Ponto 3	3,25	5,74
Ponto 4	29,55	48,37
Ponto 5	45,18	73,56
Ponto 6	47,11	76,61
Ponto 7	47,42	77,12
Ponto 8	2,91	5,14
Ponto 9	5,38	9,19
Ponto 10	16,06	26,47
Ponto 11	2,72	4,77
Ponto 12	4,79	8,38
Ponto 13	2,61	4,49
Ponto 14	2,15	3,74
Ponto 15	1,37	3,11
Ponto 16	2,28	3,85
Ponto 17	2,10	3,56
Ponto 18	13,20	22,13
Ponto 19	81,38	133,08
Ponto 20	1017,27	1623,09
Ponto 21	24,75	40,85
Ponto 22	87,94	137,88
Ponto 23	0,58	1,06
Ponto 24	73,63	120,25

Caudais de Ponta de Cheia Adotados

Tendo em conta os valores de caudal de ponta de cheia obtidos pelos métodos aplicados, conclui-se que, os caudais estimados pela fórmula racional, com método de Temez (Região pluviométrica) para o período de retorno de 100 anos, são superiores, pelo que optámos, conservativamente, por considerá-los na prossecução do estudo, designadamente na análise hidráulica, dado que está em causa a segurança de pessoas e bens.

Os caudais de ponta de cheia, estimados pela fórmula racional, com método de Temez (Região pluviométrica A e no caso do ponto 23 Brandão e Rodrigues (2001)), foram depois multiplicados por um coeficiente de ajustamento Ka , definido de acordo com o Manual de Drenagem Superficial em Vias de Comunicação do Instituto das Estradas de Portugal (2001). Este coeficiente de ajustamento objetiva considerar a ocorrência de situações mais gravosas do que as que seriam de esperar em ocorrências normais.

Os caudais de ponta de cheias resultantes, e considerados no estudo hidráulico, encontram-se definidos no Quadro 30.

Quadro 30: Caudais de ponta de cheia adotados

Ponto	$Qp \text{ (M}^3\text{S}^{-1}\text{)}$		
	$T = 20 \text{ Anos}$ ($Ka = 1,00$)	$T = 100 \text{ Anos}$ ($Ka = 1,25$)	Observações
Ponto 1	17,39	28,41	Região Pluviométrica
Ponto 2	241,04	419,58	Região Pluviométrica
Ponto 3	8,13	13,22	Região Pluviométrica
Ponto 4	43,16	73,53	Região Pluviométrica
Ponto 5	61,98	106,25	Região Pluviométrica
Ponto 6	63,81	109,54	Região Pluviométrica
Ponto 7	64,17	110,17	Região Pluviométrica
Ponto 8	7,37	11,98	Região Pluviométrica
Ponto 9	12,87	21,24	Região Pluviométrica
Ponto 10	25,25	42,73	Região Pluviométrica
Ponto 11	6,10	9,95	Região Pluviométrica
Ponto 12	10,50	17,14	Região Pluviométrica
Ponto 13	6,71	11,03	Região Pluviométrica
Ponto 14	5,99	9,80	Região Pluviométrica
Ponto 15	9,68	15,95	Região Pluviométrica

Ponto	$Qp \text{ (M}^3\text{S}^{-1}\text{)}$		
	$T = 20 \text{ Anos}$ ($Ka = 1,00$)	$T = 100 \text{ Anos}$ ($Ka = 1,25$)	Observações
Ponto 16	4,60	7,64	Região Pluviométrica
Ponto 17	4,35	7,21	Região Pluviométrica
Ponto 18	27,70	46,25	Região Pluviométrica
Ponto 19	117,35	200,17	Região Pluviométrica
Ponto 20	873,73	1555,06	Região Pluviométrica
Ponto 21	42,83	72,38	Região Pluviométrica
Ponto 22	114,47	195,48	Região Pluviométrica
Ponto 23	1,69	2,72	Brandão e Rodrigues (2001)
Ponto 24	113,65	194,11	Região Pluviométrica

Estudo Hidráulico

Condições de Vazão existentes

Nas áreas de estudo consideraram-se que as condições de escoamento são relativamente uniformes.

Análise do Escoamento

As características hidráulicas do escoamento foram determinadas tendo como base o modelo digital do terreno, da cartografia de base homologada, em que se inserem os pontos em estudo. Para o efeito utilizou-se o modelo hidráulico HEC-RAS na determinação das condições de vazão existentes em cada local de estudo, Trata-se de um modelo 1D onde a lei de resistência aplicada é a equação de *Manning-Strickler* (Equação (11)).

$$Q = K A R^{2/3} j^{1/2} \quad (11)$$

O parâmetro Q representa o caudal máximo, em m^3s^{-1} , K o coeficiente de rugosidade de *Manning-Strickler*, em $m^{1/3}s^{-1}$ e A denomina a área da secção molhada, em m^2 . A variável R diz respeito ao raio hidráulico da secção molhada (m), enquanto j é a perda de carga unitária que, no caso de regime uniforme, corresponde à inclinação do leito (m/m).

Os coeficientes de rugosidade para cada ponto de estudo são apresentados no Quadro 31.

Quadro 31: Valores do coeficiente de rugosidade para cada local de estudo

Ponto	$K (m^{1/3}s^{-1})$
Ponto 1	35
Ponto 2	80
Ponto 3	50
Ponto 4	50
Ponto 5	50
Ponto 6	50
Ponto 7	80
Ponto 8	50
Ponto 9	50
Ponto 10	50

Ponto	$K \text{ (m}^{1/3}\text{s}^{-1}\text{)}$
Ponto 11	80
Ponto 12	50
Ponto 13	50
Ponto 14	50
Ponto 15	80
Ponto 16	50
Ponto 17	50
Ponto 18	30
Ponto 19	50
Ponto 20	40
Ponto 21	50
Ponto 22	50
Ponto 23	50
Ponto 24	80

Dada a inexistência de elementos cadastrais relativos aos troços entubados (diâmetros e penderes de soleira), a modelação hidráulica foi efetuada recorrendo à geometria do talvegue definida pelo MDT. Para salvaguarda de segurança, aplicou-se um coeficiente de rugosidade majorado ($K=10$, $n=0.10$) nestas secções, de modo a garantir uma estimativa conservadora das perdas de carga singulares.

O nível de cheia, em m, e a velocidade de escoamento, $V \text{ (ms}^{-1}\text{)}$, obtidos para os caudais adotados e para os períodos de retorno de 20 e 100 anos, encontram-se indicados no Quadro 32 e no Quadro 33, respetivamente.

Quadro 32: Condições de escoamento para $T=20$ anos em cada local de estudo

Ponto	$Q \text{ (m}^3\text{s}^{-1}\text{)}$	Nível de Cheia (M)	$h \text{ (M)}$	$V \text{ (M/S)}$
Ponto 1	17,39	216,94	0,69	1,62
Ponto 2	241,04	210,90	6,45	0,82
Ponto 3	8,13	365,21	0,22	0,46
Ponto 4	43,16	347,66	1,37	0,60
Ponto 5	61,98	336,13	1,72	1,23
Ponto 6	63,81	325,94	2,25	1,65

Ponto	Q (m ³ s ⁻¹)	Nível de Cheia (M)	h (M)	V (M/S)
Ponto 7	64,17	322,32	2,32	1,15
Ponto 8	7,37	362,88	0,50	0,83
Ponto 9	12,87	360,60	0,53	1,38
Ponto 10	25,25	357,05	0,97	2,36
Ponto 11	6,10	377,76	0,27	1,16
Ponto 12	10,50	404,73	0,55	0,74
Ponto 13	6,71	355,35	0,37	0,51
Ponto 14	5,99	335,04	0,22	0,59
Ponto 15	9,68	340,54	0,56	0,73
Ponto 16	4,60	325,44	0,42	0,13
Ponto 17	4,35	327,80	0,39	0,49
Ponto 18	27,70	194,94	0,42	1,48
Ponto 19	117,35	189,57	2,13	3,74
Ponto 20	873,73	165,92	5,70	5,71
Ponto 21	42,83	356,12	1,12	0,99
Ponto 22	114,47	321,66	2,04	2,83
Ponto 23	1,69	369,68	0,09	0,53
Ponto 24	113,65	337,37	2,67	1,54

Quadro 33: Condições de escoamento para $T=100$ anos em cada local de estudo

Ponto	Q (m ³ s ⁻¹)	Nível de Cheia (M)	h (M)	V (M/S)
Ponto 1	28,41	217,09	0,84	1,97
Ponto 2	419,58	212,28	7,83	0,97
Ponto 3	13,22	365,27	0,28	0,57
Ponto 4	73,53	347,94	1,65	0,80
Ponto 5	106,25	336,57	2,16	1,44
Ponto 6	109,54	326,36	2,67	2,03
Ponto 7	110,17	322,91	2,91	1,38

Ponto	Q (m ³ s ⁻¹)	Nível de Cheia (M)	h (M)	V (M/S)
Ponto 8	11,98	362,98	0,60	1,05
Ponto 9	21,24	360,73	0,66	1,63
Ponto 10	42,73	357,30	1,22	2,70
Ponto 11	9,95	378,05	0,56	0,80
Ponto 12	17,14	404,89	0,71	0,92
Ponto 13	11,03	355,44	0,46	0,65
Ponto 14	9,80	335,10	0,28	0,68
Ponto 15	15,95	340,69	0,71	0,91
Ponto 16	7,64	325,52	0,50	0,18
Ponto 17	7,21	327,88	0,47	0,60
Ponto 18	46,25	195,08	0,56	1,77
Ponto 19	200,17	190,22	2,78	4,05
Ponto 20	1555,06	169,00	8,78	5,59
Ponto 21	72,38	356,41	1,41	1,25
Ponto 22	195,48	322,39	2,77	2,99
Ponto 23	2,72	369,70	0,11	0,63
Ponto 24	194,11	338,19	3,49	1,81

De referir que as alturas de escoamento, associadas a cada caudal de ponta de cheia analisado, foram determinadas com base no nível do leito.

A Figura 7 à Figura 30 apresentam a curva de vazão e o ortofotomapa para cada local de estudo.

Figura 7: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 1, localizado no Afluente do rio Dão em Fontanheiras

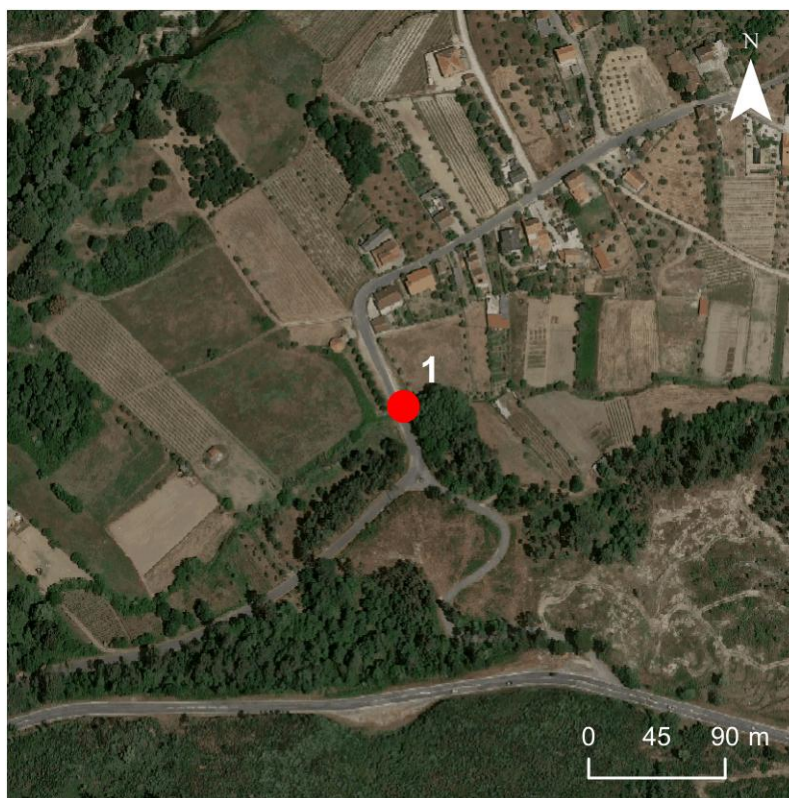
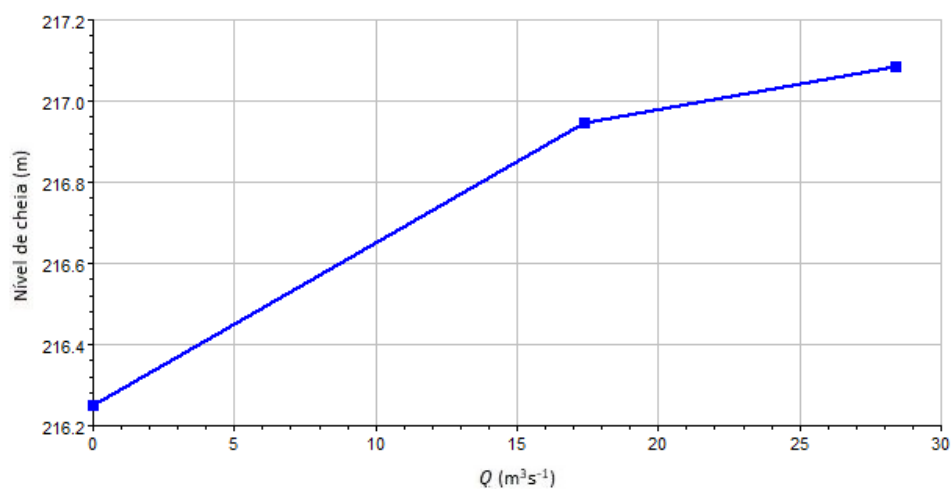


Figura 8: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 2, localizado no Rio Dão em Ponte da Pinouca

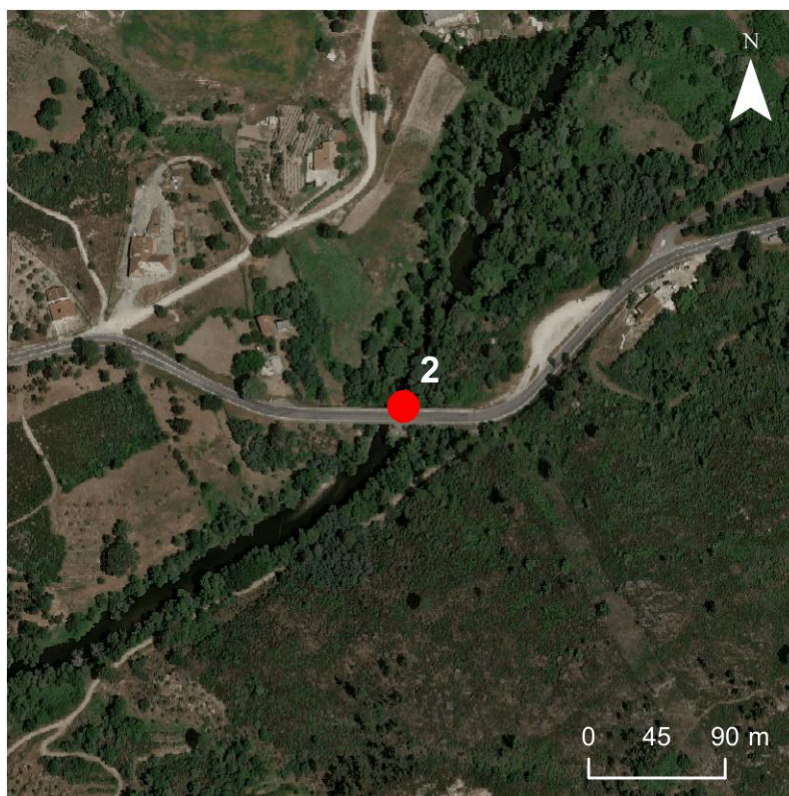
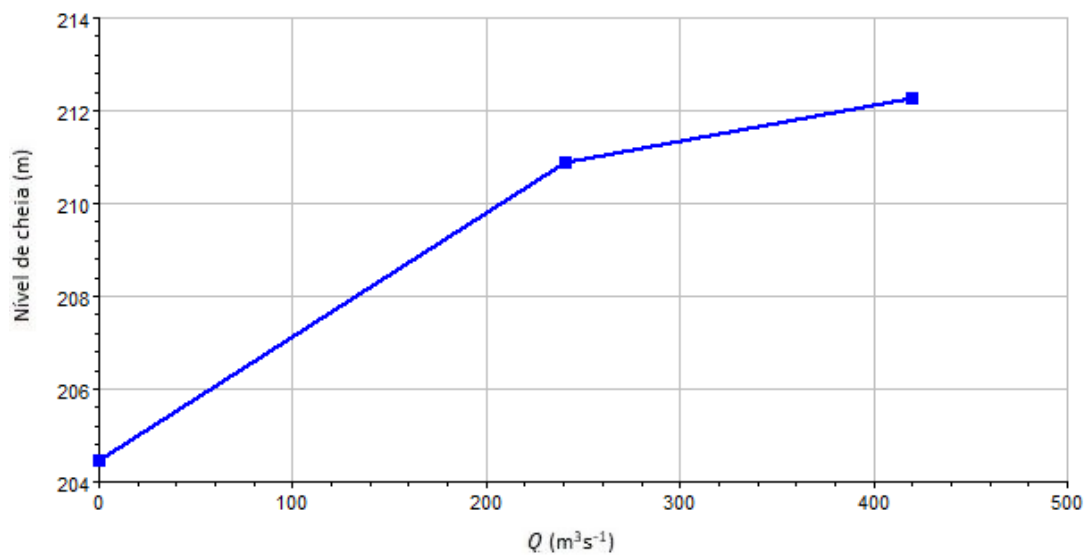


Figura 9: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 3, localizado no Subafluente do ribeiro do Cavagaio próximo de Picoto

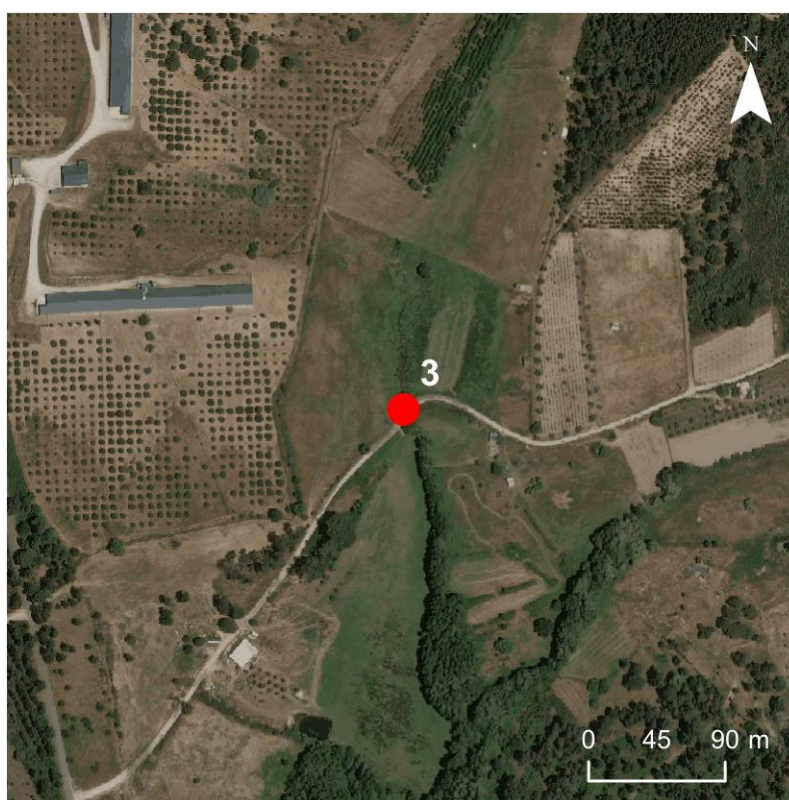
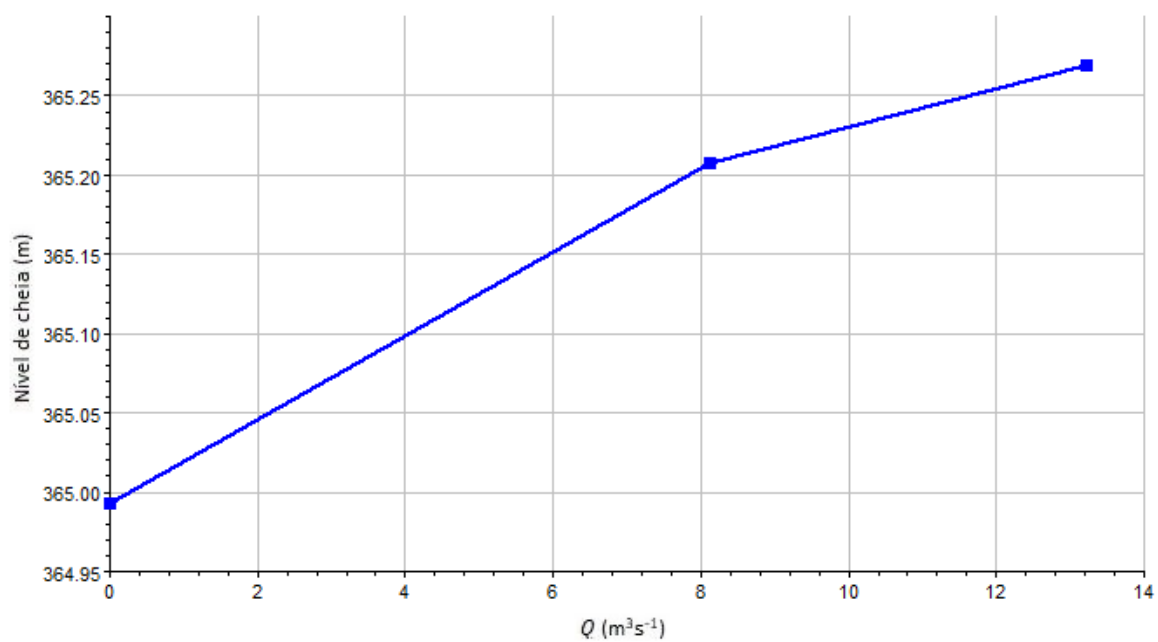


Figura 10: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 4, localizado no Ribeiro do Cavagaio próximo da 231-4

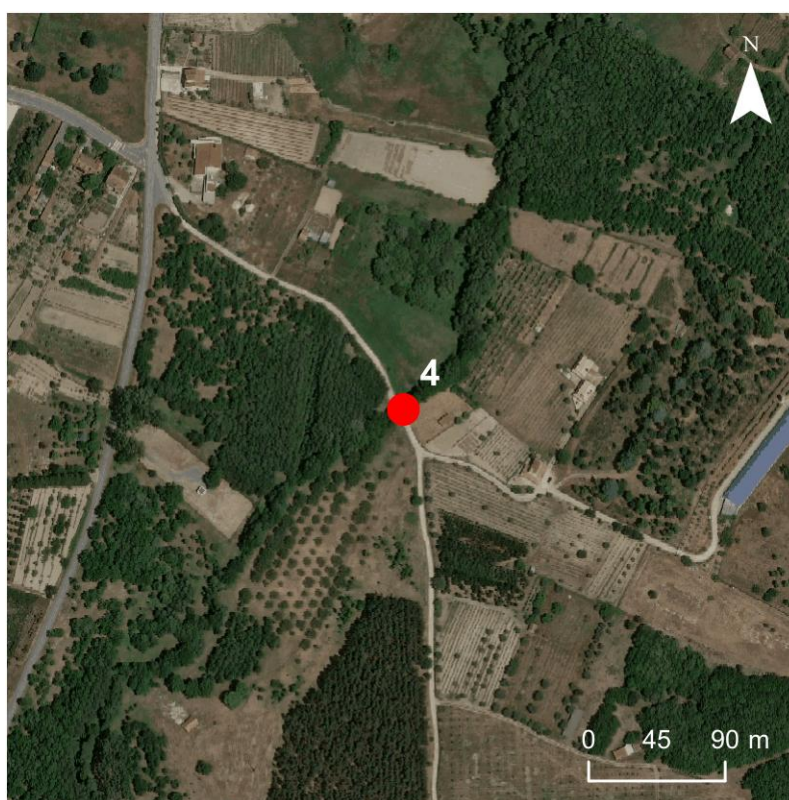
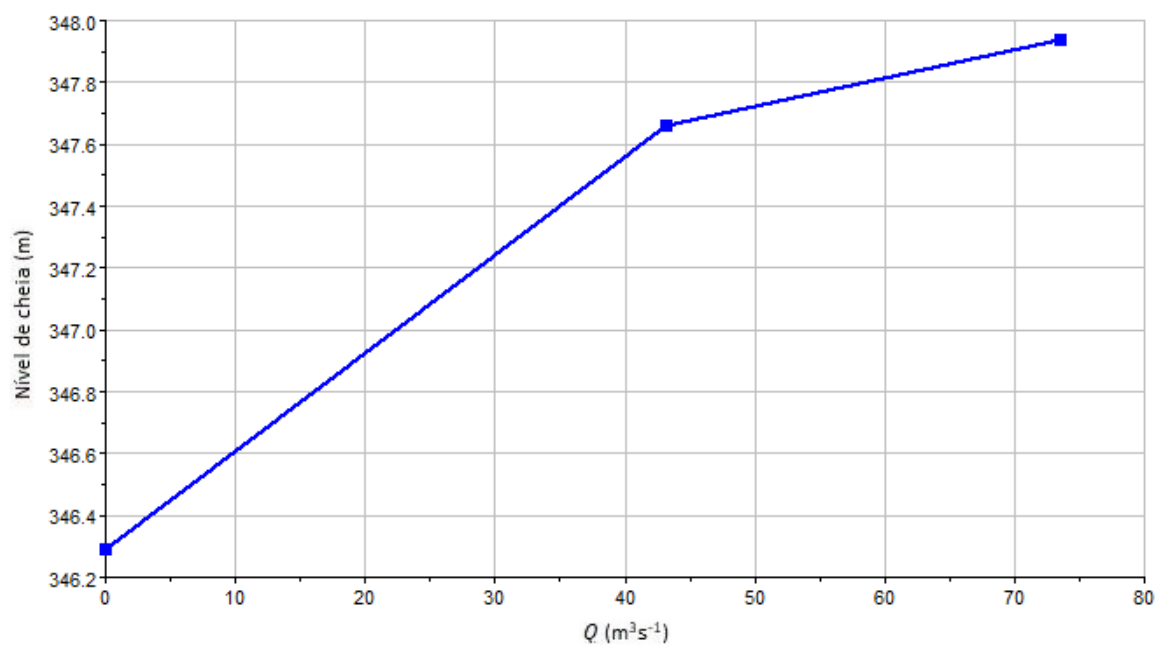


Figura 11: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 5, localizado na Ribeira da Calva em Moreira de Baixo

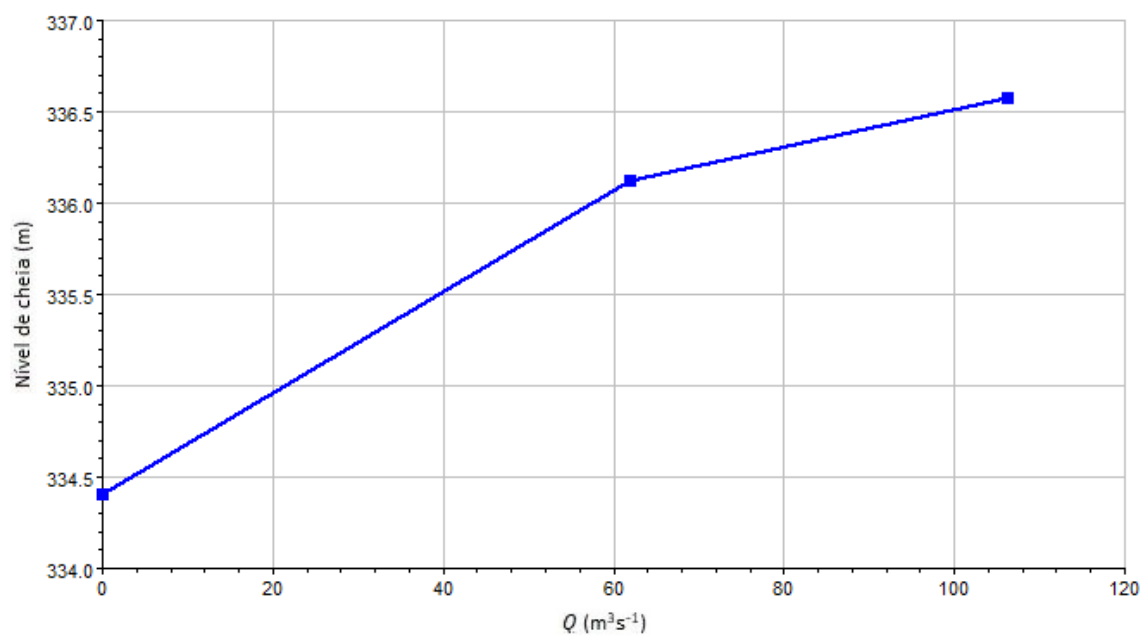


Figura 12: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 6, localizado na Ribeira da Calva em Pisão

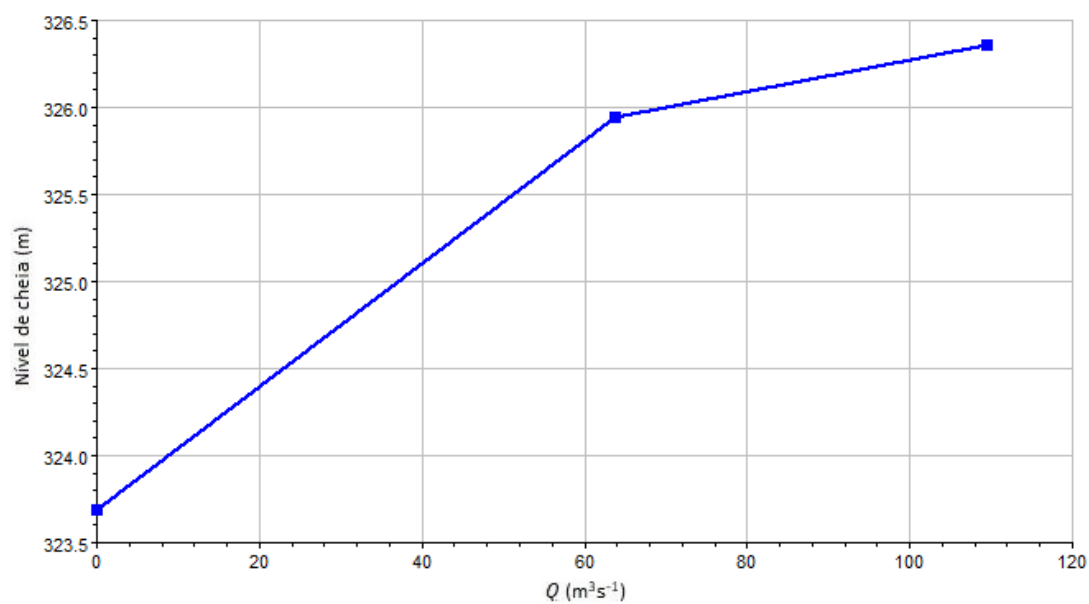


Figura 13: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 7, localizado na Ribeira da Calva em Pedra da Cavaleira

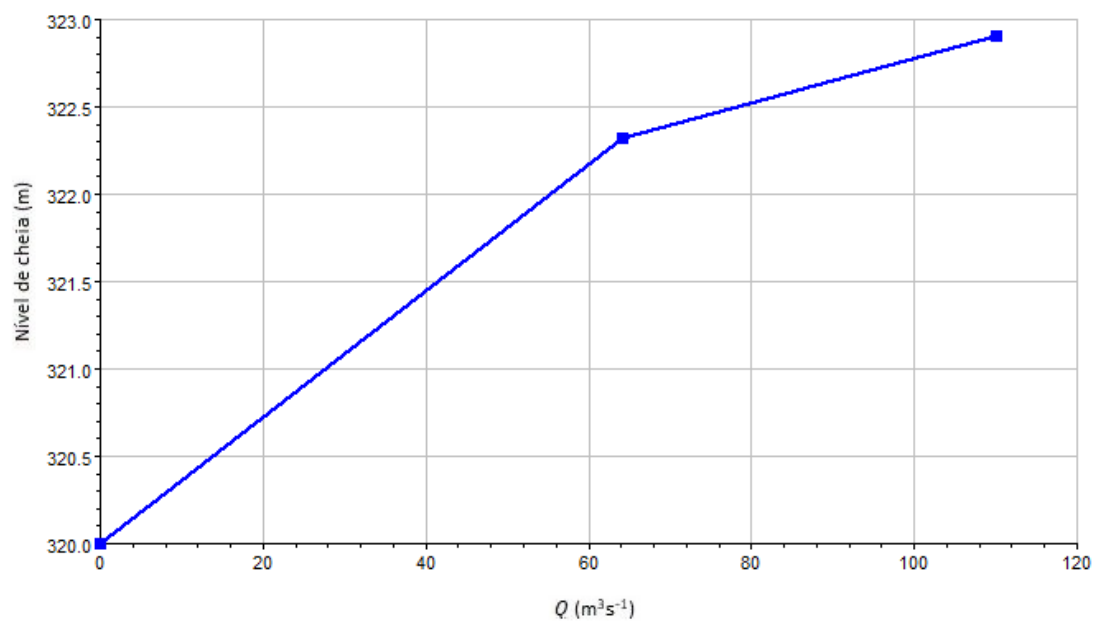


Figura 14: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 8, localizado no Afluente da Ribeira da Calva próximo do alto do Marreco

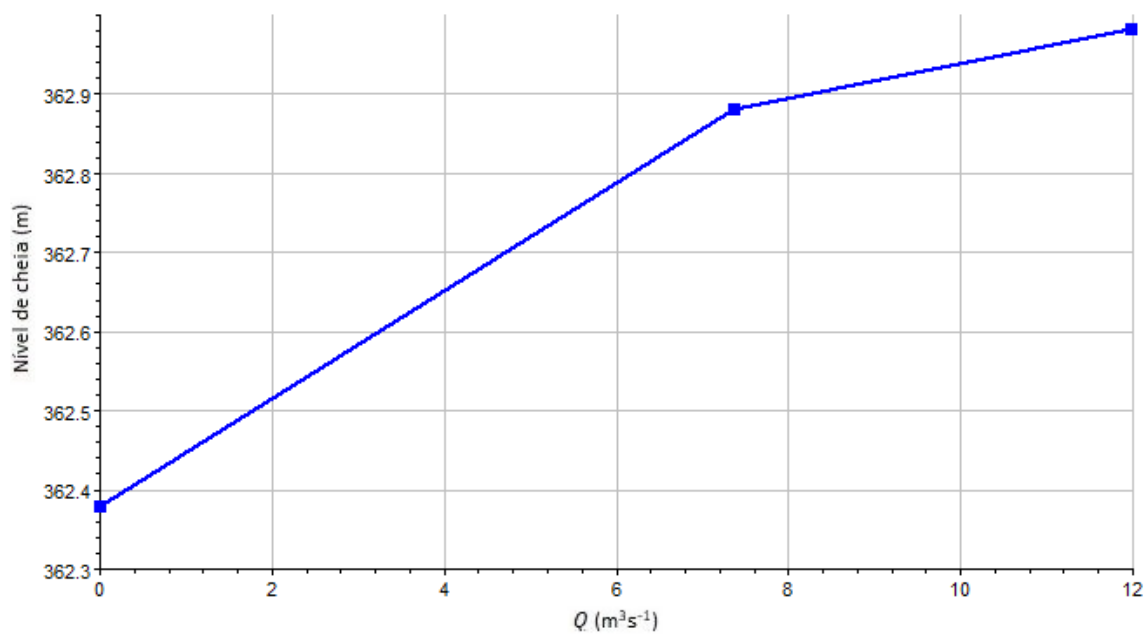


Figura 15: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 9, localizado Afluente da Ribeira da Calva no Vale do Cuco

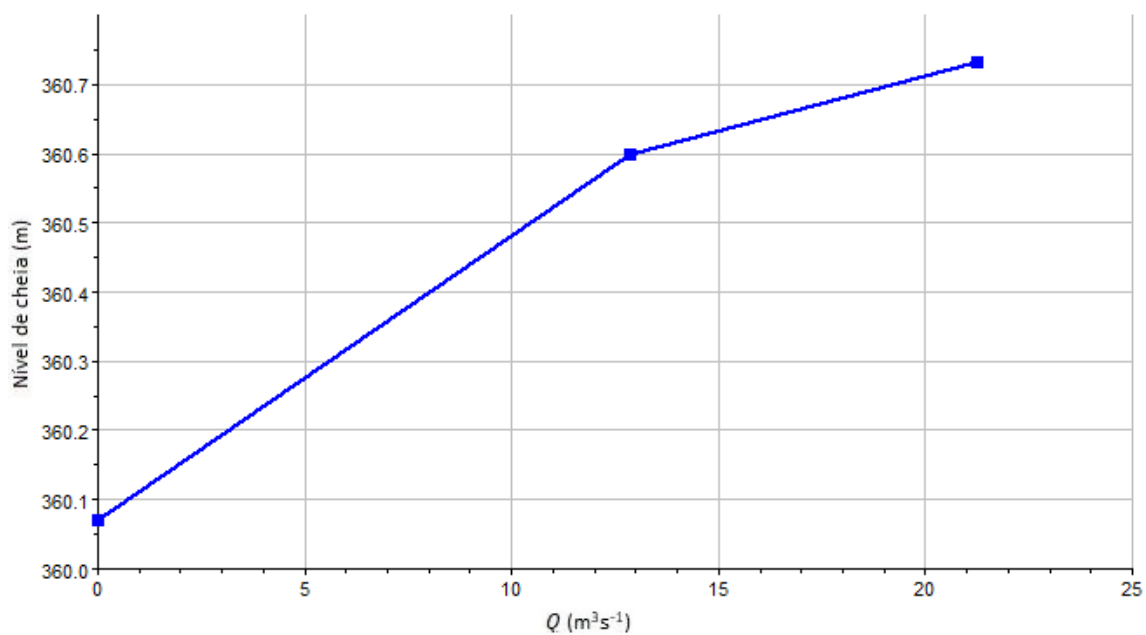


Figura 16: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 10, localizado no Ribeiro de Travassos próximo da Quinta dos Travassos

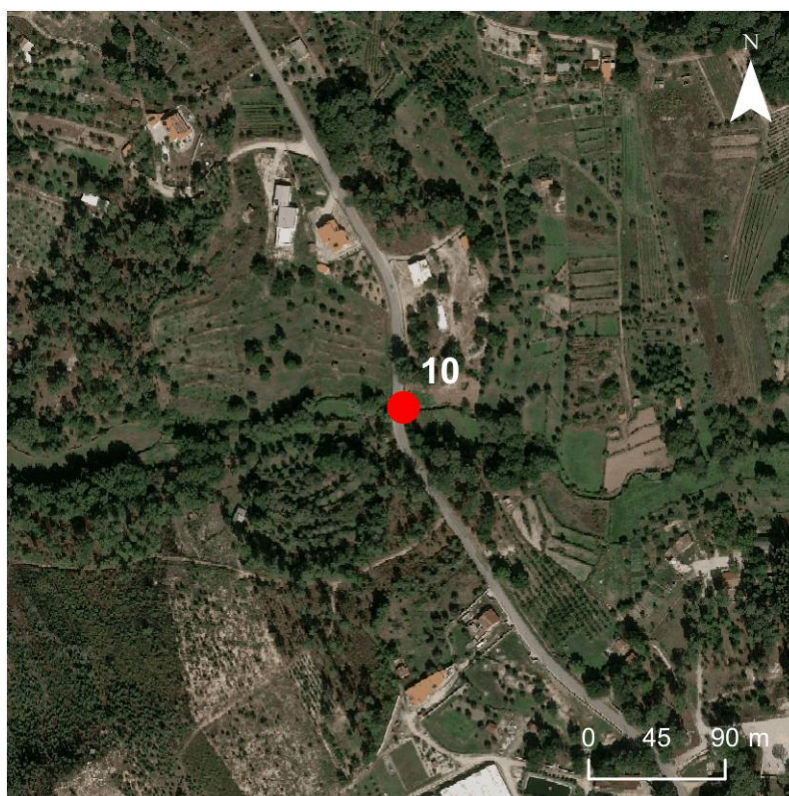
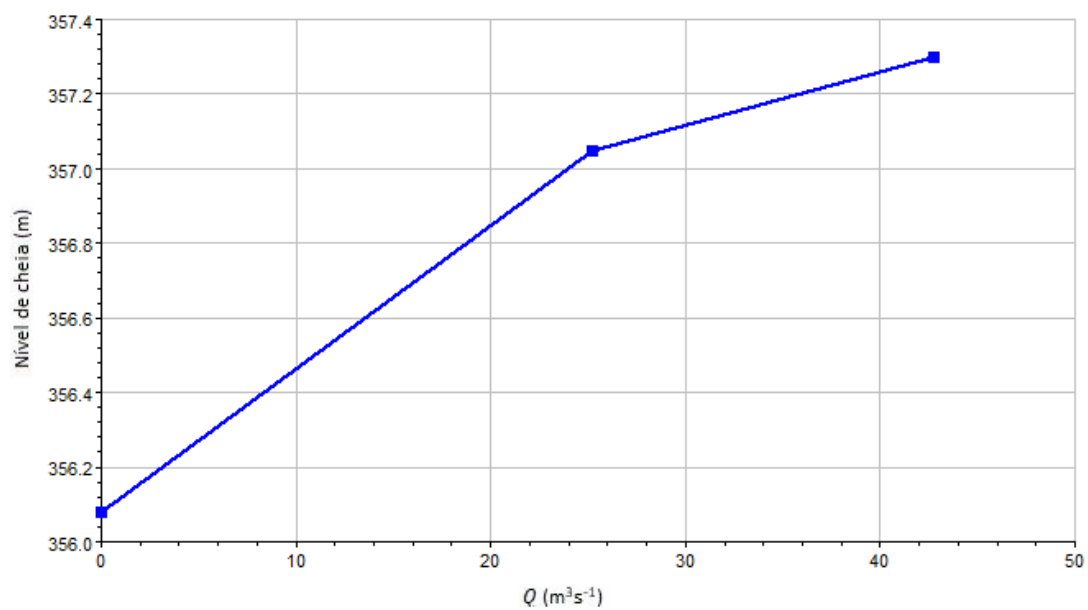


Figura 17: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 11, localizado no Afluente do Ribeiro de Travassos no Vale das Caldeas

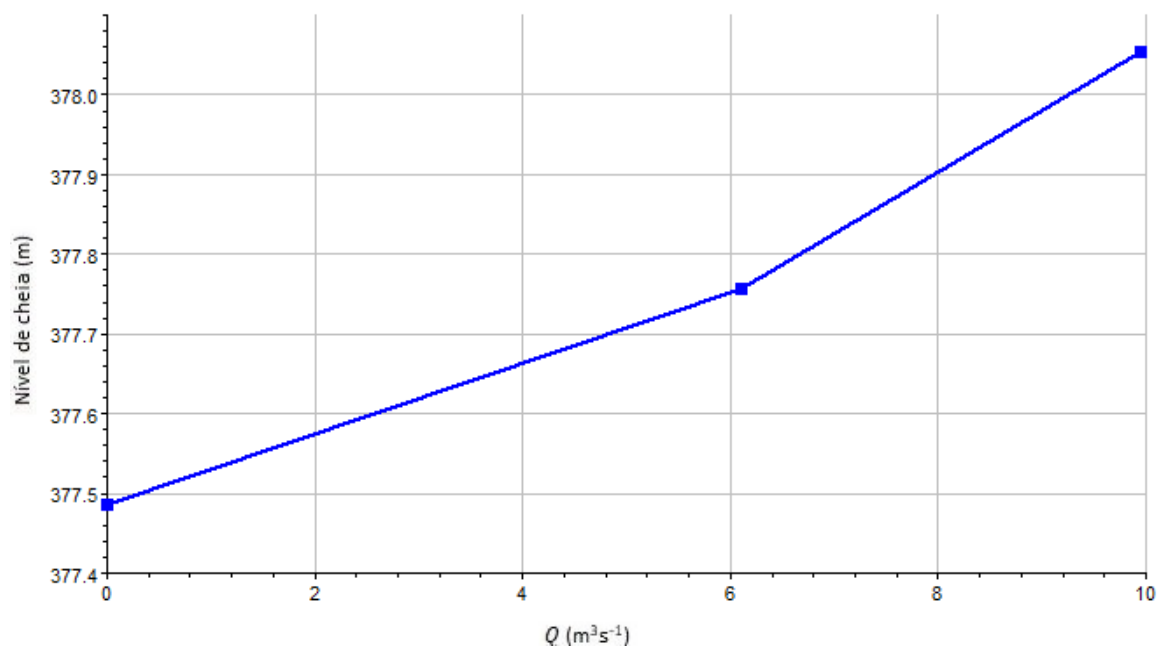


Figura 18: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 12, localizado no Ribeiro de Travassos próximo de Nelas

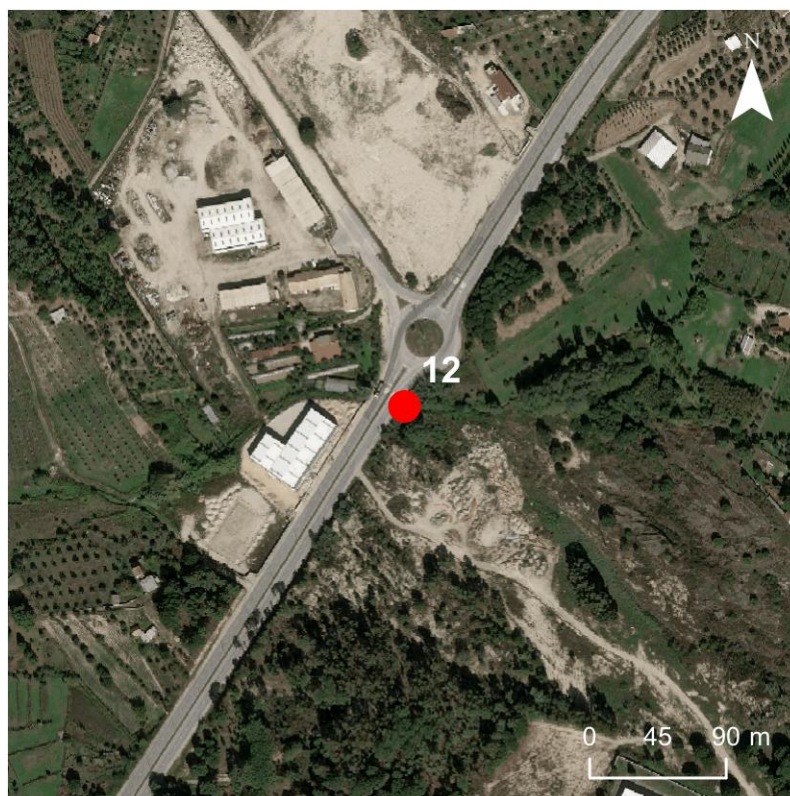
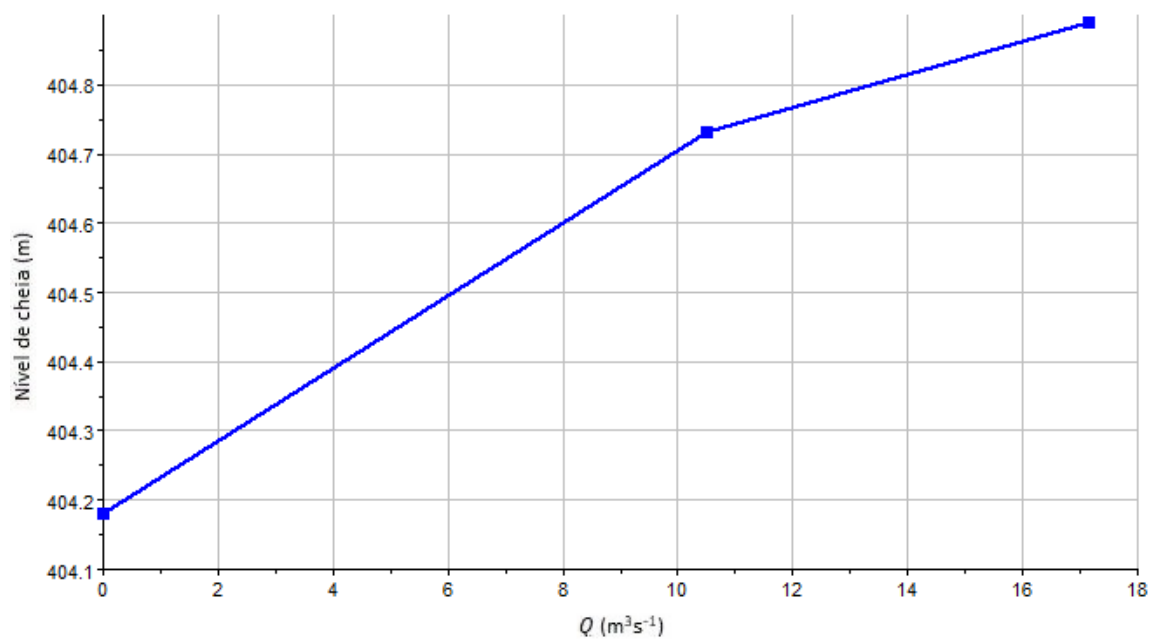


Figura 19: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 13, localizado no Ribeiro do Vale do Boi em Canas de Senhorim

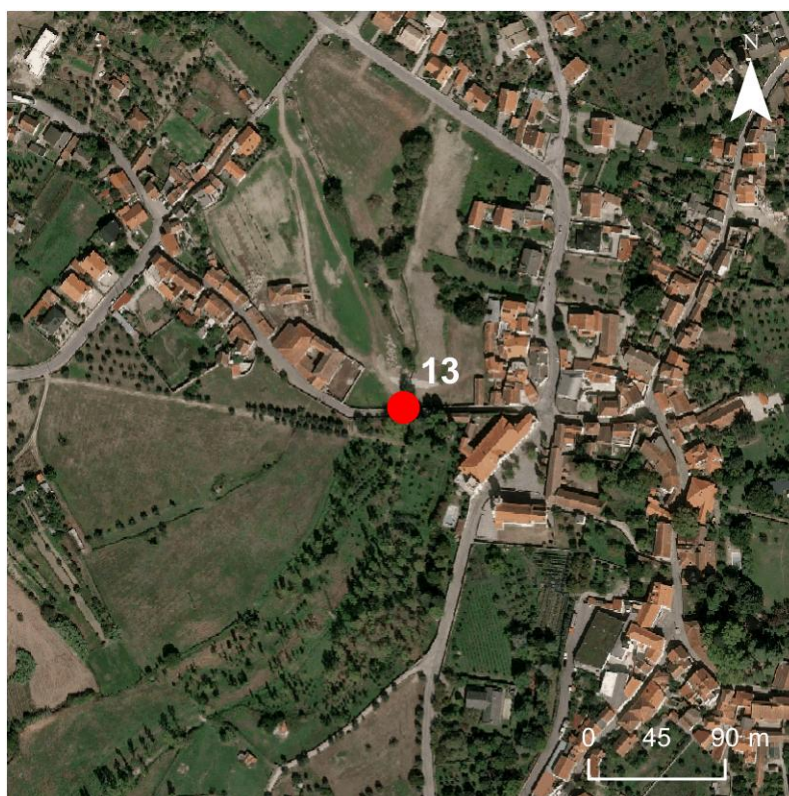
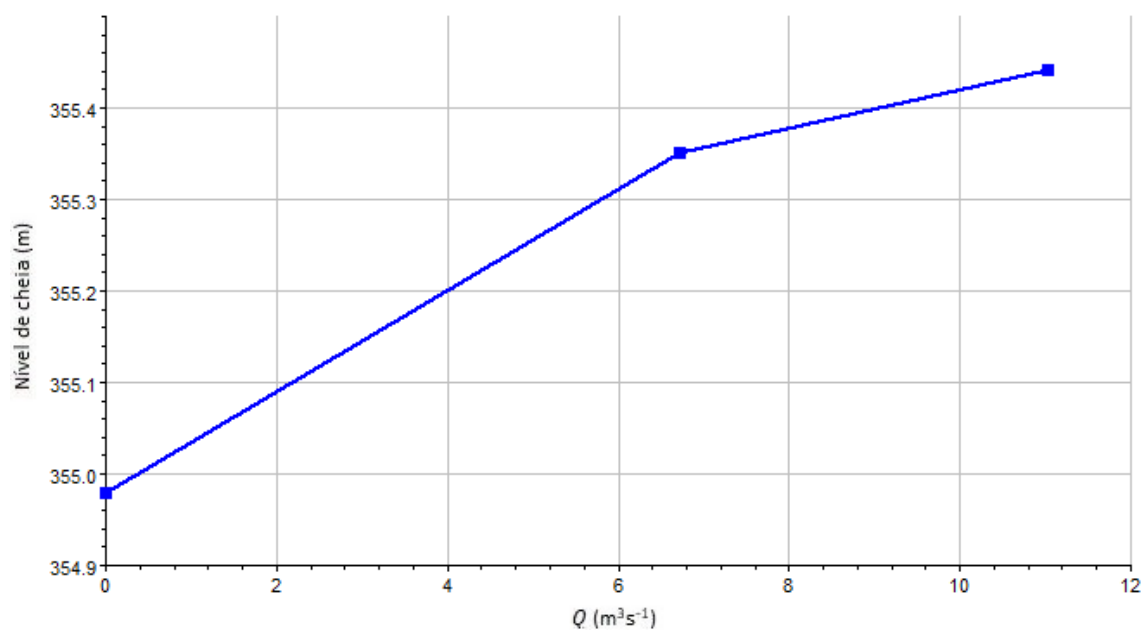


Figura 20: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 14, localizado no Afluente do Ribeiro do Vale do Boi em Canas - Felgueira

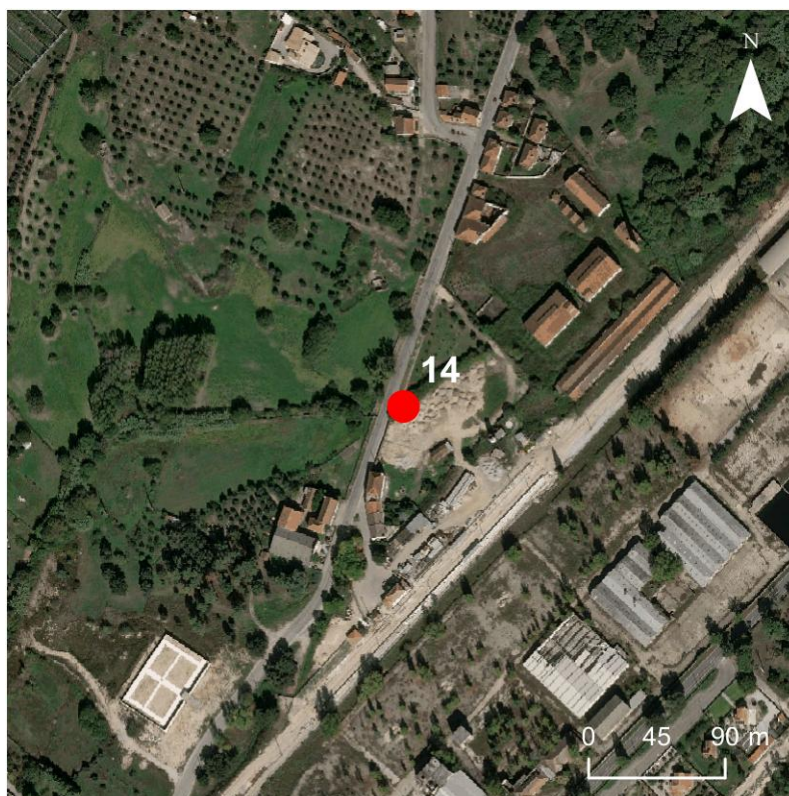
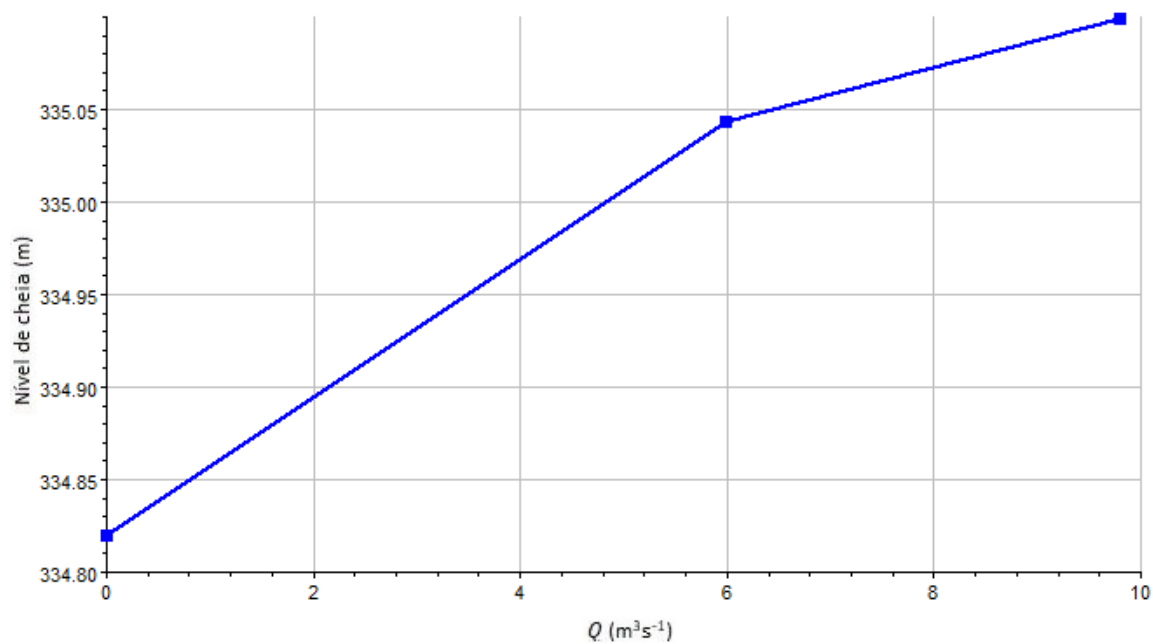


Figura 21: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 15, localizado no Ribeiro da Pantanha próximo da Urgeiriça

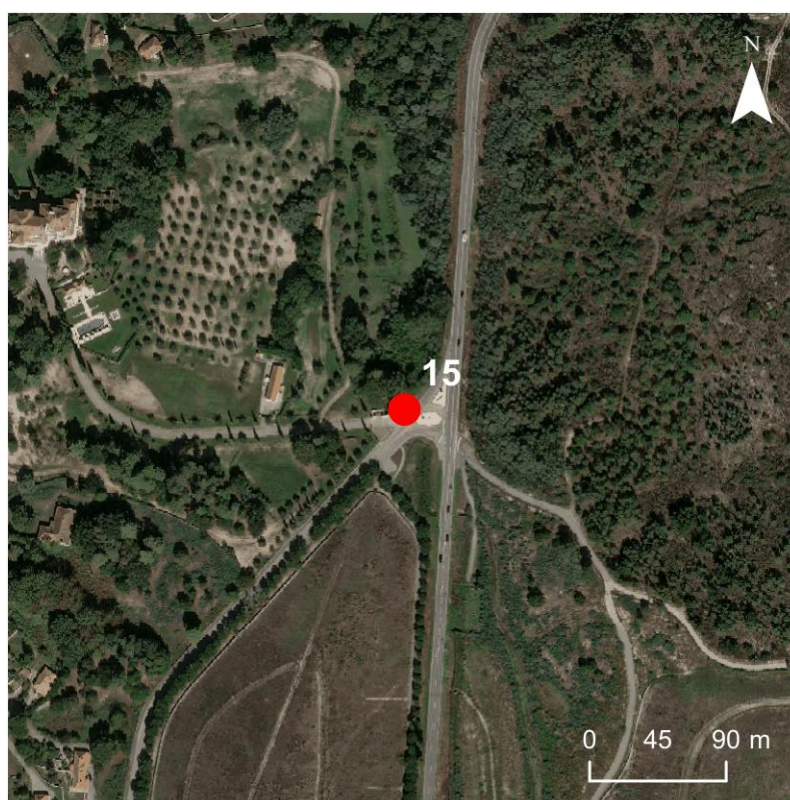
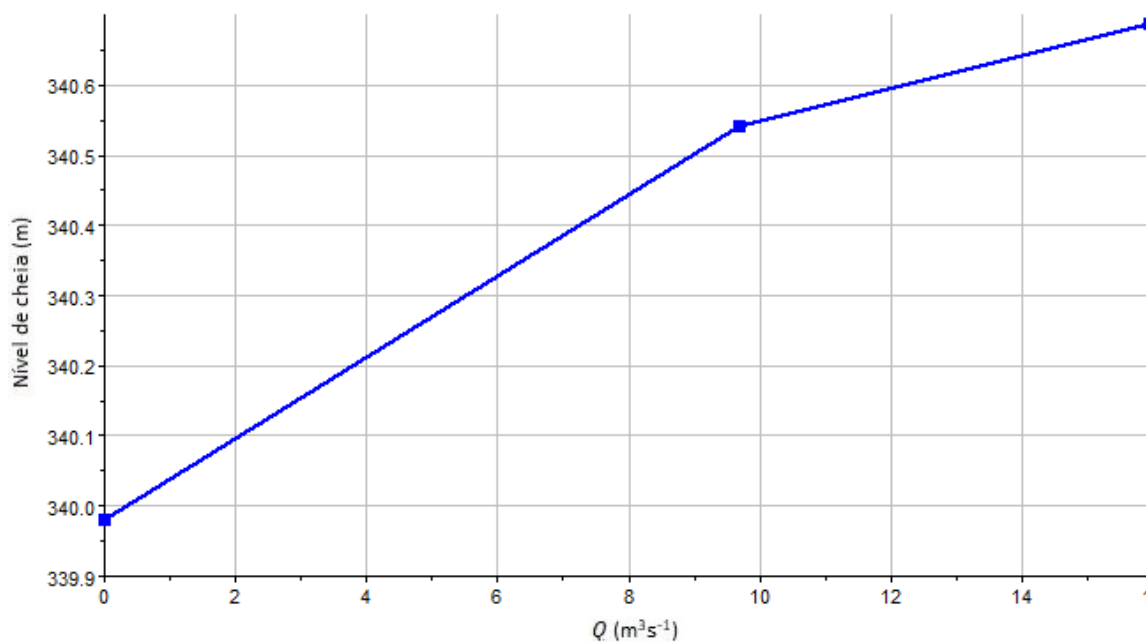


Figura 22: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 16, localizado no Afluente do Rio Mondego em Lapa do Lobo

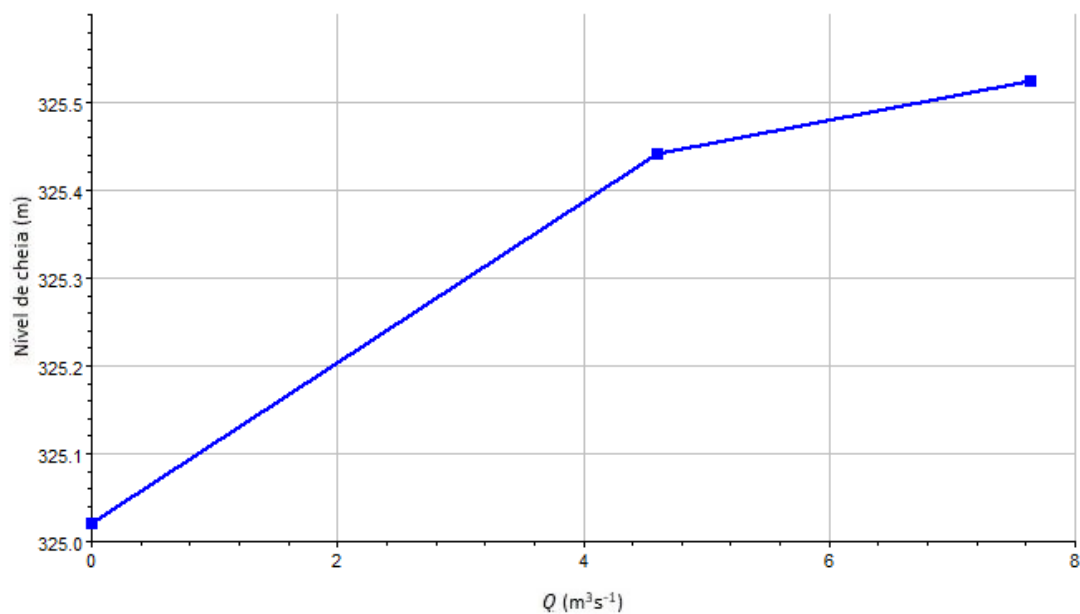


Figura 23: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 17, localizado no Afluente do Rio Mondego em Lapa do Lobo 2

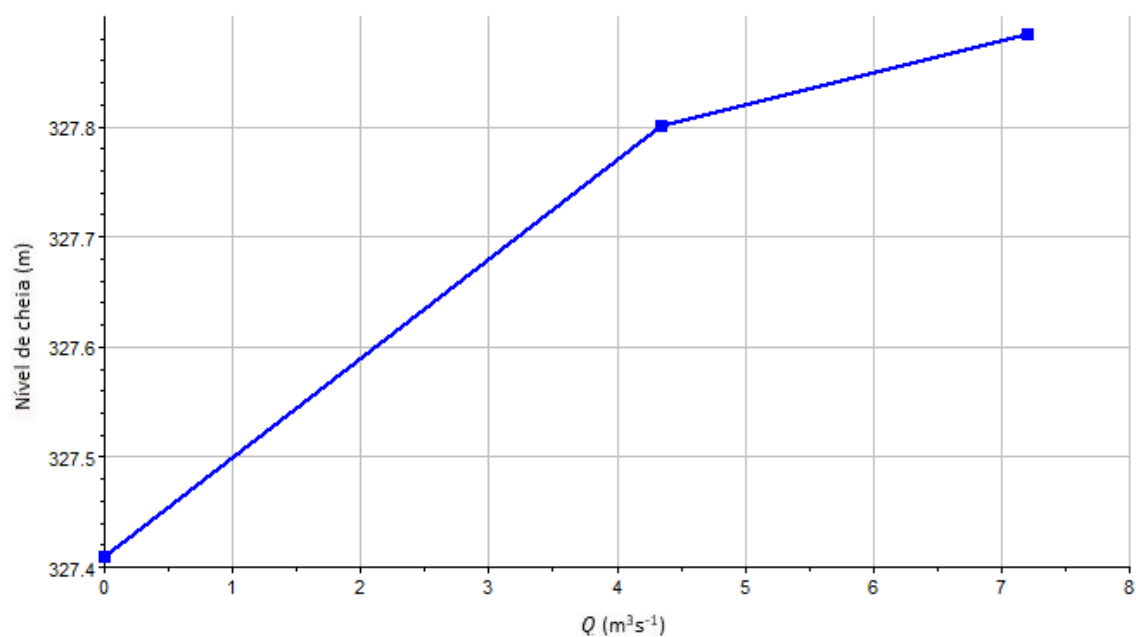


Figura 24: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 18, localizado no Ribeiro da Pantanha próximo de Caldas de Felgueira

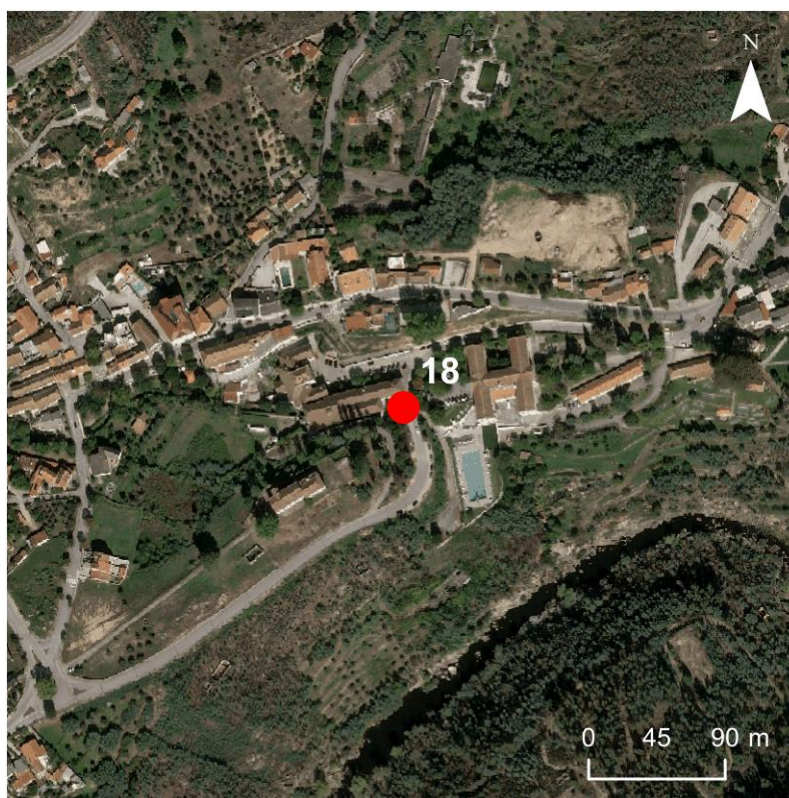
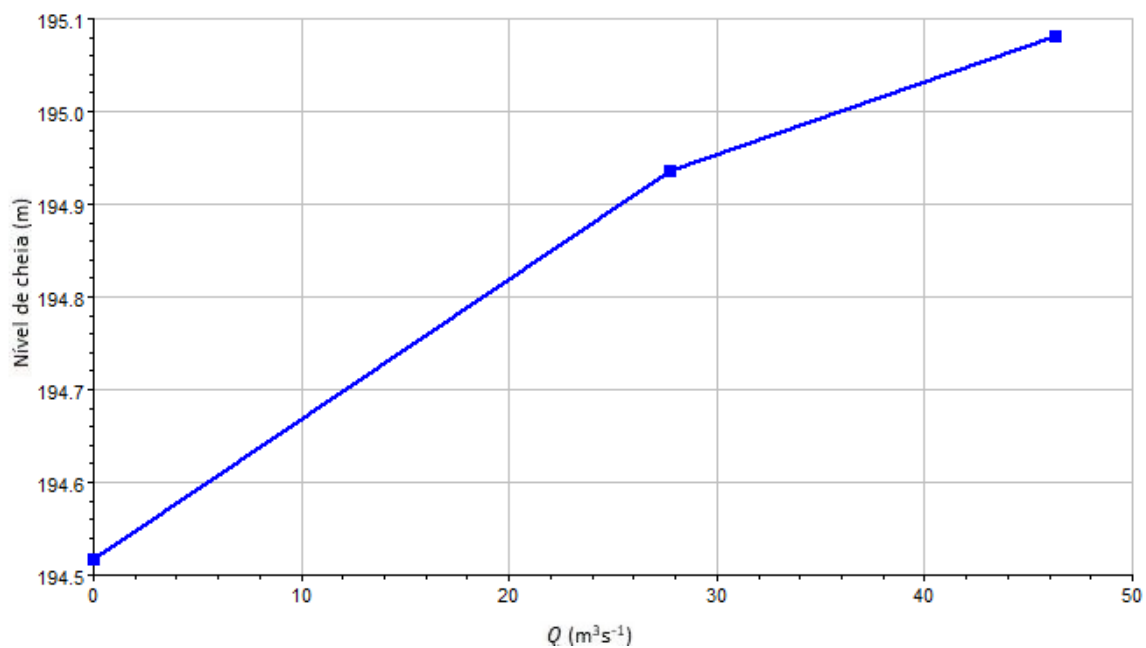


Figura 25: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 19, localizado Rio do Castelo em Póvoa de Luzianes

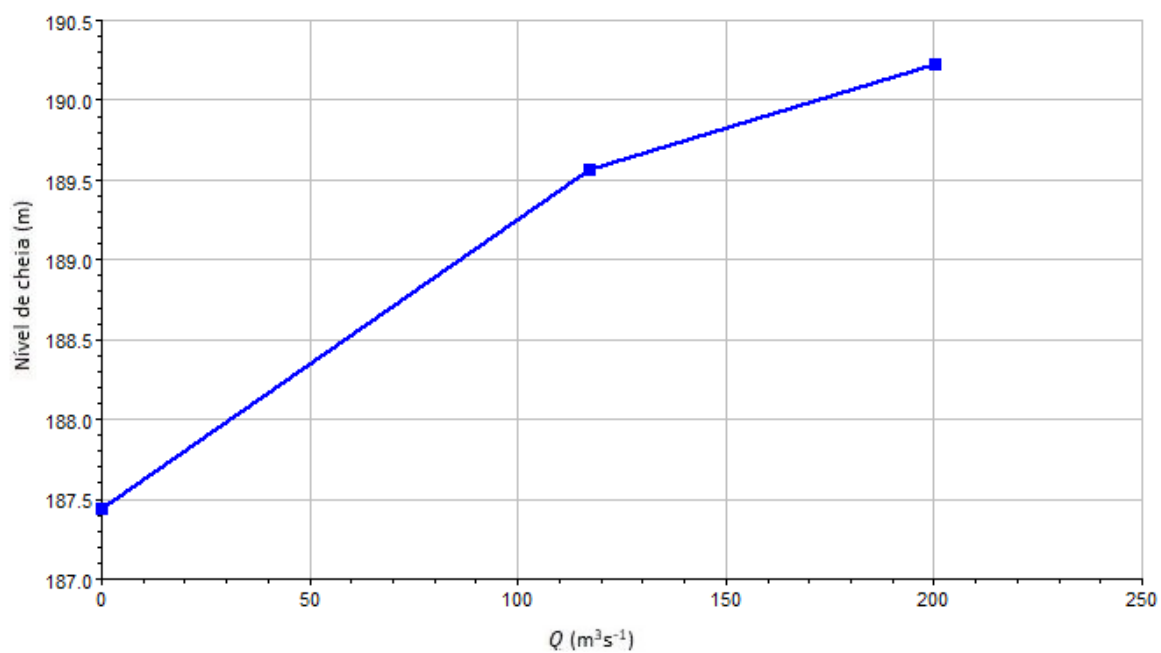


Figura 26: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 20, localizado no Rio Mondego próximo de Caldas de Felgueira

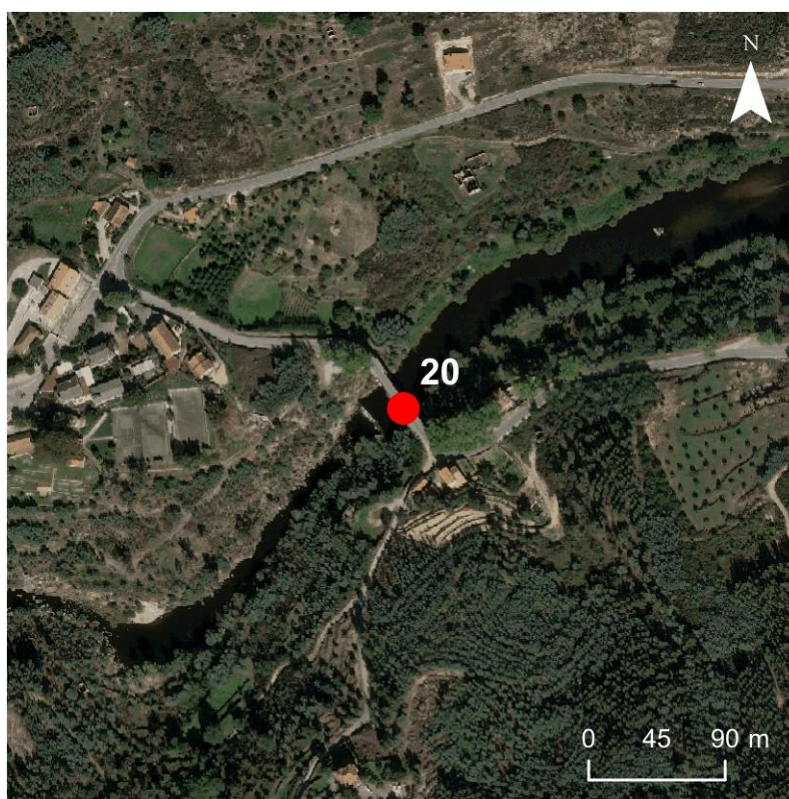
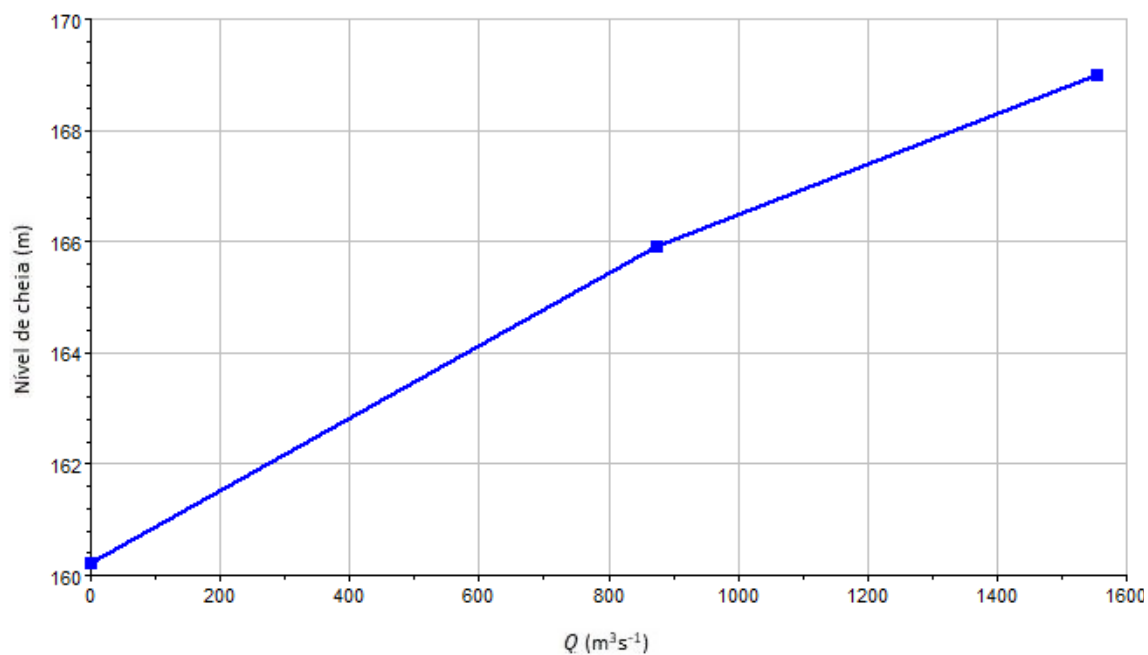


Figura 27: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 21, localizado no Rio Videira em Senhorim

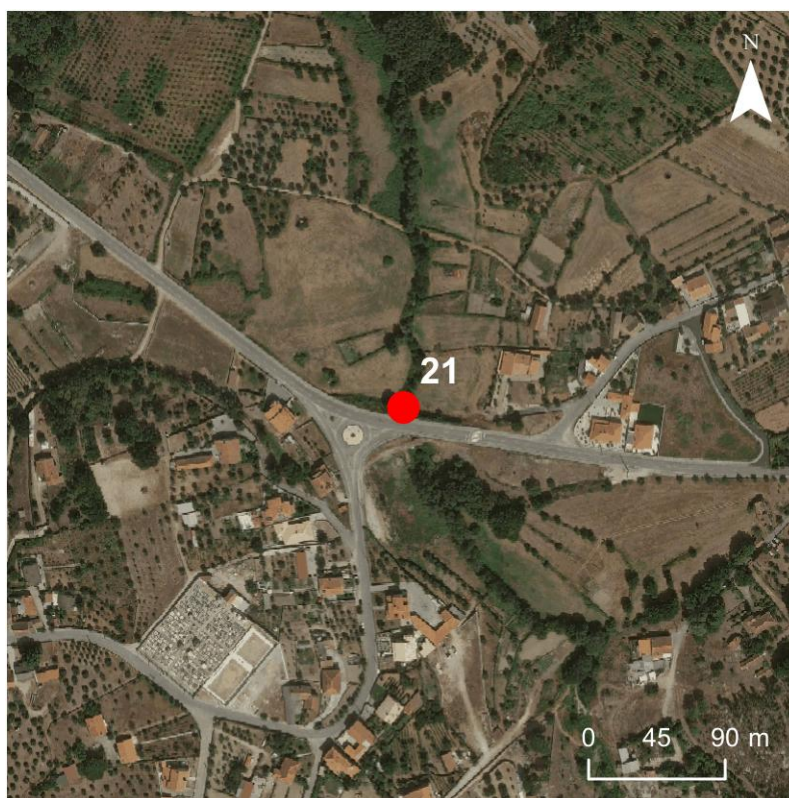
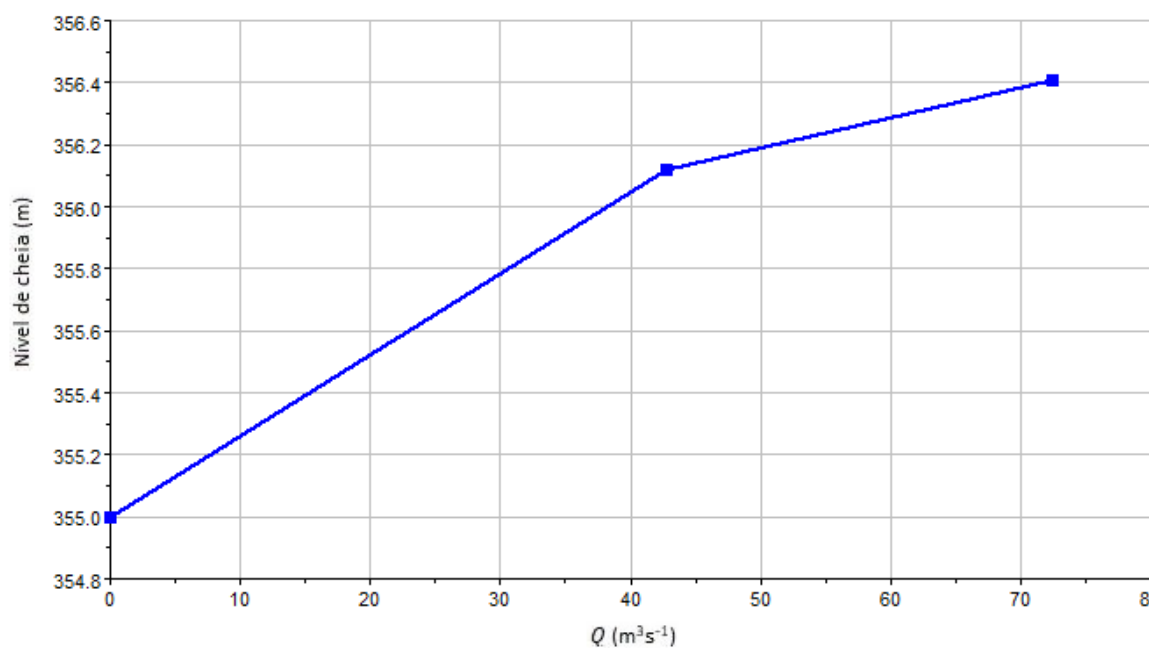


Figura 28: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofoto do Rio do Castelo em Moinhos otomapa do Ponto 22, localizado no Subafluente do Rio Ovil (Tapadas)

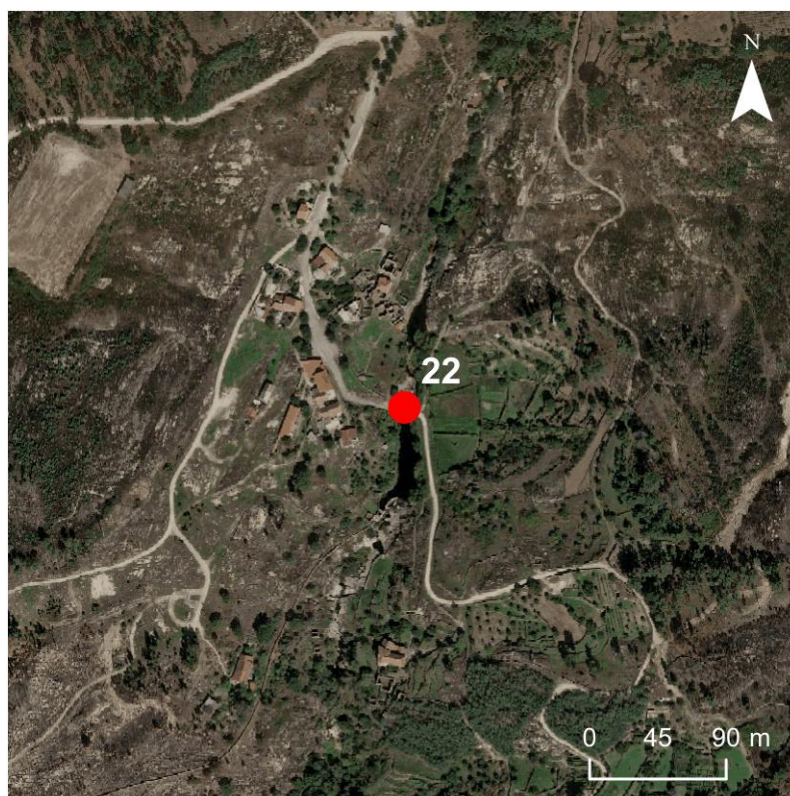
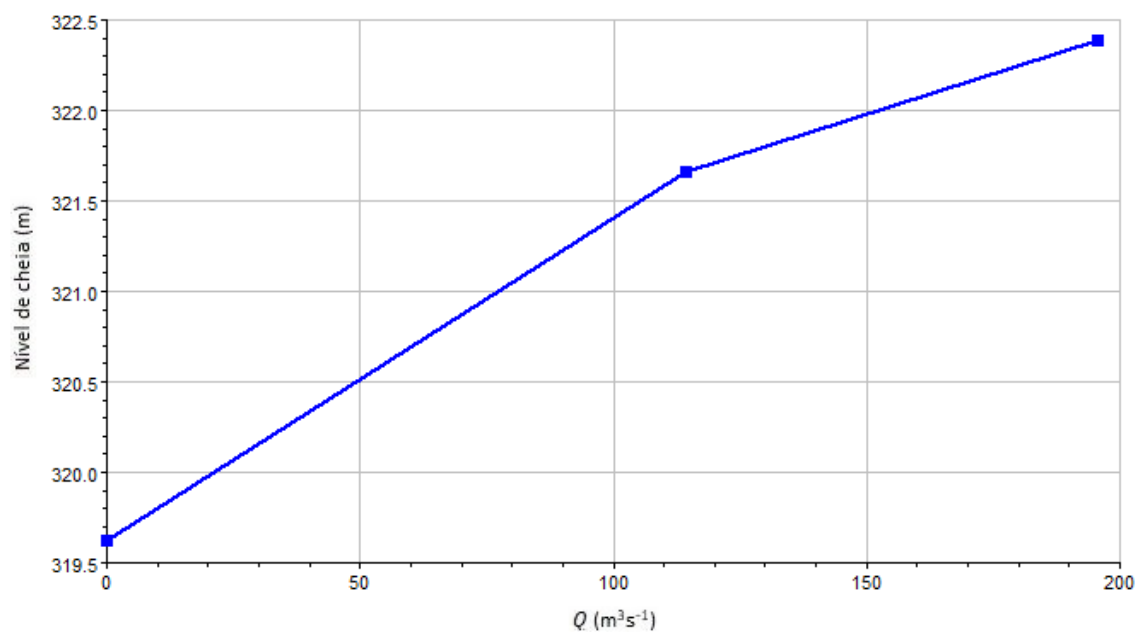


Figura 29: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 23, localizado no Ribeiro do Vale do Boi em Canas de Senhorim 2

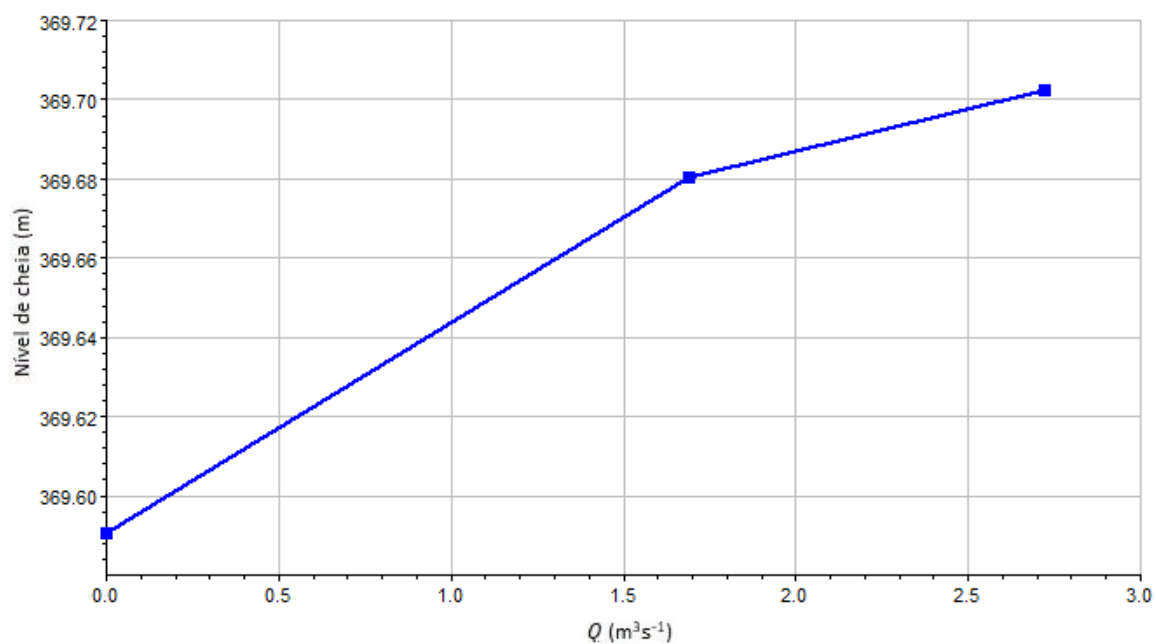
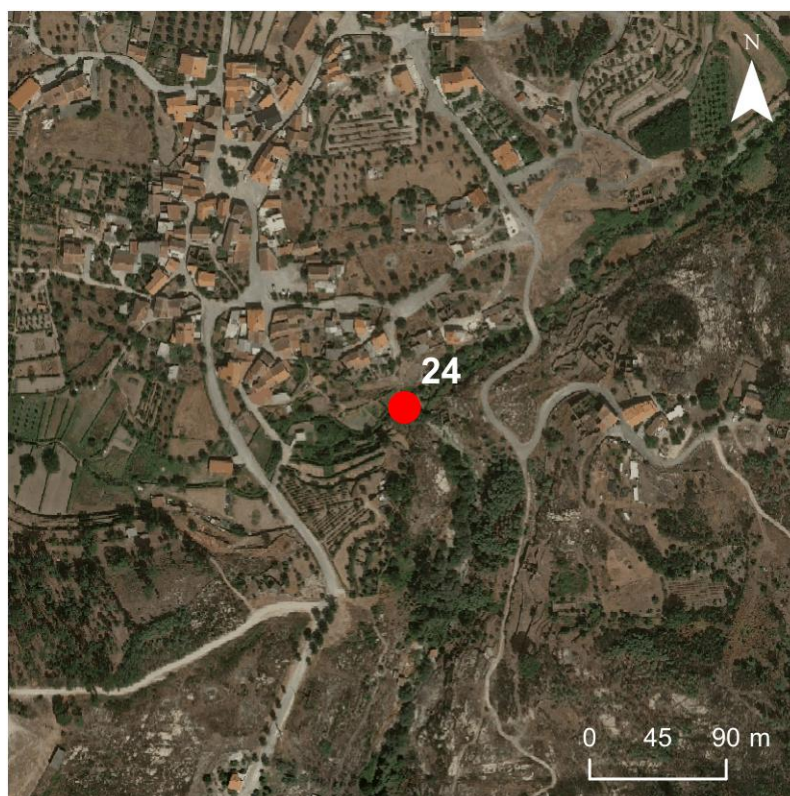
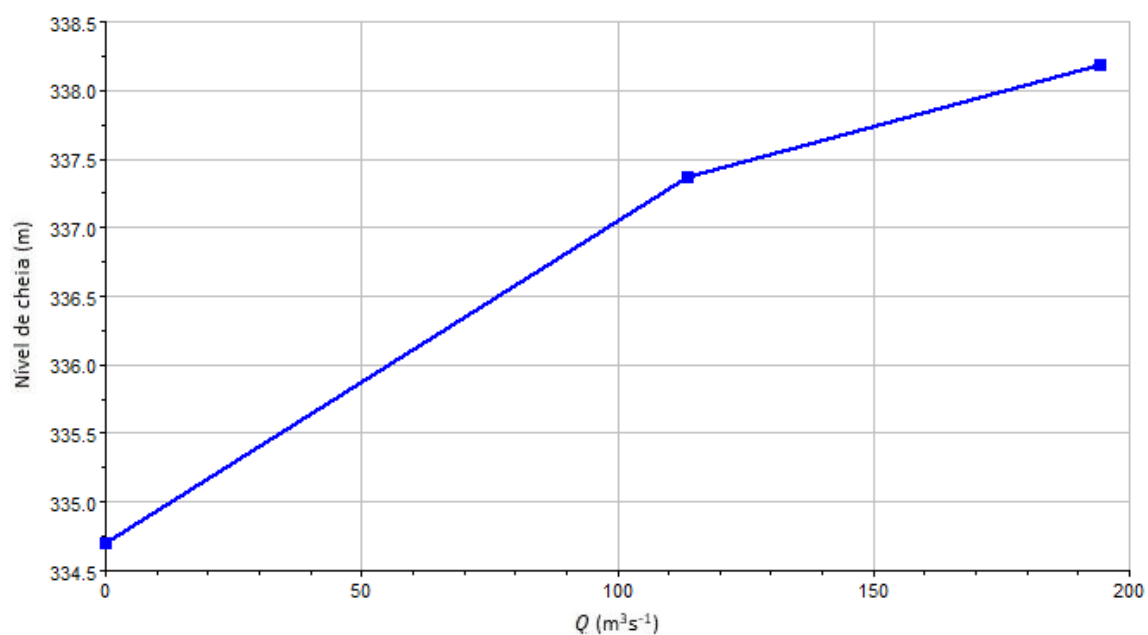


Figura 30: Curva de vazão, perfil transversal e extrato de ortofotomapa do Ponto 24, localizado no Rio do Castelo em C. de S. José



Alterações Climáticas

De acordo com os dados do Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas Viseu Dão Lafões (2017), o número de dias de chuva ($\geq 1\text{mm}$) poderá diminuir entre 10 a 23,8 dias no final do século. Em termos de variação sazonal, projetam-se diminuições mais significativas na primavera, verão e outono.

Segundo uma análise aos dados do Portal do Clima, nos meses de inverno a tendência é de ligeiro aumento da precipitação, que poderá ser até 22%. No resto do ano, projeta-se uma tendência de diminuição, que pode variar entre 8% e 27% na primavera, entre 6% e 53% no verão e entre 14% e 24% no outono.

Segundo dados do PGRI da RH4, que avaliou os impactos das alterações climáticas nos caudais de ponta de cheia para o período de retorno de 100 anos, nas ARPSI aí identificadas, prevê-se um incremento de 6% no caudal de ponta de cheia.

Deste modo, considera-se que as alterações futuras no padrão de precipitação não deverão exceder significativamente os valores atualmente determinados para a capacidade de vazão dos locais, mesmo perante fenómenos de precipitação extrema, como a cheia centenária.

Conclusão

A determinação dos caudais de ponta de cheia, no ponto em apreço, teve em consideração dois métodos amplamente utilizados, nomeadamente o método da fórmula racional e o método do *Soil Conservation Service*. Os valores mais conservativos verificaram-se para a fórmula racional e, desse modo, foram os adotados no respetivo estudo hidráulico. A modelação hidrológica e hidráulica foi efetuada por recurso ao software QGIS e HEC-RAS, respetivamente.

Para o estudo hidráulico determinaram-se as alturas e velocidades de escoamento, com base na informação do Modelo Digital do Terreno (MDT). Para os períodos de retorno estudados, verifica-se que o essencial do escoamento se processa na zona central do vale, correspondente ao leito principal dos cursos de água em análise. A obtenção da curva de vazão resultante foi também considerada, o que permite o estabelecimento de uma relação biunívoca entre o caudal escoado na secção do ponto de estudo e a correspondente altura de água, e, g , nível de cheia.

As análises das implicações das alterações climáticas revelaram que poderá ocorrer um incremento de 6% ao caudal de cheia. Neste contexto considera-se que as alterações no padrão de precipitação expectáveis para o futuro (fenómenos de precipitação extremos) não excederão significativamente os valores agora determinados para a cota de cheia centenária.

Aferição dos Resultados

A identificação das zonas ameaçadas pelas cheias foi realizada tendo em consideração critérios geomorfológicos e geológicos, considerando variáveis como a declividade, a geomorfologia dos cursos de água e a carta geológica.

No que concerne à declividade foram escrutinadas áreas localizadas entre os zero e os seis graus e dentro destes valores foram distinguidas duas classes: zero a três graus e três a seis graus, tendo sido atribuída uma maior pontuação às áreas inseridas entre os zero e os três graus.

Para além da declividade foram consideradas as áreas adjacentes às linhas de água, mediante a presença de depósitos aluvionares (Aluviões) ou fluvissois. Após o cruzamento de todas estas variáveis, estas áreas foram perscrutadas com base nos ortofotomapas mais recentes que o Município dispõe e na altimetria, o que permitiu analisar a geomorfologia da área em análise.

Findo a identificação das áreas suscetíveis à ocorrência de cheias, obtidas, por sua vez, mediante a aplicação de processos automáticos de interpolação das variáveis acima referidas, foi efetuada uma aferição através do uso de ortofotomapas e da topografia, tendo sido analisadas para integração em REN as áreas as classes de suscetibilidade muito provável, provável e pouco provável (Mapa 51).

Consultada a Cartografia de Risco e Inundação (Diretiva 2007/30/CE) do 2.º ciclo de planeamento, estabelecida no âmbito dos Planos de gestão de Risco de Inundação da Agência Portuguesa do Ambiente, no território deste município não se encontra delimitada nenhuma ARPSI a integrar na delimitação desta tipologia.

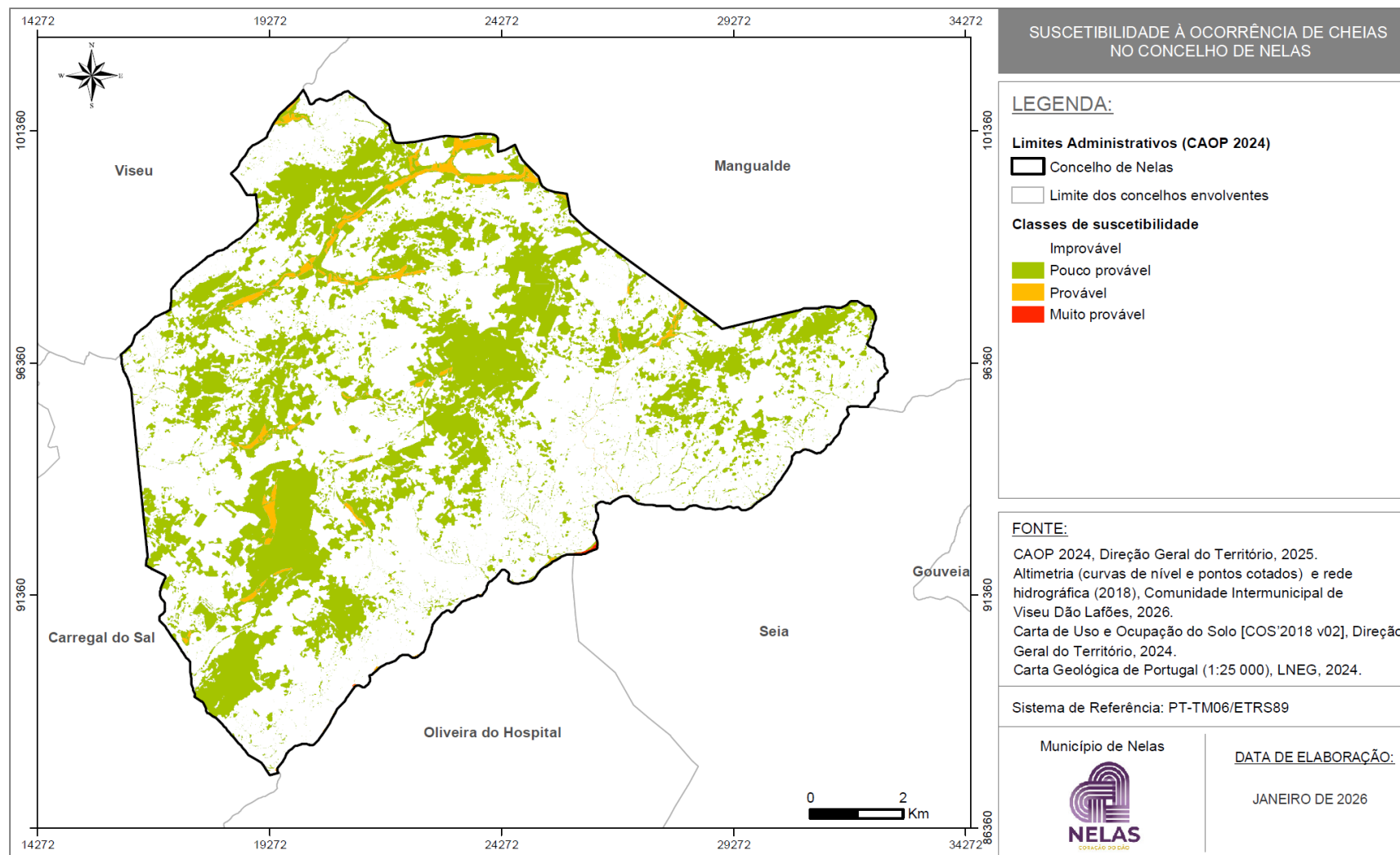
Por último, destaca-se também que foram tidas em conta as cotas de cheia, escrutinadas, por sua vez, na REN vigente do/a:

- rio Dão, no lugar das Fontanheiras, freguesia de Santar (215 metros);
- ribeira do Cagavaio, freguesia de Santar (340 metros);
- rio Castelo e afluente, lugar de Senhorim (360 metros);
- rio Mondego, no lugar das Caldas da Felgueira, freguesia de Nelas (165 metros).

Bem como o registo de cotas de cheias, resultantes do levantamento do Município referente aos episódios de cheias e inundações que ocorreram em janeiro/fevereiro de 2026.

Desta forma, para além da demarcação desta tipologia integrar as áreas correspondentes ao histórico de cheias verificado no território concelhio, esta encontra-se em cumprimento com as funções estabelecidas no Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto, nomeadamente, a *“preservação e redução do risco, garantindo a segurança de pessoas e bens; garantia das condições naturais de infiltração e retenção hídricas; regulação do ciclo hidrológico pela ocorrência dos movimentos de transbordo e de retorno das águas; estabilidade topográfica e geomorfológica dos terrenos em causa; manutenção da fertilidade e capacidade produtiva dos solos inundáveis.”*

Mapa 51: Suscetibilidade à ocorrência de cheias no concelho de Nelas



f) Apresentação de Resultados

No que respeita às características morfológicas do concelho de Nelas, tendo por base por base os declives existentes na superfície concelhia, constata-se a existência de locais onde predominam leitos encaixados e margens íngremes, em que as cheias aí verificadas são muito circunscritas, devido à presença de declives acentuados, e locais onde existem vales aluvionares, que se tratam, por sua vez, de áreas planas onde o espraio das cheias é mais significativo.

Desta forma se justifica o resultado obtido na análise da suscetibilidade à ocorrência de cheias, na medida em que, devido à morfologia do concelho em análise, as áreas por onde as cheias se espraio, se localizam, essencialmente, em vales aluvionares.

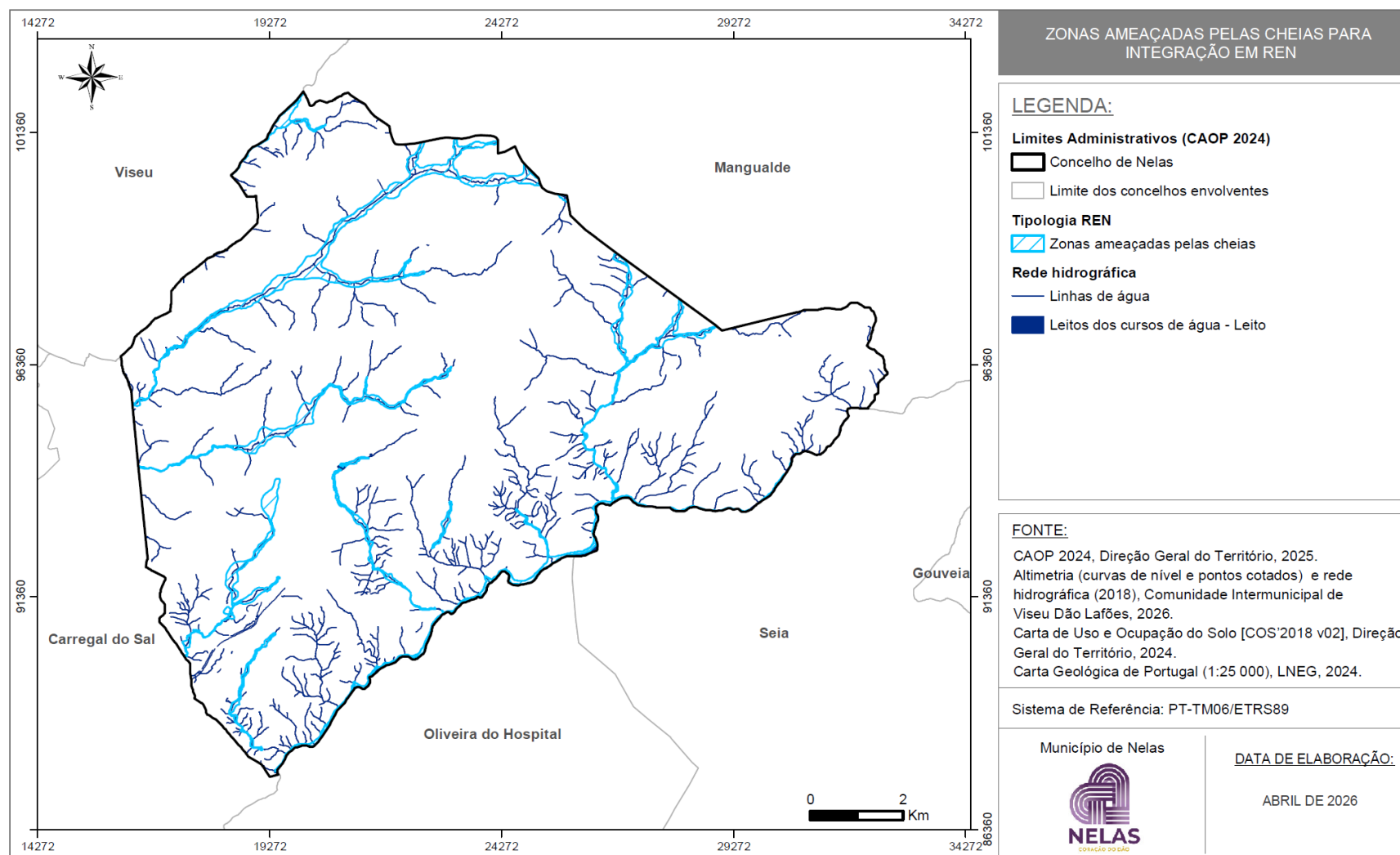
De referir que, para o concelho em análise foi tido em consideração o histórico das cotas da maior cheia.

A delimitação da ZAC associada ao ribeiro da Pantanha apresenta uma descontinuidade que se deve ao facto de o troço em questão se encontrar entubado.

De salientar, ainda, que foi assegurado o cumprimento da matriz de sobreposição de tipologias REN (Anexo I) disponibilizada pela CCDR-C.

Assim, do trabalho realizado são propostos para integração nesta tipologia de REN 495,7 hectares (Mapa 52).

Mapa 52: Zonas ameaçadas pelas cheias propostas para integração em REN



g) Comparação com a REN em vigor

Uma análise comparativa entre as áreas associadas a esta tipologia da REN em vigor e da proposta de delimitação agora apresentada no Quadro 34 evidencia um aumento de 370,7 hectares (cerca de 296,6%) correspondente à tipologia REN referente às “Zonas ameaçadas pelas cheias”. Verifica-se ainda que, a área ocupada por esta Tipologia REN perfaz um total 495,7 hectares, cerca de 3,9% face à superfície concelhia.

Quadro 34: Variação de delimitação das zonas ameaçadas pelas cheias da REN em vigor comparativamente à proposta de delimitação

TIPOLOGIA REN	DIMENSÃO DA TIPOLOGIA REN	% DA SUPERFÍCIE DO CONCELHO
REN proposta – Zonas ameaçadas pelas cheias (ha)	495,67	3,94
REN em vigor – Zonas ameaçadas pelas cheias (ha)	124,97	0,99
Variação (ha)	370,69	-
Variação (%)	296,62	-

Constata-se que as zonas ameaçadas pelas cheias da REN em vigor do concelho em análise foram delimitadas ao abrigo do Decreto-Lei n.º 93/90 de 19 de março.

De acordo com CM Nelas (2014) a delimitação das zonas ameaçadas pelas cheias da REN em vigor *“resultou da auscultação aos presidentes das Juntas de Freguesia e populares, face à indisponibilidade de estudos que delimitem a “cheia centenária” e na ausência de levantamentos disponíveis sobre a última cheia, foram localizadas as áreas onde existe conhecimento da ocorrência de cheia com alguma frequência. Para a delimitação ser o mais perto da realidade retratada, utilizou-se como base de apoio os pontos cotados, as curvas de nível e os ortofotomapas (registo n.º320/09 de 2009/08/05, com voo de 2007).*

Também houve o cuidado de analisar as Zonas Ameaçadas de Cheias dos concelhos limítrofes, nomeadamente as do concelho de Mangualde por se encontrar a montante, e apresentar registo de ZAC no Rio Dão e Rio Castelo, o que resultou numa nova apreciação das ZAC anteriormente apresentadas por este concelho.

A delimitação das zonas ameaçadas de cheias teve como base a altimetria, os ortofotomapas e deslocações ao terreno.”

Para a nova proposta de delimitação das zonas ameaçadas pelas cheias, a metodologia considerada foi a apresentada já anteriormente.

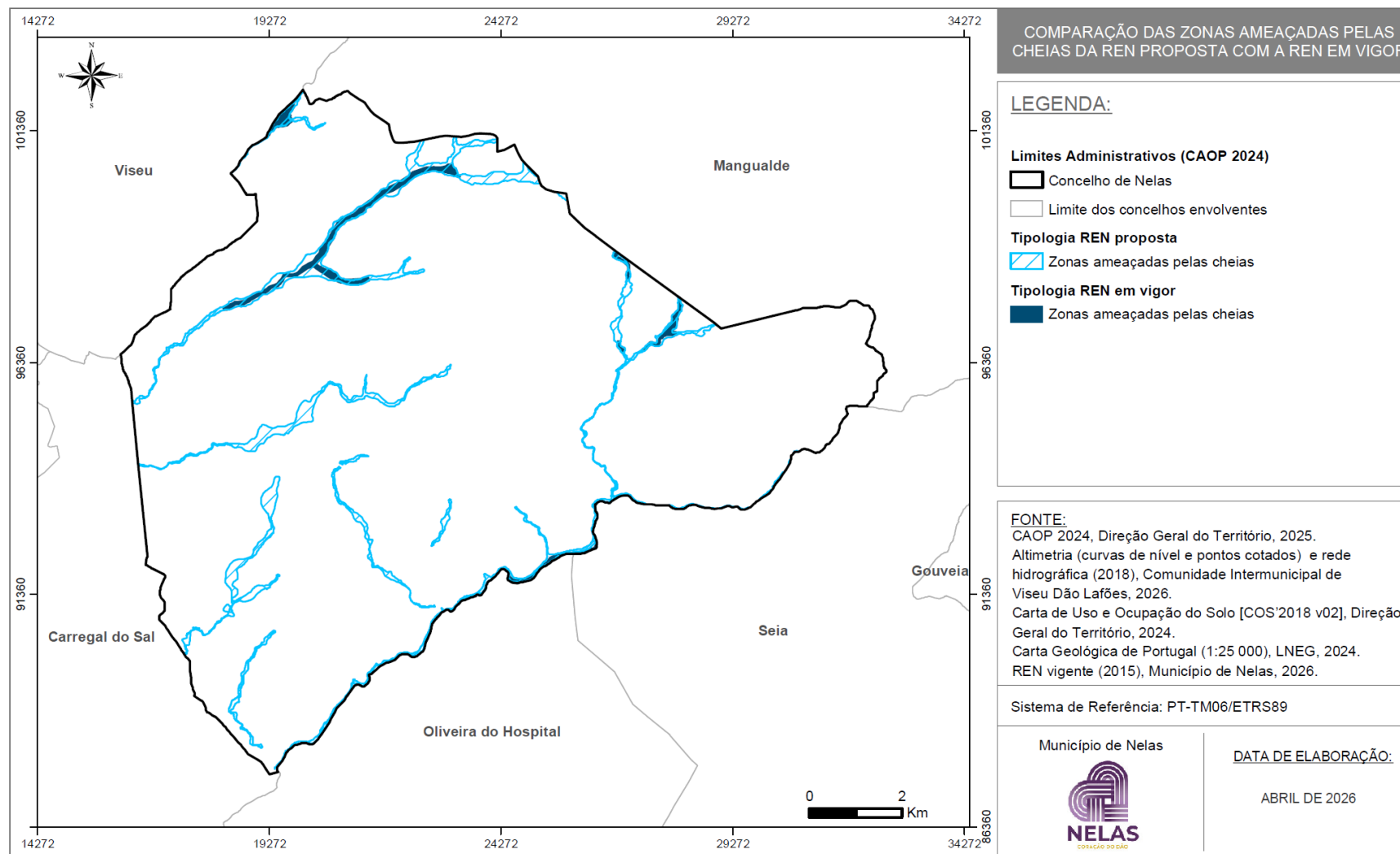
Analisado as ZAC proposta face às ZAC da REN em vigor, verifica-se que as ZAC integradas na proposta de delimitação da REN englobam integralmente as áreas correspondentes à REN atualmente em vigor, garantindo a continuidade dos níveis de salvaguarda previamente estabelecidos. Adicionalmente, a proposta apresentada evidencia um reforço do rigor técnico na identificação das áreas suscetíveis a inundação, traduzido na incorporação de um maior número de linhas de água associadas a zonas de cheia. Esta reformulação decorre da aplicação de critérios mais atualizados e de uma análise hidrológica

mais detalhada, permitindo uma delimitação mais precisa e abrangente das áreas de risco, e contribuindo, assim, para uma gestão territorial mais eficaz e para o reforço da proteção dos sistemas naturais.

Importa também referir que, a cartografia de base considerada em ambas as delimitações, é dissemelhante. Este facto e a metodologia aplicada são as principais razões pelo qual se verificam as diferenças entre a REN em vigor e a REN proposta.

No Mapa 53 observa-se a tipologia REN proposta – “*Zonas ameaçadas pelas cheias*” em comparação com a tipologia correspondente da REN em vigor.

Mapa 53: Comparação das zonas ameaçadas pelas cheias da REN proposta com a tipologia correspondente da REN em vigor



3.2.2 ÁREAS DE ELEVADO RISCO DE EROÇÃO HÍDRICA DO SOLO

a) Conceito

“As áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo são as áreas que, devido às suas características de solo e de declive, estão sujeitas à perda excessiva de solo por ação do escoamento superficial.” (Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto)

b) Principais Funções

As seguintes funções são executadas pelas áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo (Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto):

- *“Conservação do recurso solo;*
- *Manutenção do equilíbrio dos processos morfogenéticos e pedogenéticos;*
- *Regulação do ciclo hidrológico através da promoção da infiltração em detrimento do escoamento superficial;*
- *Redução da perda de solo, diminuindo a colmatção dos solos a jusante e o assoreamento das massas de água.”*

c) Fontes de Informação

- Erosividade da Precipitação, Selma Pena, 2016.
- Erodibilidade do solo, Selma Pena, 2016.
- Carta de Solos e de Aptidão da Terra da Zona Interior Centro, escala 1:100 000, Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (ex-IDRHa), 2004;
- Altimetria (curvas de nível e pontos cotados) homologada à escala 1:10 000, Comunidade Intermunicipal de Viseu Dão Lafões, 2018.
- Rede hidrográfica homologada à escala 1:10 000, Comunidade Intermunicipal de Viseu Dão Lafões, 2018.
- Ortofotomapas do Município de Nelas, cartografia oficial com resolução espacial de 0,25m, Direção-Geral do Território, 2018;

- OrtoSat2023 Portugal Continental, cartografia oficial com resolução espacial de 0,30m, Direção Geral do Território, 2023.
-

d) Dados Históricos

Não aplicável.

e) Variáveis, critérios e aspetos metodológicos da delimitação da tipologia

De referir que na delimitação da tipologia da REN em questão, para além de ter sido considerado o disposto na Portaria n.º 336/2019 de 26 de setembro de 2019, alterada pela Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro, que aprova a revisão das Orientações Estratégicas Nacionais e Regionais previstas no RJREN, foram também consideradas as orientações indicadas explícitas no guia de apoio a delimitação da REN sobre o cálculo do fator topográfico (LS) desta tipologia, elaborado por Reis *et al.* (2020).

Erosividade da precipitação (R)

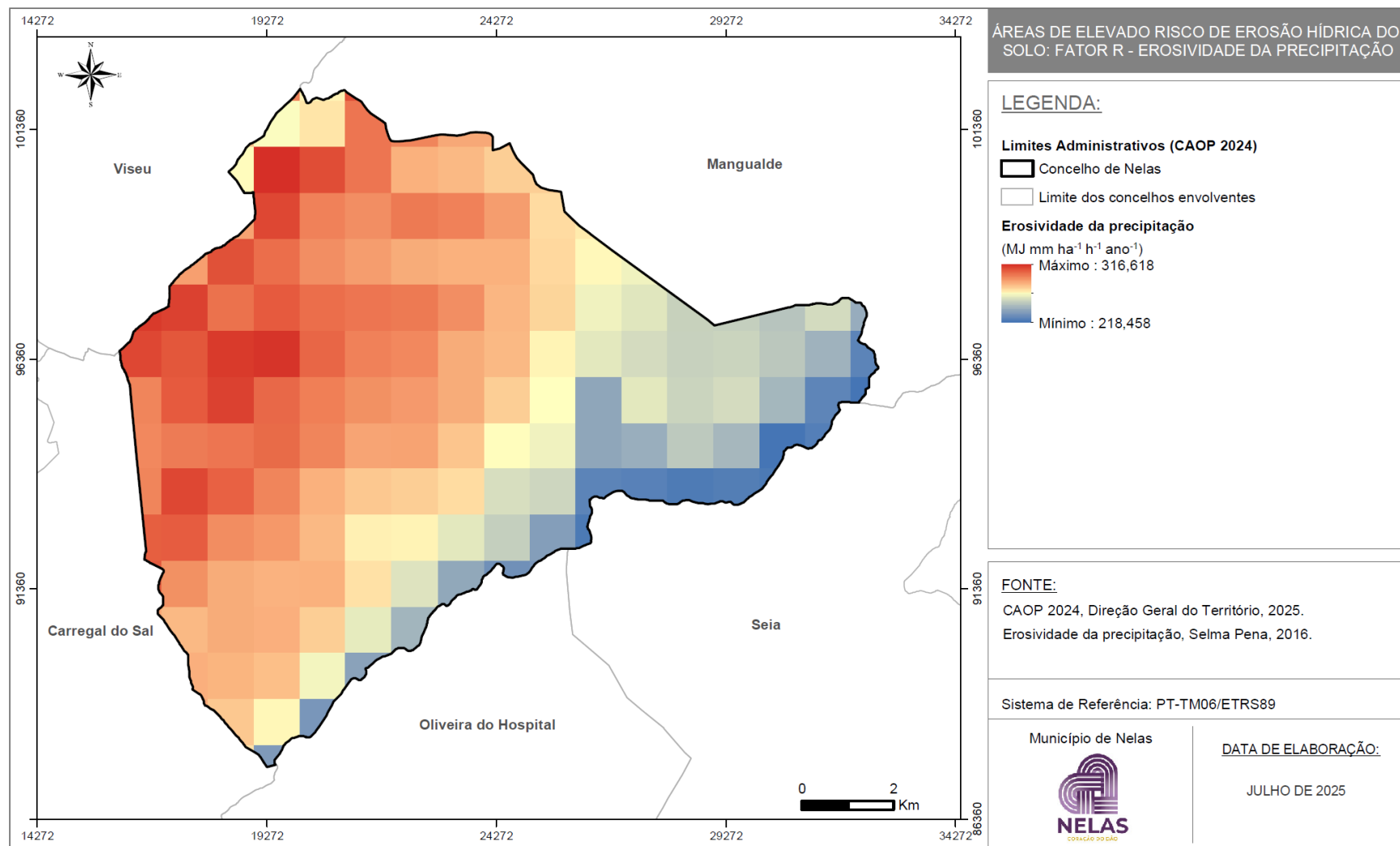
Esta variável (*r*) expressa o potencial erosivo da chuva no solo, determinando assim as perdas de solo influenciadas pela precipitação, onde é realizada uma estimativa com base na intensidade da precipitação, traduzindo a capacidade da chuva em ricochetear e mover as partículas do solo (Simões, 2013). A obtenção da mesma foi conseguida através da Erosividade da Precipitação calculada por Pena (2016), tendo a mesma se baseado na equação desenvolvida por Arnoldus (1977) para a determinação do fator R (Mapa 54).

Erodibilidade dos solos (K)

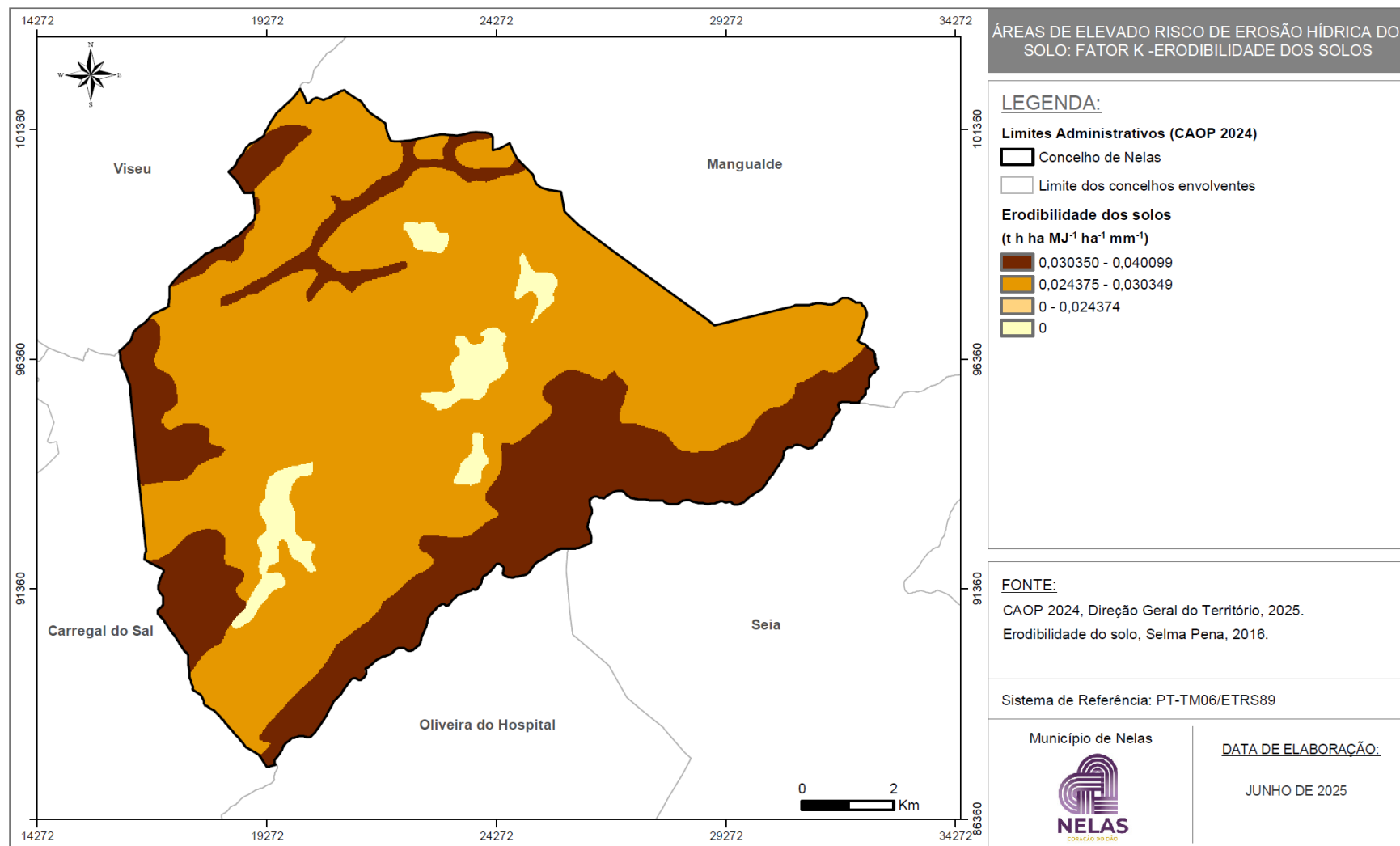
Este fator (*k*) é um valor quantitativo determinado experimentalmente, que reflete a suscetibilidade do solo à erosão e expresso em termos de perda de solo. Este foi desenvolvido em parcelas experimentais, com 22,13 m de comprimento e 9% de declive, permanentemente a descoberto através da mobilização de solo no sentido de maior declive, nas quais foram registadas características físicas e químicas do solo ao longo do tempo, avaliando-se a resistência do solo à ação da chuva e da escorrência superficial, definindo assim o valor de *K*. (Wischmeier & Smith, 1978; Jebari *et al.*, 2012; Simões, 2013; Meneses, 2011).

Esta variável foi conseguida através da erodibilidade do solo elaborada por Selma Pena (Mapa 55) que teve por base a Carta de Solos e Aptidão da Terra da Zona Interior Centro, Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (ex-IDRHa), à escala 1: 100 000 (Mapa 56).

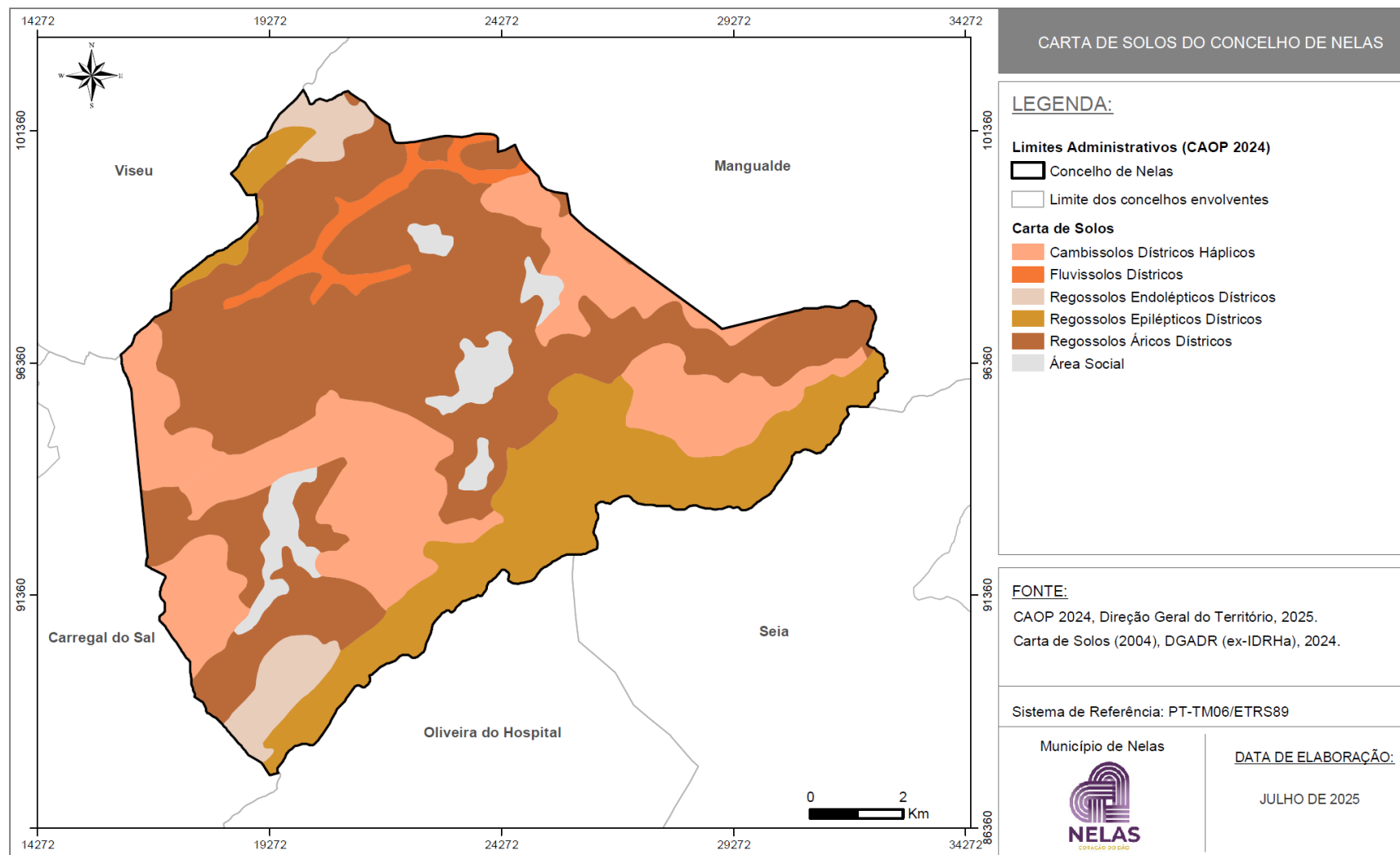
Mapa 54: Fator de erosividade da precipitação “R”



Mapa 55: Fator de erodibilidade dos solos "K"



Mapa 56: Carta de Solos da Zona Interior Centro, no concelho de Nelas



Topografia (LS)

Trata-se do fator topográfico, adimensional. Esta variável “*exprime a importância conjugada do comprimento da vertente (L) e do seu declive (S). De acordo com a EUPS revista, o fator LS é determinado pela expressão $L \cdot S$, sendo que:*” (Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro):

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

e

$$S = \begin{cases} S1 = 10,8 \sin \theta + 0,03, & \text{para declive} < 9\% \\ S2 = 16,8 \sin \theta - 0,50, & \text{para declive} \geq 9\% \end{cases}$$

Onde:

λ : valor do fluxo hídrico acumulado de escorrência superficial, em metros, que corresponde ao comprimento máximo do percurso superficial do escoamento não organizado

θ : Ângulo associado à inclinação do desnível, em radianos.

m : Coeficiente que depende do declive.

O fator referente ao **comprimento da vertente (L)** traduz a proporção de perda potencial de solo numa vertente sem escoamento organizado, em comparação com uma vertente-modelo de 22,13 metros de comprimento, com declives e tipos de solo iguais. (Reis *et al.*, 2020).

O fator alusivo ao **declive da vertente (S)** é a variável preeminente na variação da perda do solo. Este representa o efeito da gravidade relativamente à dependência da erosão do solo em relação ao valor da inclinação relativa das vertentes, detendo com esta uma relação diretamente proporcional, dentro de certos limites. Na “*Universal Soil Loss Equation*” (USLE), este fator corresponde à razão entre a perda de solo no local e a perda de solo num terreno com 9% de inclinação e 22,13 metros de comprimento, em condições idênticas. (Reis *et al.*, 2020).

Deste modo, para a realização do cálculo do fator topográfico, após a elaboração do Triangular Irregular Network (TIN) (Mapa 57) e do Modelo Digital do Terreno (MDT) (Mapa 58) com base nas curvas de nível, pontos cotados e rede hidrográfica à escala 1:10 000 da Comunidade Intermunicipal de Viseu Dão Lafões, para o Município de Nelas, após a correção das falsas depressões geradas automaticamente pelo modelo, o primeiro passo consistiu em elaborar o mapa de direção dos fluxos, a base para construir o mapa de fluxos acumulados

Em conformidade com o exposto no guia de apoio à delimitação da REN “*Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo – Cálculo do Fator Topográfico (LS)*”, realizado por Reis *et al.* (2020), procedeu-se à interrupção do escoamento desorganizado, na sua extensão, o mapa de direção de fluxos foi

interrompido nas áreas das estradas e caminhos, sendo esta informação proveniente da planimetria da cartografia homologada à escala 1:10 000 da Comunidade Intermunicipal de Viseu Dão Lafões (Mapa 59).

Após essa interrupção, procedeu-se à construção do mapa de fluxos acumulados (Mapa 60). Este permite aferir o número de pixéis acumulados desde o topo da vertente até determinado ponto, considerando a direção do fluxo. No entanto não indica diretamente o comprimento da vertente, apenas mostra o número de células acumuladas, desde o topo da vertente até um determinado ponto, considerando a direção do fluxo.

Analisando o mapa de fluxos acumulados, é possível constatar que, o *software* ArcGIS define, por defeito, o valor 0, como o valor mínimo de acumulação. Então, de forma a corrigir os valores nulos de acumulação, foi somado ao *raster* em questão, o valor de 1. (Reis *et al.*, 2020).

Para determinar qual o tamanho máximo da encosta, multiplicaram-se os resultados obtidos no mapa de fluxos acumulados pelo valor da resolução do pixel utilizado (5 metros). Desta forma obteve-se o mapa de fluxos acumulados em metros.

Para o comprimento máximo da encosta adotou-se o valor definido na Portaria n.º 336/2019 de 26 de setembro, onde o comprimento máximo da encosta assumiu o valor máximo de 305 metros.

De seguida, foi necessário aplicar uma condição, onde os valores superiores a 305 metros foram reduzidos a 305 metros, e todos os restantes valores, inferiores ou iguais a 305 metros, ficaram com o valor original, correspondente ao comprimento percorrido pelo escoamento laminar. Assim, este mapa corresponde ao mapa de fluxos acumulados em escoamento laminar, em que cada célula detém o valor correspondente à extensão percorrida pela água até si (Mapa 61). (Reis *et al.*, 2020).

O procedimento seguinte, no sentido de determinar todas as variáveis necessárias para a aplicação da equação LS supramencionada, consistiu na determinação do coeficiente que depende do declive. Como para o cálculo deste expoente a metodologia disposta na Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro, está direcionada para trabalhos de projeto ao nível do talhão de terreno, muitos autores sugerem a utilização de uma abordagem mais geral, baseada apenas em limiares de declive, sendo esta uma abordagem mais ajustada à avaliação da erosão hídrica do solo, no contexto da REN. (Reis *et al.*, 2020).

Assim, o expoente m foi determinado tendo por base o mapa de declives em percentagem, posteriormente reclassificado em conformidade com os limiares de declive expostos no quadro seguinte, obtendo assim o resultado apresentado no Mapa 62.

Quadro 35: Valores de correspondência entre os declives (%) e o coeficiente m

DECLIVE (%)	COEFICIENTE (M)
> 5	0,5
3 - 5	0,4

DECLIVE (%)	COEFICIENTE (M)
1 - 3	0,3
≤ 1	0,2

Fonte: Direção-Geral do Território, 2019.

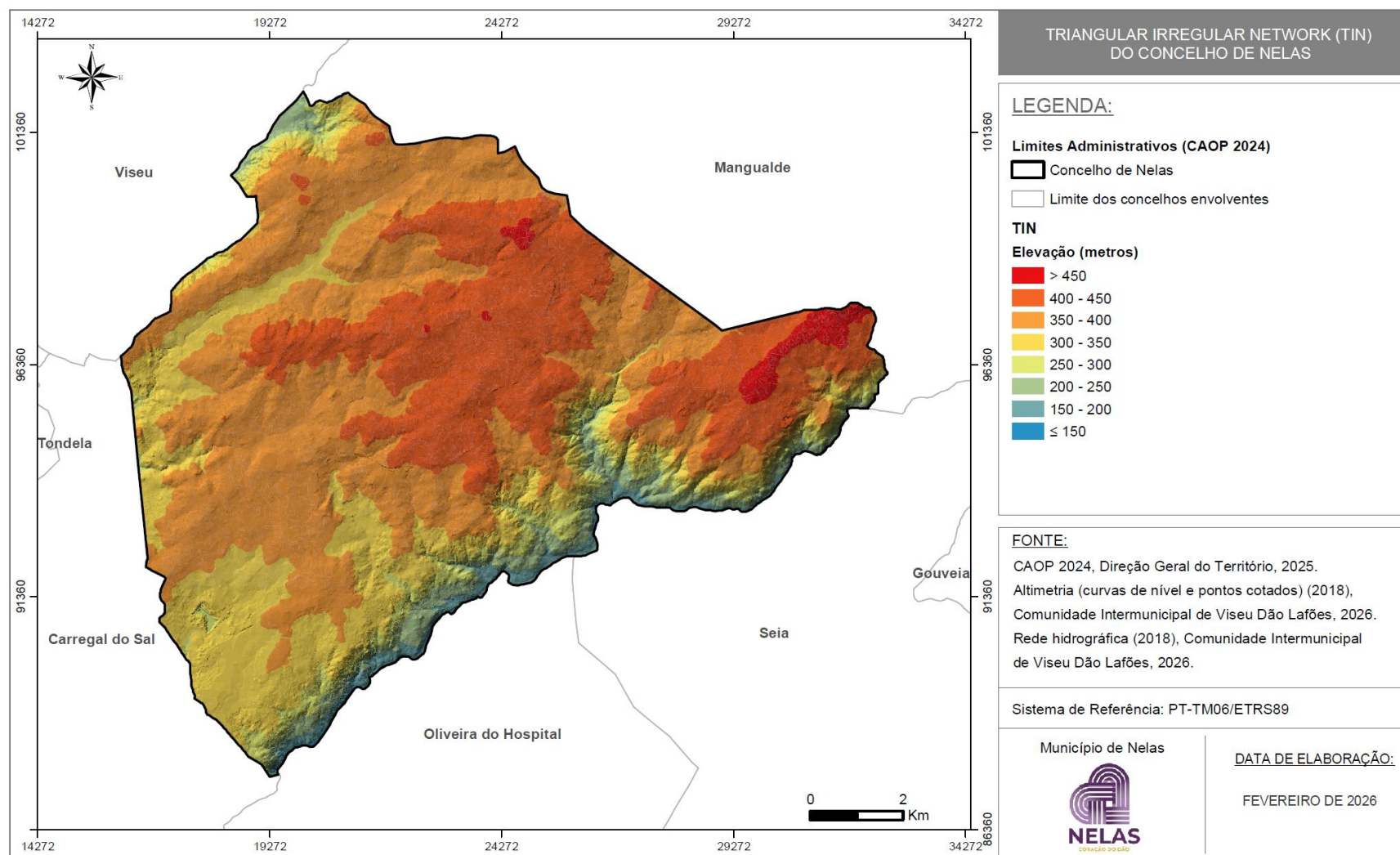
Com a identificação das variáveis da equação para o cálculo de “L”, procedeu-se com a aplicação da respetiva fórmula, em conformidade com o disposto na Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro (Mapa 63).

De seguida, determinou-se o mapa de declives em graus e multiplicou-se esse resultado pela constante de conversão de graus para radianos (0,0174532925), dando origem ao mapa de declives em radianos (Mapa 64).

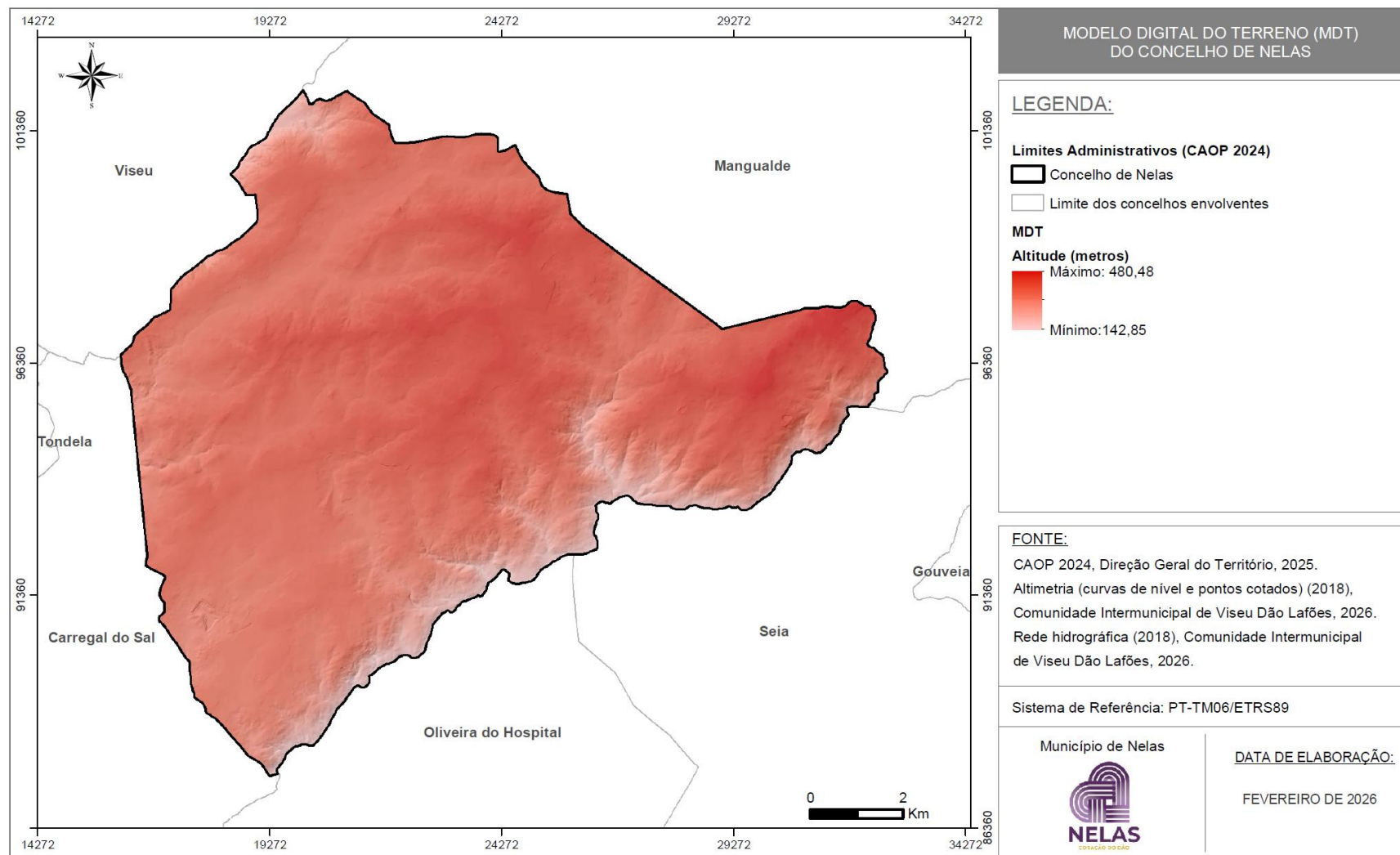
Após a obtenção de θ e com recurso à carta de declives, em percentagem, aplicou-se a respetiva equação, em conformidade com o disposto na Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro, obtendo assim a variável “S” (Mapa 65).

Desta forma, ficaram reunidas todas as variáveis para a aplicação da equação referente a LS (Mapa 66).

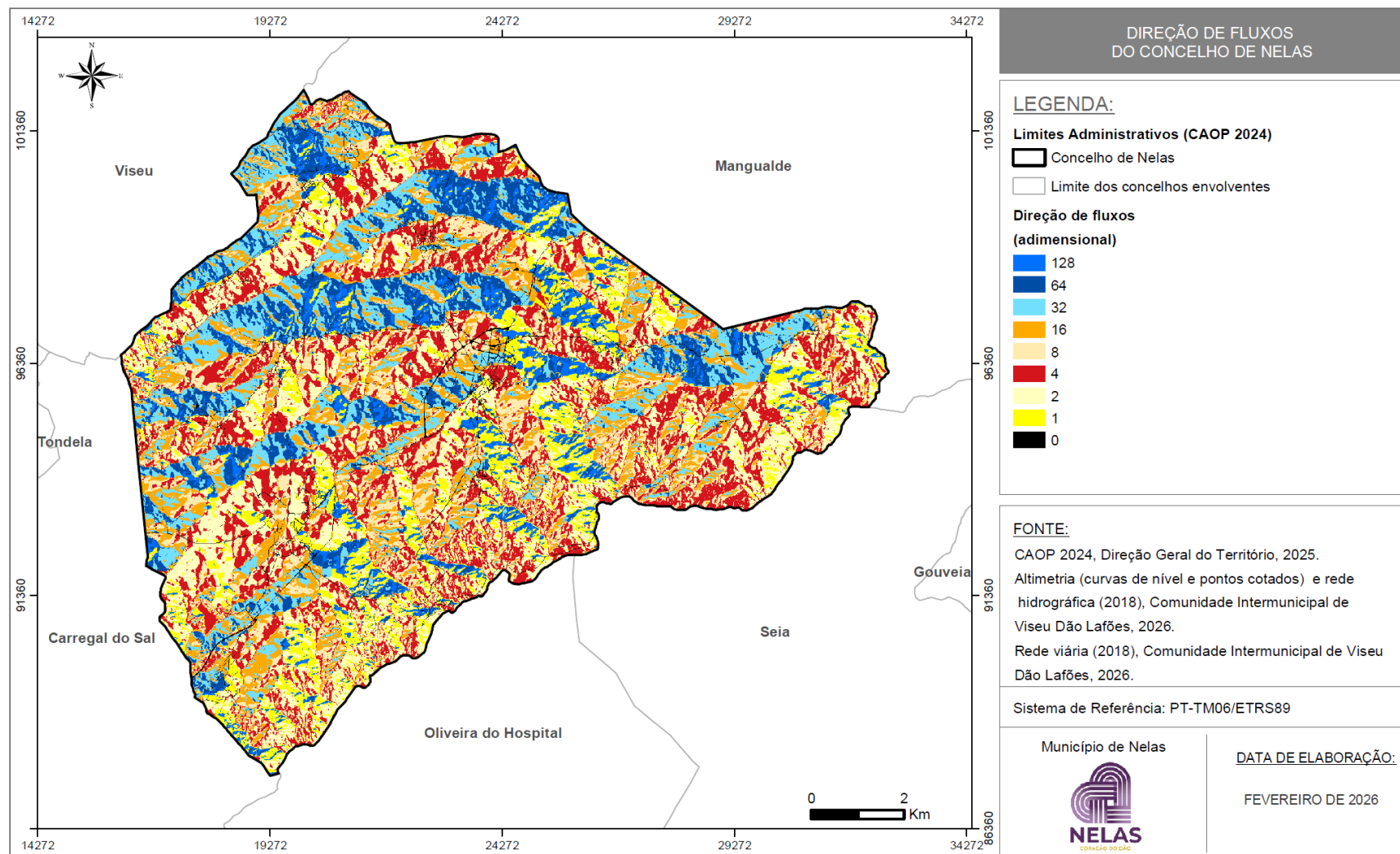
Mapa 57: Triangular Irregular Network (TIN)



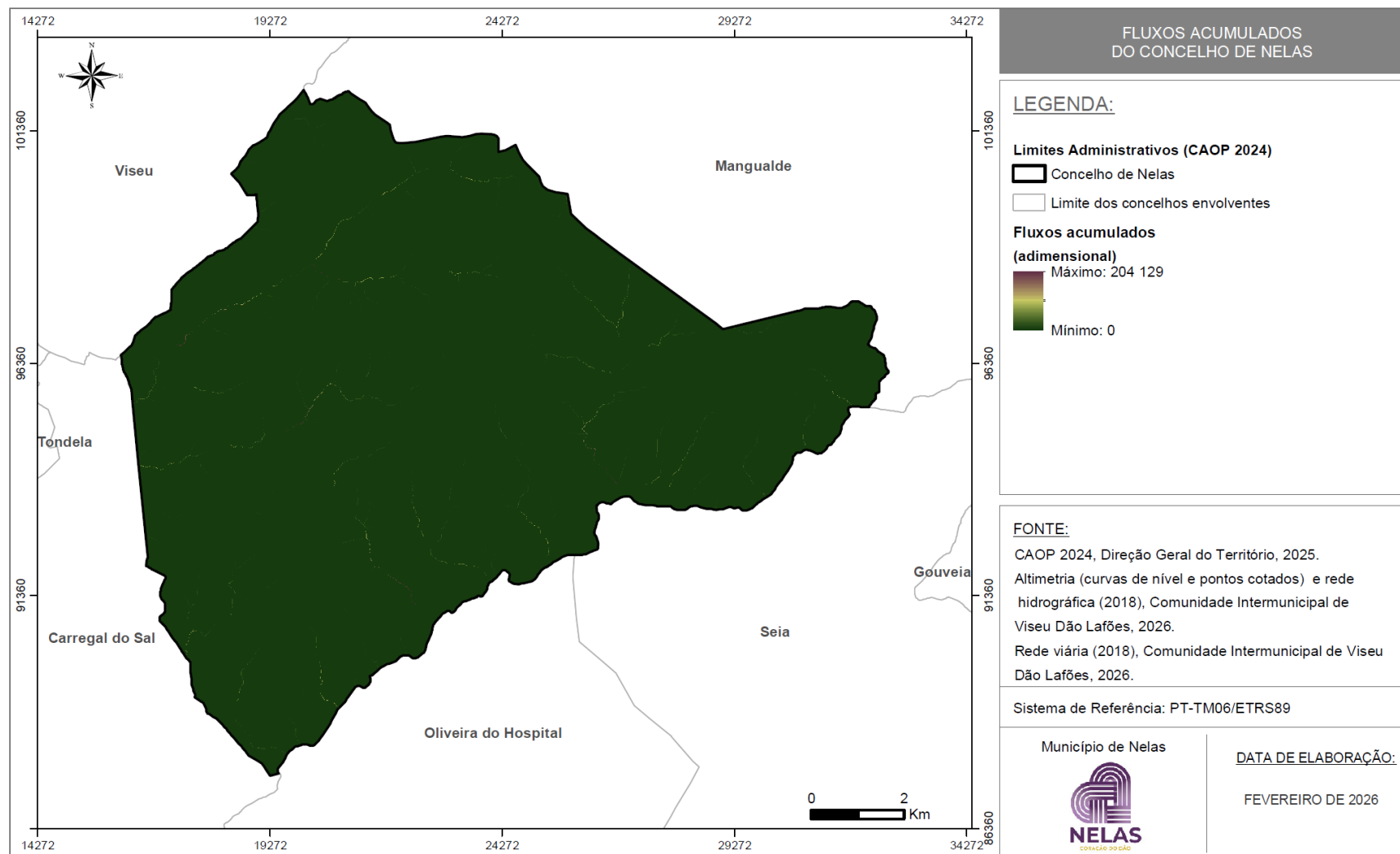
Mapa 58: Modelo Digital do Terreno (MDT)



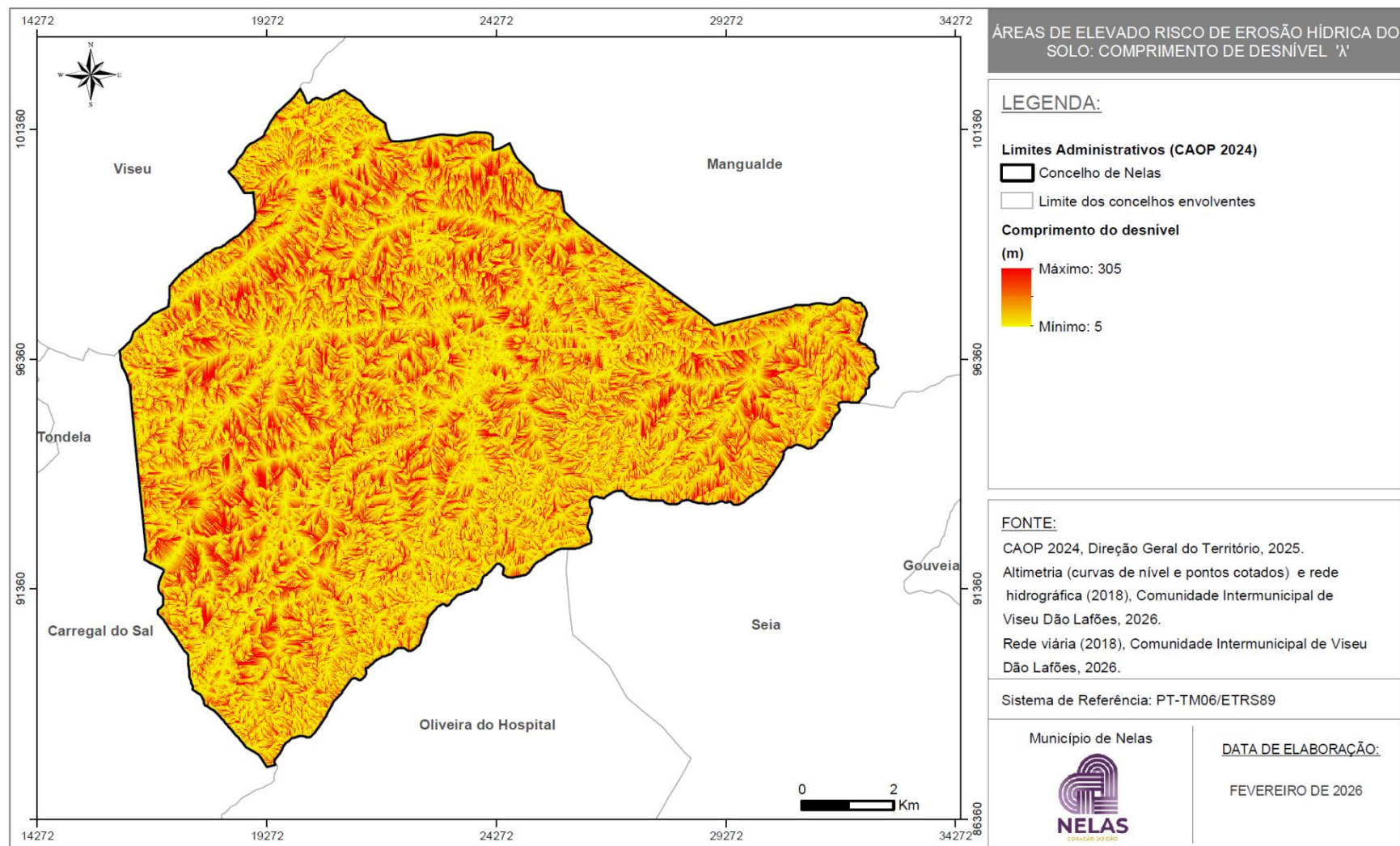
Mapa 59: Direção de fluxos



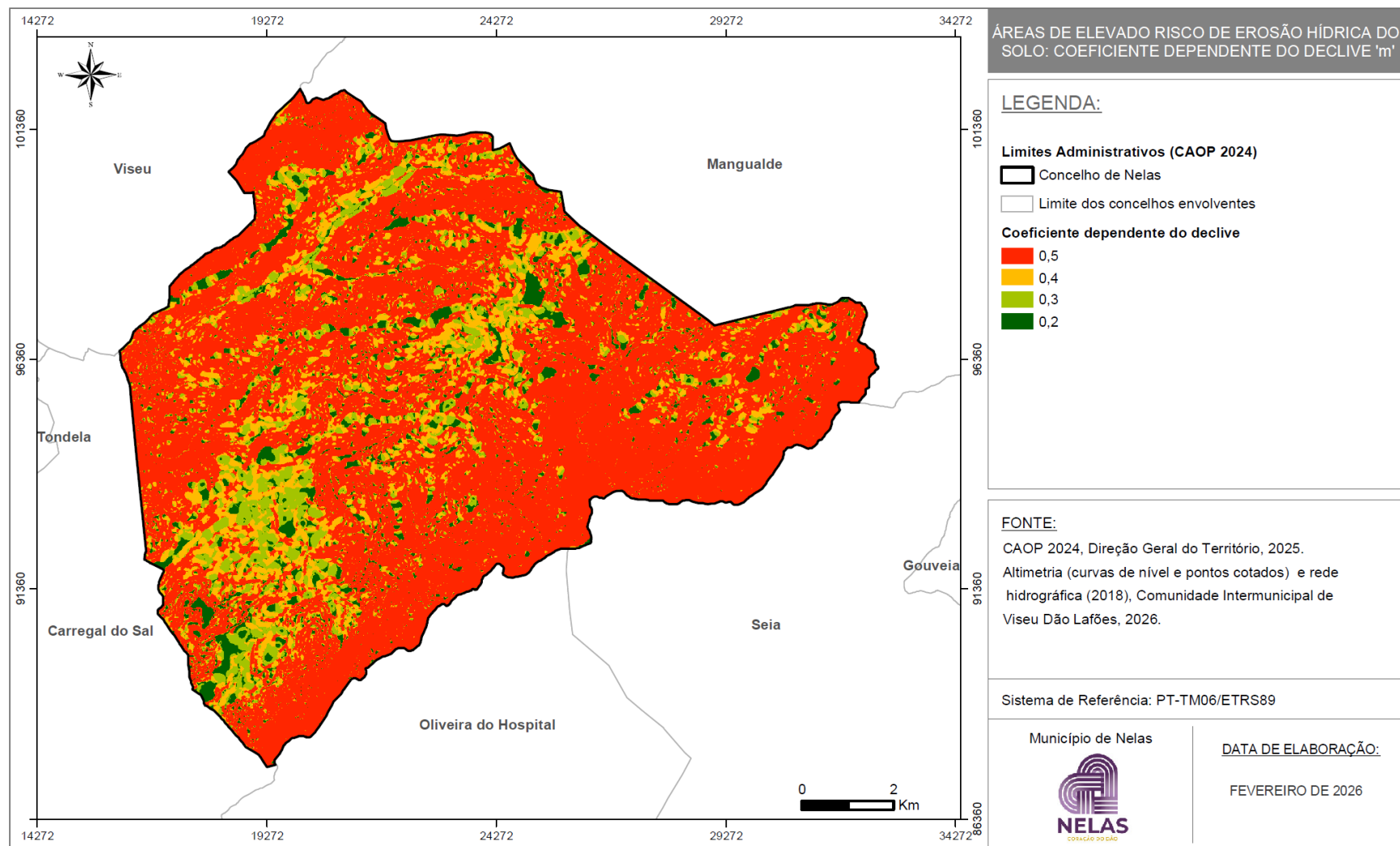
Mapa 60: Fluxos acumulados



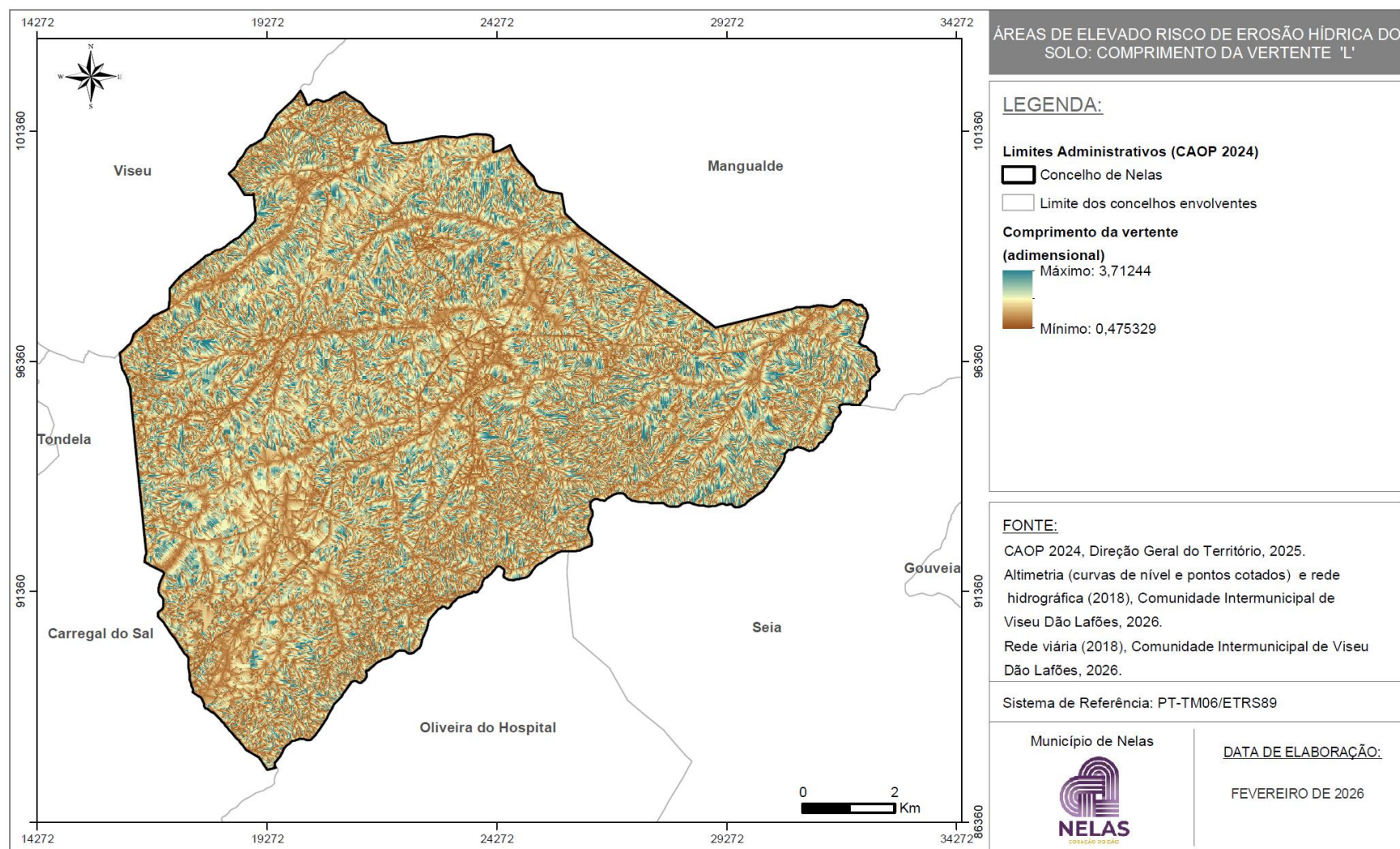
Mapa 61: Comprimento do desnível "λ"



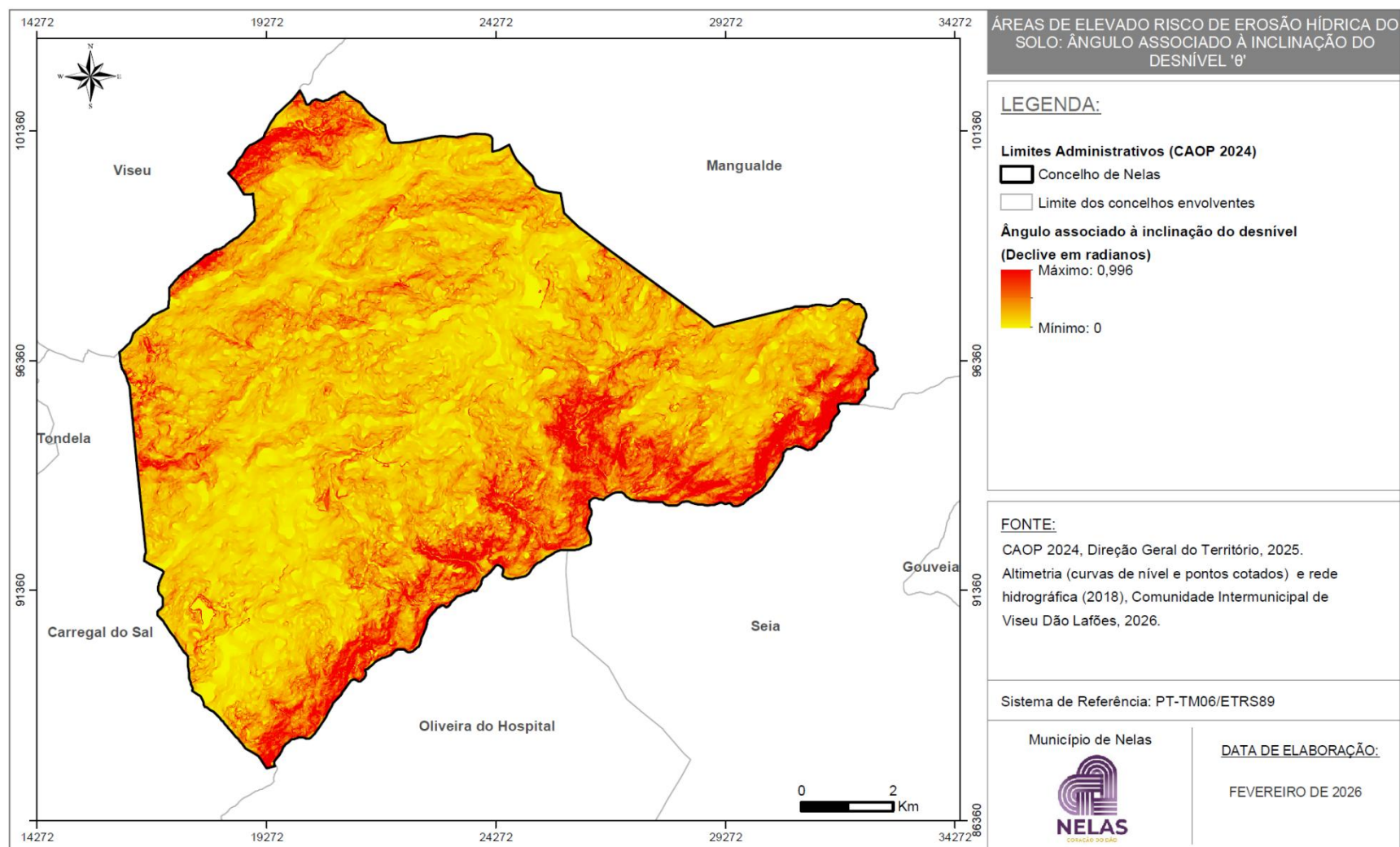
Mapa 62: Coeficiente dependente do declive “m”



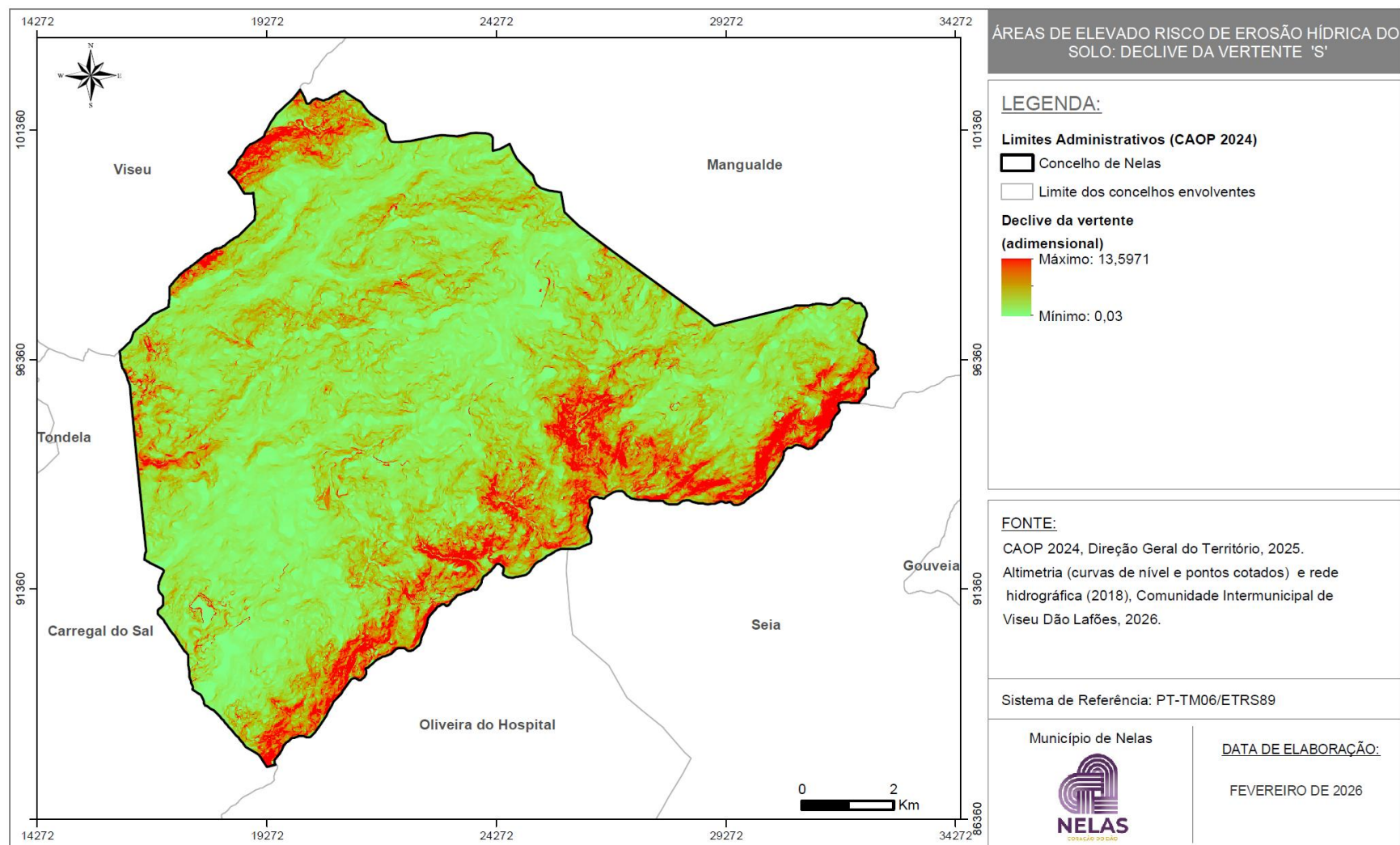
Mapa 63: Fator L – Comprimento da vertente



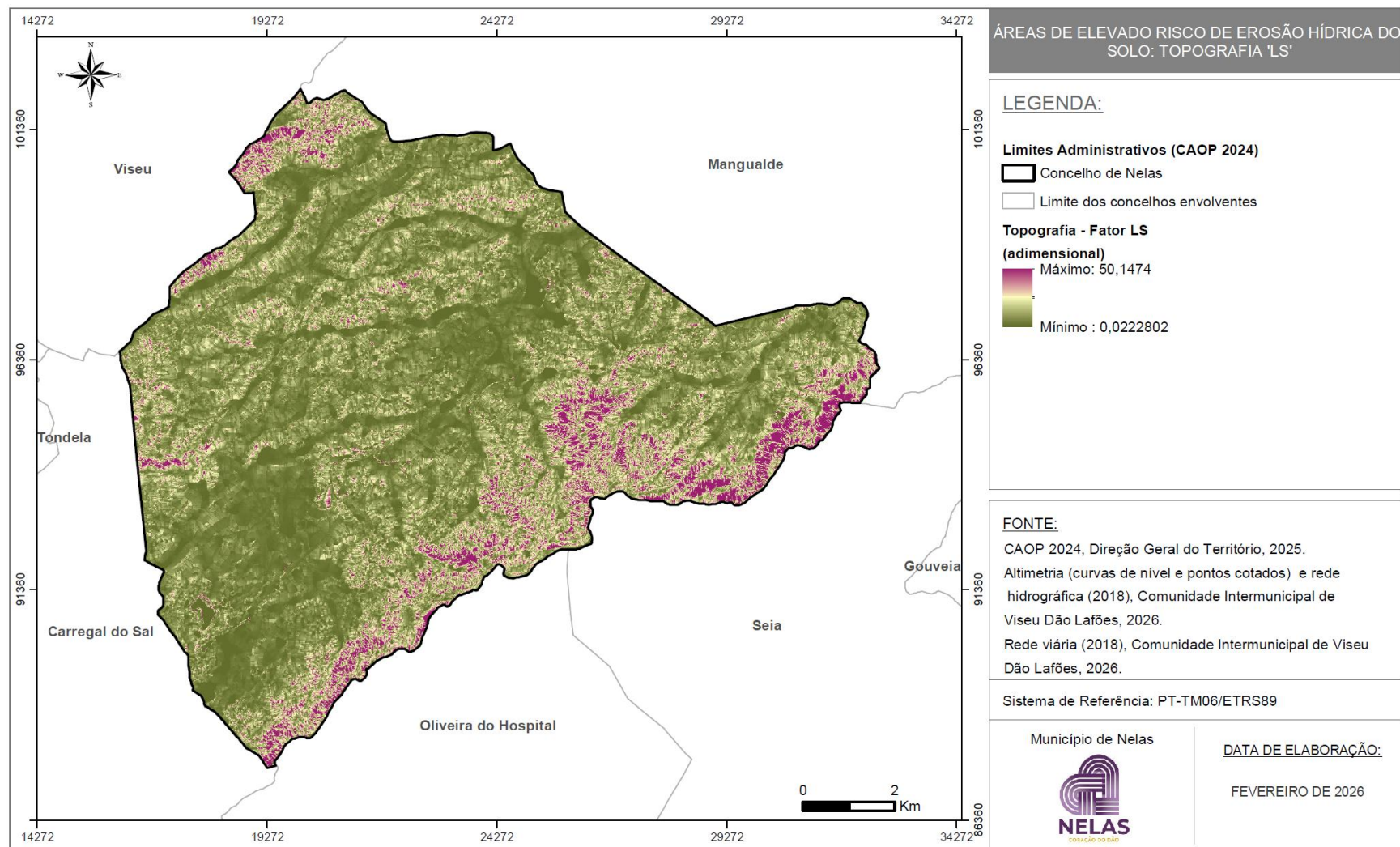
Mapa 64: Ângulo associado à inclinação do desnível "θ"



Mapa 65: Fator S – Declive da vertente



Mapa 66: Fator topográfico "LS"



Prática de conservação do solo (P)

Este fator apenas deve ser considerado se as práticas agrícolas no território comportem socacos e/ou muros de contenção.

No caso do concelho de Nelas a prática de conservação do solo nas áreas agrícolas, assume uma importância pouco significativa. Não obstante, uma vez que a Carta de Solos e de Aptidão das Terras da Zona Interior Centro, à escala 1:100 000, da Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (ex-IDRHa) identifica algumas áreas agrícolas socacadas, este fator foi considerado no cálculo da erosão potencial do solo.

Neste contexto, o cálculo deste fator foi realizado tendo por base a carta de solos supra, a carta de declives em percentagem obtida através da informação altimétrica homologada, à escala 1:10 000, da Comunidade Intermunicipal de Viseu Dão Lafões para o Município de Nelas e os valores considerados em Meneses (2011), onde foi atribuída uma ponderação das áreas agrícolas socacadas por classe de declive (Quadro 36). No que respeita às restantes áreas, estas assumiram a ponderação 1 (Mapa 67).

Quadro 36: Valores do fator P consoante a classe de declive (%)

DECLIVES %	FATOR P
≥ 25	0,21
19 – 24	0,18
13 – 18	0,16
8 – 12	0,12
2 – 7	0,10
0 – 1	0,00 ³

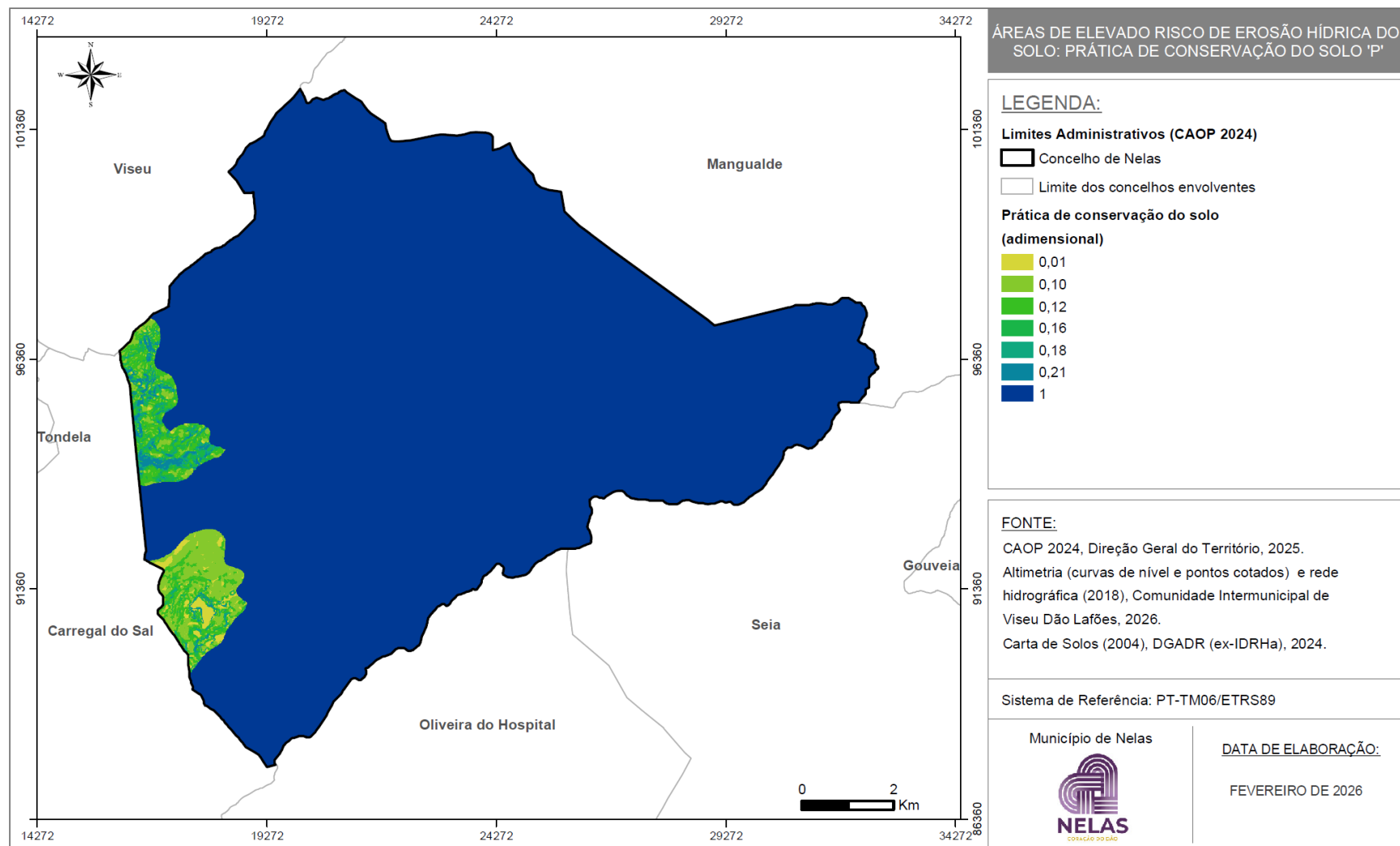
Fonte: adaptado de Menezes (2011).

Aferição dos Resultados

Findo o cálculo automático deste risco, foi realizada uma aferição através do uso de ortofotomapas, da carta de declives e das curvas de nível, no sentido de avaliar o resultado do cálculo obtido.

³ A classe de declives 0-1% assumiu um valor de 0,01 para o Fator P, para que o resultado da erosão potencial nessas áreas não resulte nulo.

Mapa 67: Fator referente à prática de conservação do solo “P”



f) Apresentação de Resultados

Com a identificação das variáveis supramencionadas, procedeu-se à multiplicação de todos os fatores para a determinação da erosão potencial, dando origem ao ficheiro denominado 'a' (Mapa 68), através da equação, que considera os fatores de erosividade da precipitação (R), erodibilidade dos solos (K), topografia (LS) e prática de conservação do solo (P), traduzida na expressão:

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

em que:

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

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

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

LS é o Fator topográfico, adimensional.

P é o Fator da prática de conservação do solo, adimensional.

Em conformidade com a Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, alterada pela Portaria n.º 264/2020 de 13 de novembro, para a inclusão em REN deve considerar-se o valor de 25 ton/ha.ano como referência de limite máximo de perda de solo admissível.

Após a seleção destas áreas para integração na tipologia da REN referente às Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo, as mesmas foram transformadas para vetorial (*shapefile*), como evidencia o Mapa 69.

Este resultado “bruto” foi de seguida sujeito a uma aferição (Mapa 44), de forma a excluir todas as manchas isoladas com área inferior a um hectare e incluir todos os espaços vazios com áreas residuais. Após a generalização, realizou-se um exercício de suavização das manchas através do uso da ferramenta “*Smooth Polygon*”, considerando um “PAEK” de 70 metros.

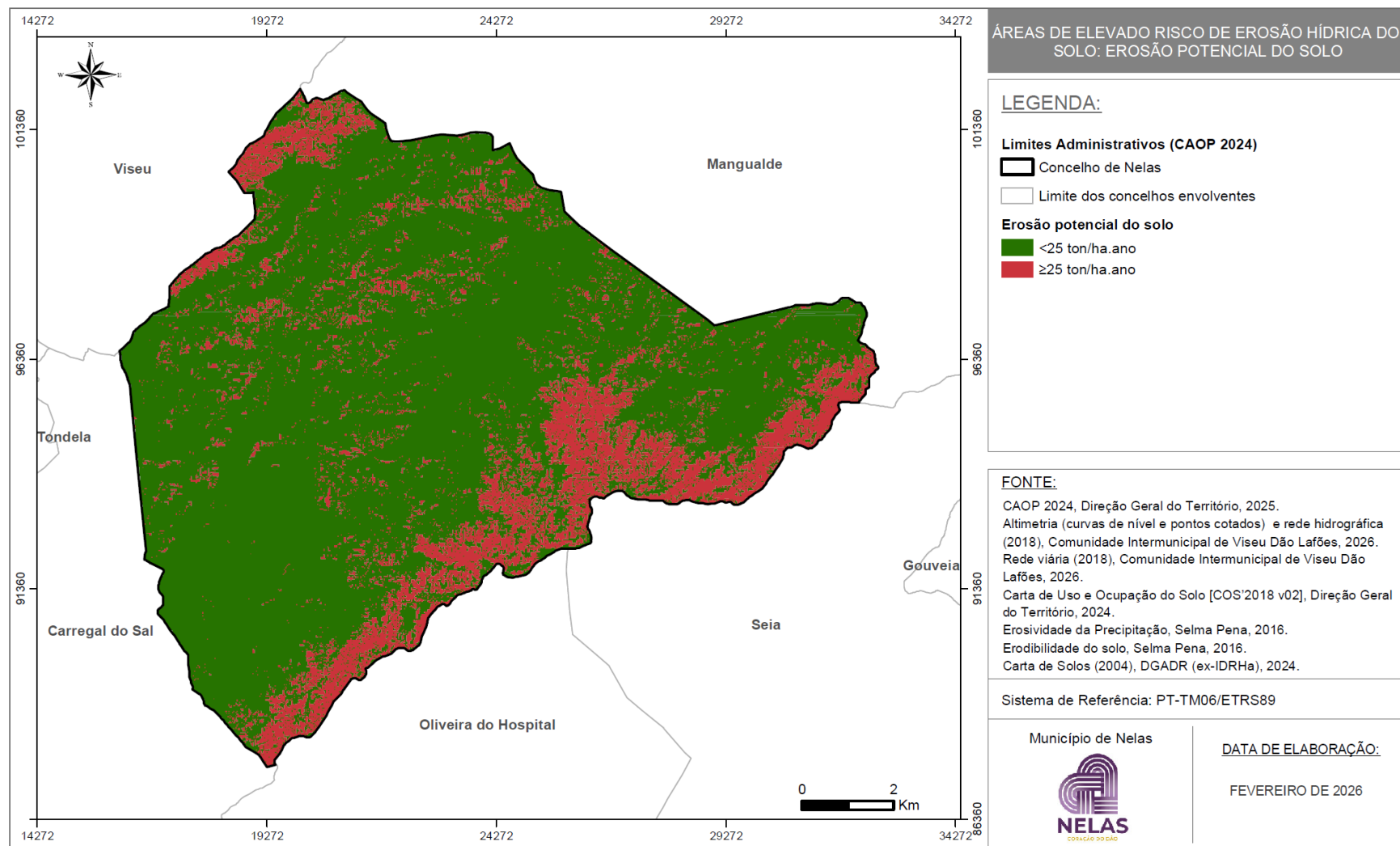
Por conseguinte, procedeu-se à exclusão das áreas correspondentes a pequenos taludes artificiais associados à construção de vias e a pedreiras. As áreas em questão foram, ainda, aferidas com recurso à informação planimétrica da cartografia de base homologada, à escala 1: 10 000, do Município de Nelas e aos OrtoSat2023.

Foram ainda colmatadas as áreas vazias de reduzida dimensão (áreas inferiores a 1ha) existentes entre os leitos de geometria poligonal e as AEREHS, estendendo as manchas de AEREHS até ao leito.

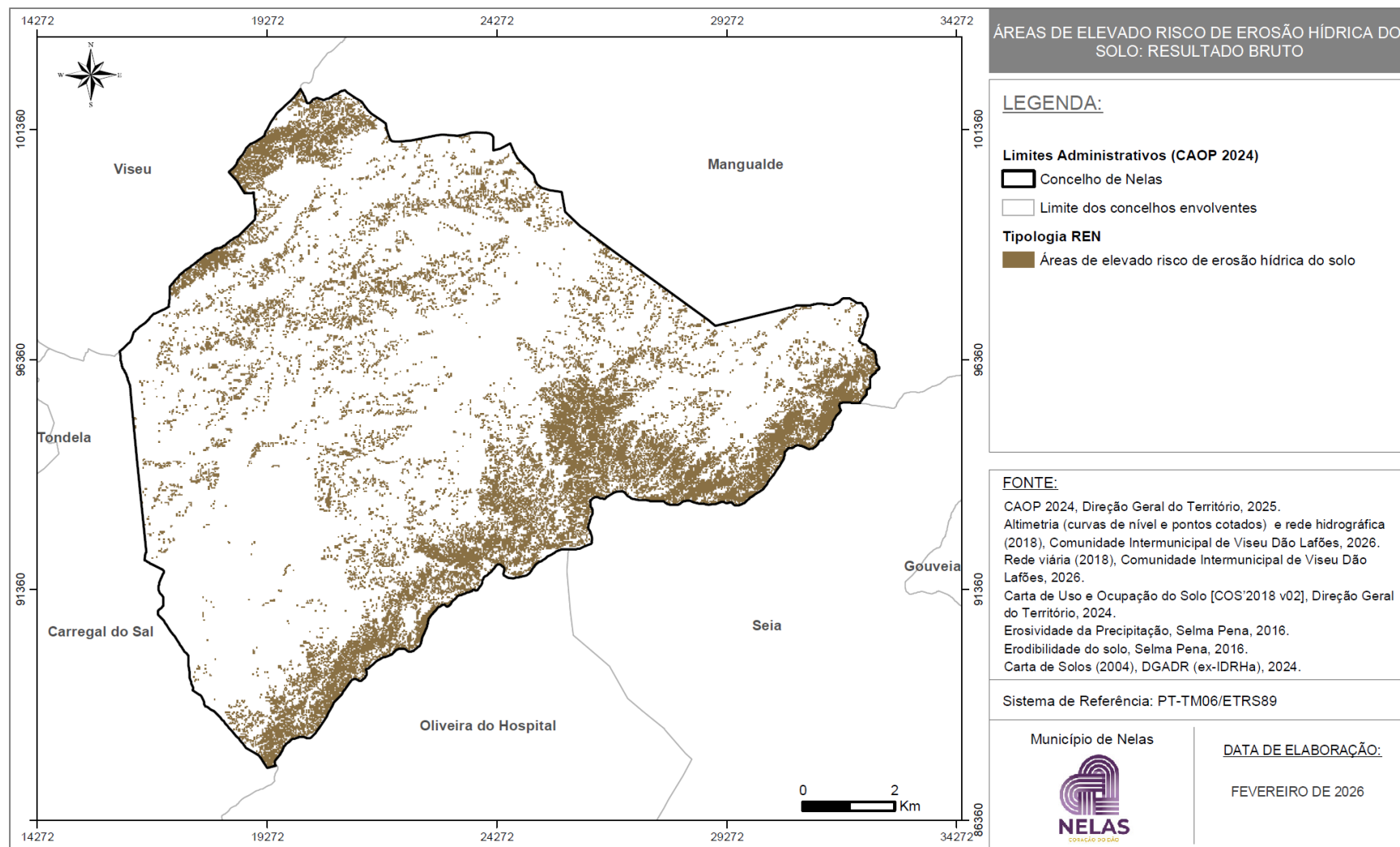
De salientar que foi assegurada o cumprimento da matriz de sobreposição de tipologias REN (Anexo II) disponibilizada pela CCDR-C.

Por conseguinte, o resultado obtido na aplicação da metodologia supracitada perfaz um total de 2.112,8 hectares para a integração nesta tipologia REN (Mapa 71).

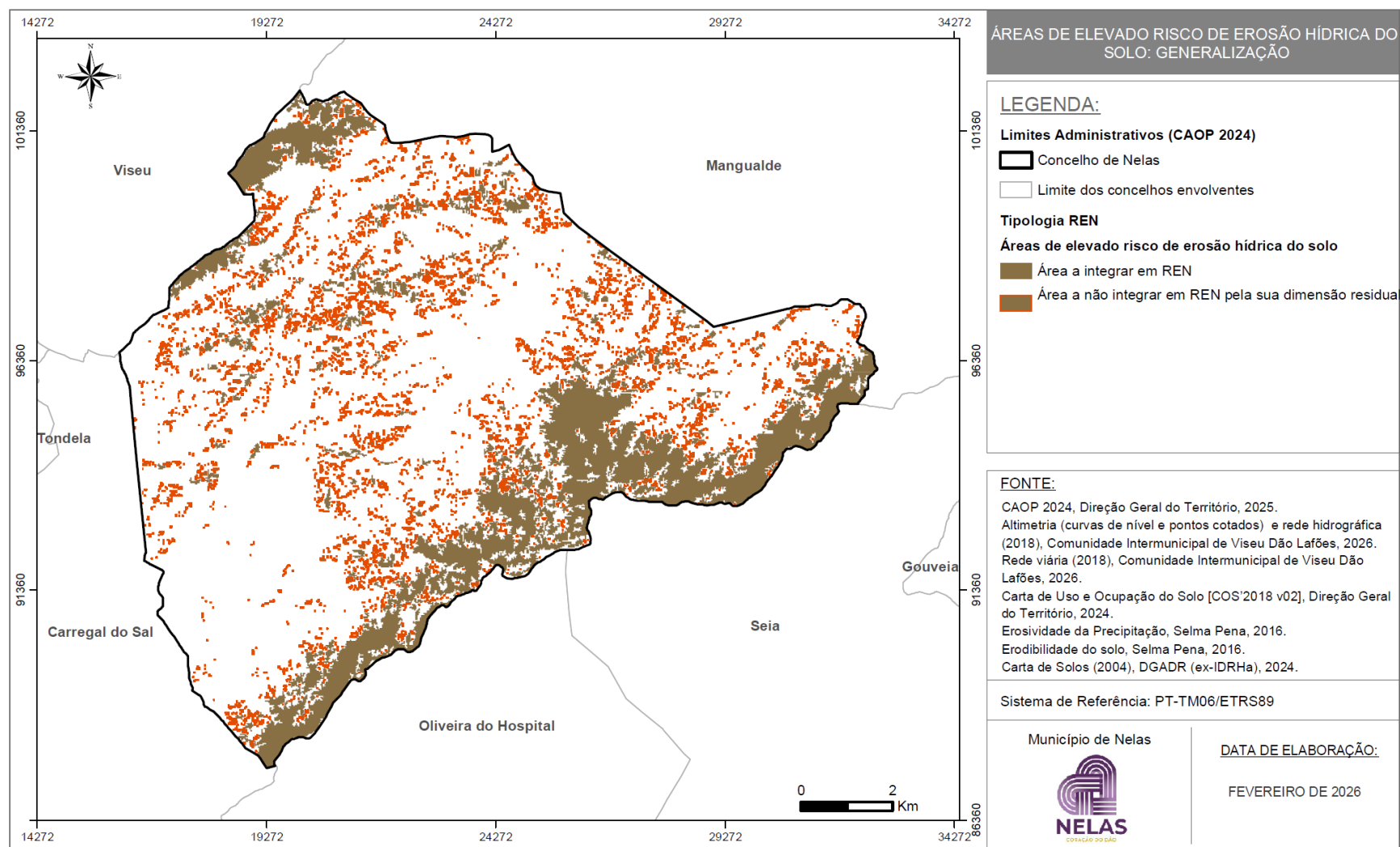
Mapa 68: Erosão potencial do solo “A”



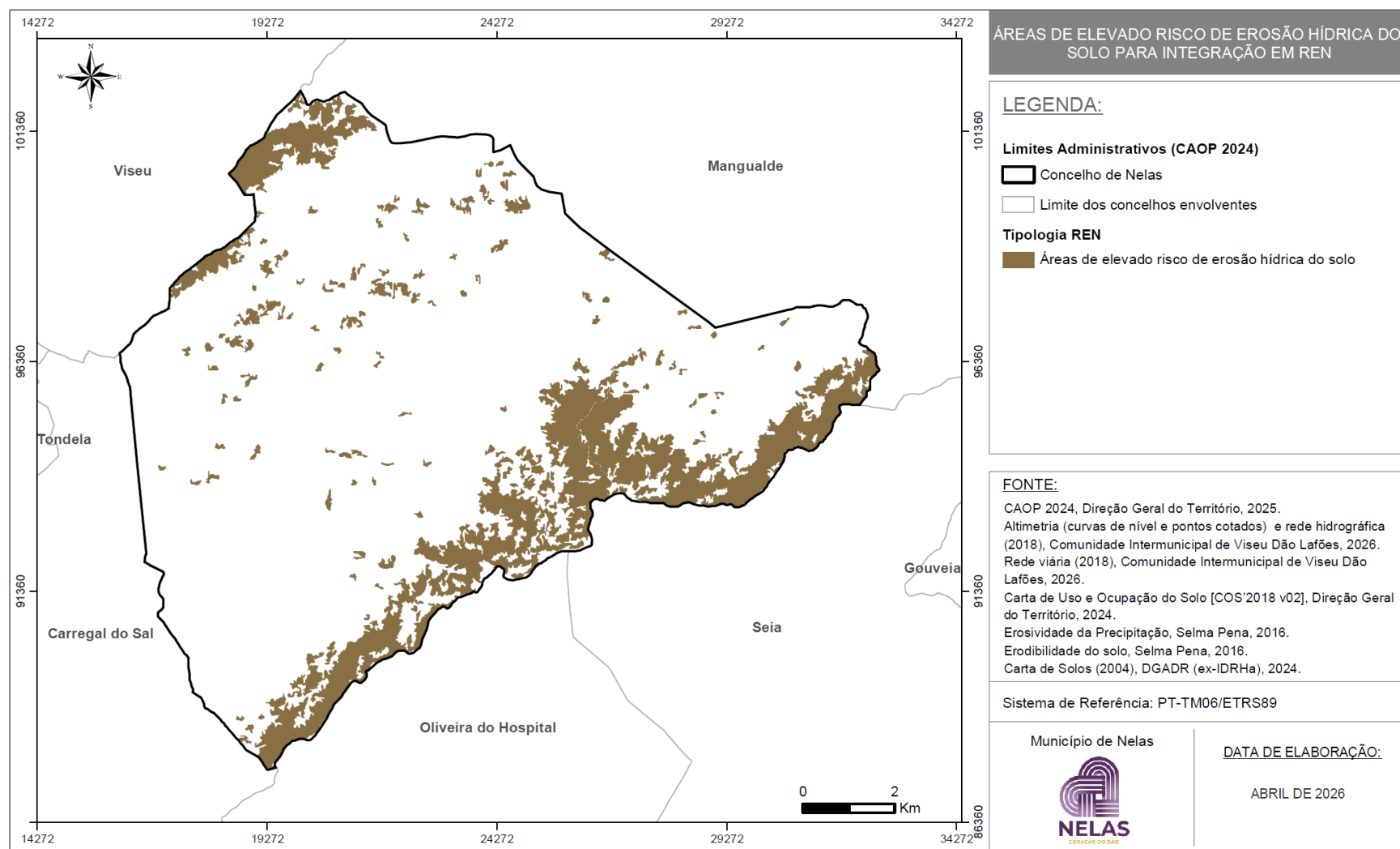
Mapa 69: Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo (resultado bruto)



Mapa 70: Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo (generalização)



Mapa 71: Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo propostas para integração em REN



g) Comparação com a REN em vigor

Uma análise comparativa entre as áreas associadas a esta tipologia da REN em vigor e da proposta de delimitação encontra-se evidenciada no Quadro 37. Neste sentido, atendendo esse mesmo quadro, observa-se um aumento de 1.578,1 hectares (cerca de 295,2%). Para além do referido, verifica-se que a área ocupada pela tipologia da REN correspondente às áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo perfaz um total de 2.112,8 hectares, cerca de 16,8% face à superfície concelhia.

Quadro 37: Variação da delimitação referente às áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo da REN proposta comparativamente à REN em vigor

TIPOLOGIA REN	DIMENSÃO DA TIPOLOGIA REN	% DA SUPERFÍCIE DO CONCELHO
REN proposta - Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo (ha)	2.112,78	16,81
REN em vigor - Áreas com Risco de Erosão (ha)	534,63	4,25
Variação (ha)	1.578,14	-
Variação (%)	295,18	-

Deste modo, importa referir que os critérios metodológicos considerados em ambas as delimitações são distintas, pelo que é justificável a existência de diferenças nos resultados obtidos, tendo sido a REN em vigor do concelho em análise delimitada ao abrigo do Decreto-Lei n.º 93/90 de 19 de março.

Assim, as Áreas com risco de erosão da REN em vigor, foram definidas a partir da carta de declives "(...) onde se seleccionaram as classes que incluíam declives iguais ou superiores a 30%.

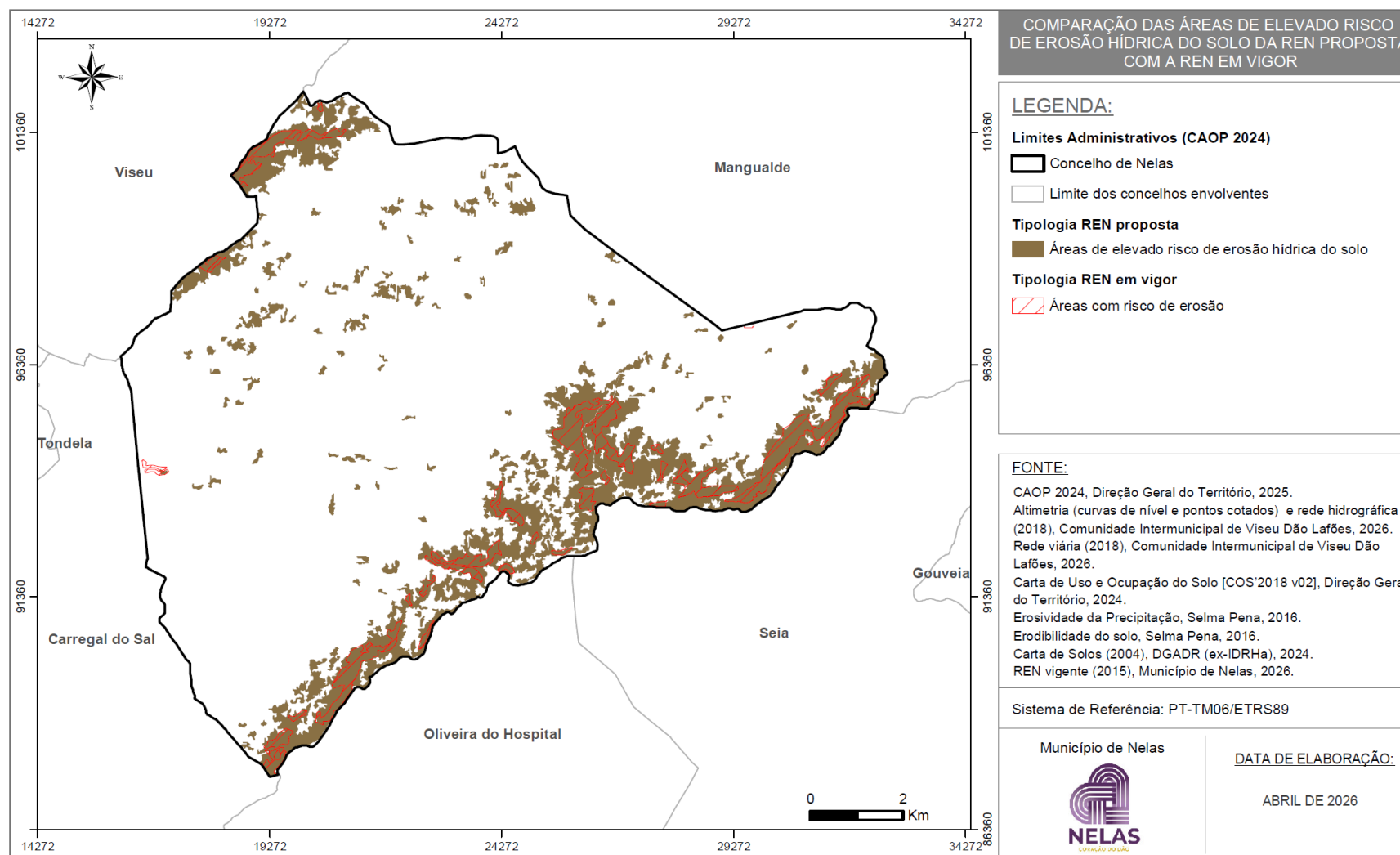
Como suporte de base de análise na delimitação, recorreu-se ainda aos ortofotomapas e aos limites físicos, tais como, estradas e linhas de água.

Após aferição das manchas e confirmação no terreno, foram retiradas as áreas isoladas inferiores ou iguais a 1 hectare, sem relevância territorial e que não oferecem risco natural de deslizamento." (CM Nelas, 2014). Já a demarcação da REN proposta foi elaborada com base nas orientações estratégicas nacionais e regionais dispostas na Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, alterada pela Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro e as orientações da DGT indicadas na formação sobre as "Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo" da REN, realizada a 19 de dezembro de 2019.

Importa referir que, a cartografia de base considerada em ambas as delimitações, é dissemelhante. Este facto e a metodologia aplicada são as principais razões pelo qual se verificam as diferenças entre a REN em vigor e a REN proposta.

Por conseguinte, através do mapa seguinte é possível observar uma comparação entre a tipologia REN proposta – "Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo" e a tipologia REN em vigor correspondente.

Mapa 72: Comparação das áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo da REN proposta com a tipologia correspondente da REN em vigor



3.2.3 ÁREAS DE INSTABILIDADE DE VERTENTES

a) Conceito

Áreas de instabilidade de vertentes são “(...) áreas que, devido às suas características de solo e subsolo, declive, dimensão e forma da vertente ou escarpa e condições hidrogeológicas, estão sujeitas à ocorrência de movimentos de massa em vertentes, incluindo os deslizamentos, os desabamentos e a queda de blocos.” (Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto)

A delimitação das áreas suscetíveis à instabilidade de vertentes baseia-se na avaliação da suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes ao nível municipal e deve ser efetuada nas escalas de 1:10 000 ou 1:25 000.

b) Principais Funções

Em áreas de instabilidade de vertentes podem, apenas, ser realizados os usos e ações que não coloquem em causa as seguintes funções (Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto):

- “Estabilidade dos sistemas biofísicos;
- Salvaguarda face a fenómenos de instabilidade e de risco de ocorrência de movimentos de massa em vertentes e de perda de solo;
- Prevenção e redução do risco, garantindo a segurança de pessoas e bens.”

c) Fontes de Informação

- Altimetria (curvas de nível e pontos cotados) homologada à escala 1:10 000, Comunidade Intermunicipal de Viseu Dão Lafões, 2018;
- Carta Geológica de Portugal, à escala 1:25 000, Laboratório Nacional de Energia e Geologia, 2024;
- Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 2018 [COS'2018 v02], Direção Geral do Território;
- Histórico de ocorrências (Disaster e Riskam);

- Ortofotomapas do Município de Nelas, cartografia oficial com resolução espacial de 0,25m, Direção-Geral do Território, 2018;
- OrtoSat2023 Portugal Continental, cartografia oficial com resolução espacial de 0,30m, Direção Geral do Território, 2023.

d) Dados Históricos

De acordo com os dados do DISASTER, não foram registadas ocorrências de movimentos de massa em vertentes com efeitos danosos no concelho de Nelas, entre os anos de 1865-2010.

Figura 31: Extrato da recolha de informação efetuada na plataforma DISASTER referente à ocorrência de movimentos de massa em vertentes



Fonte: Adaptado de Disaster, Riskam, 2012

No que respeita ao histórico de ocorrências nem a CCDD-C nem a ANEPC dispõem de um inventário relacionado com esta temática.

O Município de Nelas também não possui um inventário do histórico de ocorrências de movimentos de massa em vertentes.

e) Variáveis, critérios e aspetos metodológicos da delimitação da tipologia

Método do Valor Informativo

O método do valor informativo consiste numa análise estatística bivariada, pressupõe a definição prévia de unidades de terreno matriciais (pixéis) e a tomada em consideração de um conjunto de fatores de instabilidade. É utilizado frequentemente na avaliação do perigo de ocorrência de movimentos de vertente. (Yin e Yan, 1988; Zêzere, 2001; Zêzere, 2002)

O método tem uma base Bayesiana, sustentando-se na transformação logarítmica (log natural) da razão entre probabilidade condicionada e probabilidade *a priori*.

Para qualquer variável independente X_i é determinado pela equação:

$$l_i = \log \left(\frac{S_i}{N_i} / \frac{S}{N} \right)$$

sendo:

S_i - Número de pixéis com movimentos de massa em vertentes na variável X_i ;

N_i - Número de pixéis com a variável X_i no território concelhio;

S - Número total de pixéis com movimentos de massa em vertentes no território concelhio;

N - Número total de pixéis no território concelhio.

Devido à normalização logarítmica, **l_i** não é determinável quando **$S_i = 0$** . Nestes casos, o valor de **l_i** deve ser assumido como igual ao **l_i** mais baixo determinado para o conjunto das variáveis de predisposição consideradas.

O valor de suscetibilidade para cada unidade matricial j é calculado pelo Valor Informativo total dado pela equação:

$$I_j = \sum_{i=1}^n X_{ji} \cdot l_i$$

onde:

n - Número de variáveis

X_{ji} - igual a 1 ou 0, consoante a variável X_i está ou não presente no pixel j , respetivamente.

De salientar que para a aplicação do método do valor informativo, é essencial a existência de registos de ocorrências de movimentos de massa em vertentes suficientes.

Inventário de ocorrências

Apesar da cartografia de suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertentes em áreas do Maciço Antigo ter sido alvo, nos últimos anos, de vários estudos, nos quais têm sido, sobretudo, utilizados métodos estatísticos, calculados e validados através de um inventário de ocorrências, o Município de Nelas apenas conseguiu ter acesso à base de dados DISASTER, que não detém, por sua vez, nenhuma ocorrência de movimentos de massa em vertentes, para o período entre 1865-2010.

Adicionalmente, realizou-se uma pesquisa nos jornais nacionais, regionais e municipais, relativamente à data e local, descrições de ocorrências de movimentos de vertente, com o objetivo de obter informação que permitisse a construção de um inventário para o concelho de Nelas.

No entanto, apesar do esforço da equipa técnica, não foram encontrados quaisquer registos sobre a ocorrência de movimentos de massa em vertentes no concelho, com a informação que possibilitasse a realização da sua georreferenciação e delimitação com precisão.

Assim, face à impossibilidade de aceder a uma base de dados de ocorrências de movimentos de massa em vertentes para o concelho em análise e para os concelhos limítrofes, não foi possível a delimitação das áreas de instabilidade de vertentes através do cálculo do método do valor informativo.

Neste sentido, de acordo com o explícito na Portaria n.º 336/2019 de 26 de setembro, “*no caso de não haver registos de ocorrências de movimentos de massa em vertentes ou quando os registos são em número insuficiente para permitir a aplicação do Método do Valor Informativo acima descrito, as AIV devem ser delimitadas, nestas situações específicas e com a devida fundamentação, recorrendo a trabalhos científicos e técnicos recentes e relevantes adequados aos territórios em causa.*”

Posteriormente, foram consultados vários repositórios científicos, destacando o da Universidade da Beira Interior, da Universidade de Coimbra, da Universidade do Porto, da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, do Instituto Universitário de Lisboa, da Universidade do Minho, da Universidade de Lisboa, da Universidade de Aveiro, do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG) e o repositório científico de acesso aberto em Portugal (RCAAP).

Porém, apenas o repositório da Universidade de Coimbra e o RCAAP integravam alguns trabalhos científicos onde analisaram o fenómeno das áreas de instabilidade de vertentes no centro de Portugal.

Neste âmbito, uma análise aos trabalhos científicos encontrados, onde se destaca Bateira (2001), Seixas *et. al.* (2006), Pereira *et. al.* (2008), Soares *et. al.* (2013), Bateira *et. al.* (2014), foi possível constatar que apesar de não serem muito antigos, os que realizaram o cálculo da suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertentes basearam-se numa base de dados de ocorrências de movimentos recolhida e trabalhada pelo autor. Para além do referido, os trabalhos supra foram realizados a escalas e informações de base distintas das consideradas na delimitação da REN.

Face ao exposto, considerando que o Município de Nelas não teve acesso a esses inventários de ocorrências, nem tem a possibilidade de realizar um inventário ou contratar uma equipa técnica especializada para o efeito, nem é possível a utilização dos estudos supra para a delimitação das áreas de instabilidade de vertentes a incluir em REN, não foi possível a delimitação das áreas de instabilidade de vertentes através do cálculo do método do valor informativo, pelo que a demarcação destas áreas foi realizada com base na aplicação de um método heurístico.

Neste sentido, para identificar as áreas mais suscetíveis à ocorrência de movimentos de massa em vertentes, recorreu-se à aplicação de processos automáticos de interpolação, onde foram consideradas as seguintes variáveis: litologia (LT), formações superficiais (FS), ocupação do solo (OS), curvatura de vertentes (CV), declive (DE) e exposição de vertentes (EX).

Suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes

Declives e exposição de vertentes

A influência da topografia manifesta-se fundamentalmente através da forma como o declive (DE) (Mapa 73) e a exposição das vertentes (EX) (Mapa 74) vão determinar a radiação solar incidente recebida pelas superfícies (Geiger, 1961, Yoshimo, 1974 e Barry, 1994 *in* Mora, C., 2006). Essas áreas de sombreamento são definidas pela relação dos declives com a orientação das vertentes.

Estas variáveis foram obtidas através do Modelo Digital do Terreno (MDT), elaborado com base nas curvas de nível, pontos cotados e rede hidrográfica, à escala 1:10 000 da Comunidade Intermunicipal de Viseu Dão Lafões para o Município de Nelas.

Considerando que os declives permitem identificar as áreas mais suscetíveis ao desencadeamento de processos de instabilidade, através da diferenciação de diferentes graus de importância das forças tangenciais, relativamente às classes de declive adotadas, de referir que a carta foi dividida em quatro classes de forma a identificar as áreas que detêm maior e menor declive, tendo sido atribuída maior ponderação às áreas de maior declive, uma vez que são áreas potenciadoras à ocorrência de movimentos de massa em

vertentes, e menor ponderação às áreas de declives mais reduzidos, uma vez que estas são menos suscetíveis à ocorrência destes eventos.

Assim, as classes referentes a áreas com declive superior a 15° detiveram ponderações mais elevadas e para as áreas com declive inferior a 15° foram atribuídas ponderações mais reduzidas.

A exposição das vertentes indica-nos a insolação que as vertentes recebem. No hemisfério norte as vertentes voltadas a sul estão mais expostas ao Sol, portanto, recebem mais insolação (vertentes soalheiras) enquanto as vertentes a norte têm mais período de sombra (vertentes sombreiras), podendo este facto, condicionar a existência de maior ou menor humidade nos solos (Piedade, 2009 *in* Jorge, 2015).

Assim, considerando que as vertentes voltadas a este recebem detêm incidência solar direta durante a manhã (quando o sol se encontra em posição baixa) e as vertentes voltadas a oeste recebem a radiação solar direta durante a tarde, particularmente nas horas de poente ou quando o sol se encontra em posição baixa. Assim como estas vertentes dispõem radiação solar incidente numa parte do dia a ponderação atribuída foi igual.

Nos quadros seguintes apresentam-se os valores de ponderação adotados para cada classe das variáveis referentes aos declives (Quadro 38) e à exposição de vertentes (Quadro 39).

Quadro 38: Valores de ponderação da variável referente aos declives

DECLIVE (°)	PONDERAÇÃO
< 5	0
5 – 15	1
15 – 30	2
> 30	3

Quadro 39: Valores de ponderação da variável alusiva à exposição de vertentes

EXPOSIÇÃO DE VERTENTES	PONDERAÇÃO
Plano	0
Norte	3
Este	2
Sul	1
Oeste	2

Geologia

A geologia do concelho de Nelas permitiu que fossem identificadas as litologias (LT) existentes (Mapa 75), devido às diferentes suscetibilidades de ocorrência de movimentos de terras, bem como as formações superficiais (FS) existentes no seu território (Mapa 76).

Estas variáveis foram obtidas através da Carta Geológica de Nelas, à escala 1:25 000, do Laboratório Nacional de Energia e Geologia, 2024.

Nos quadros seguintes apresentam-se os valores de ponderação adotados nas litologias dominantes (Quadro 40) e às formações superficiais (Quadro 41).

Quadro 40: Valores de ponderação da variável relativa à geologia

CONSTITUIÇÃO LITOLÓGICA	PONDERAÇÃO
Granitos	1
Xistos	2
Depósitos de cobertura	3

Quadro 41: Valores de ponderação da variável referente às formações superficiais

FORMAÇÕES SUPERFICIAIS	PONDERAÇÃO
Áreas sem depósitos	1
Áreas com depósitos superficiais	3

Curvatura de vertentes

A variável referente à curvatura de vertentes (CV) (Mapa 77) *“(…) está relacionada com o carácter convexo/côncavo do terreno sendo decisiva na aceleração ou desaceleração do fluxo da água sobre o mesmo.”* (Anjos *et al.*, 2011)

Estas variáveis foram obtidas através do Modelo Digital do Terreno (MDT), elaborado com base nas curvas de nível, pontos cotados e rede hidrográfica, à escala 1:10 000, da Comunidade Intermunicipal de Viseu Dão Lafões para o Município de Nelas.

No quadro seguinte apresentam-se os valores de ponderação adotados para cada classe da variável relativa à curvatura de vertentes.

Quadro 42: Valores de ponderação da variável alusiva à curvatura de vertentes

CONSTITUIÇÃO LITOLÓGICA	PONDERAÇÃO
Plano	1
Côncavo	3
Convexo	2

Ocupação do solo

A variável referente ao tipo de ocupação do solo (OS) (Mapa 78) demonstra a paisagem caracterizadora da região. Com a utilização da carta de ocupação do solo, é possível identificar desde logo, as áreas que serão alvo do estudo subsequente, nomeadamente a identificação das áreas agrícolas, florestais, incultos e áreas dedicadas à pastagem.

De referir, também, que a ocupação do solo, assim como algumas atividades antrópicas desenvolvidas no território, têm influência na estabilidade das vertentes (Bateira, 2001; Brunetti *et al.*, 2009; Pereira, 2009 *in* Meneses, 2011).

“A remoção do suporte basal das vertentes (e.g. construção de estradas e habitações), obstrução da rede de drenagem, alteração ou remoção da vegetação, entre outros factores, pode estar na origem de movimentos de vertente.” (Meneses, 2011).

Partindo dos pressupostos supra, a variável em questão foi avaliada a partir da perspetiva sobre a forma como esta pode promover ou desencadear movimentos de vertente.

A variável em questão foi obtida através versão 02 da Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 2018 (COS' 2018 v02) da Direção-Geral do Território.

No quadro seguinte apresenta-se os valores de ponderação adotados para cada classe da variável relativa à ocupação do solo.

Quadro 43: Valores de ponderação da variável relativa à ocupação do solo

EXPOSIÇÃO DE VERTENTES	PONDERAÇÃO
Superfícies de água	0
Áreas sociais	0
Áreas agrícolas de regadio e incultos	1
Áreas agrícolas de sequeiro e de culturas anuais	2

EXPOSIÇÃO DE VERTENTES	PONDERAÇÃO
Áreas de floresta	3

Aferição dos Resultados

Com a identificação das variáveis supracitadas (Litologia; Formações Superficiais; Ocupação do Solo; Curvatura de Vertentes; Declive; Exposição de Vertentes), realizou-se o cálculo da suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes, através da aplicação da seguinte equação⁴:

$$1.LT+4.DE+2.EX+3.CV+1.FS+1.OS$$

Onde:

LT: variável correspondente à litologia.

DE: refere-se aos declives, em graus.

EX: variável referente à exposição de vertentes.

CV: fator referente à curvatura de vertentes.

FS: variável relativa às formações superficiais.

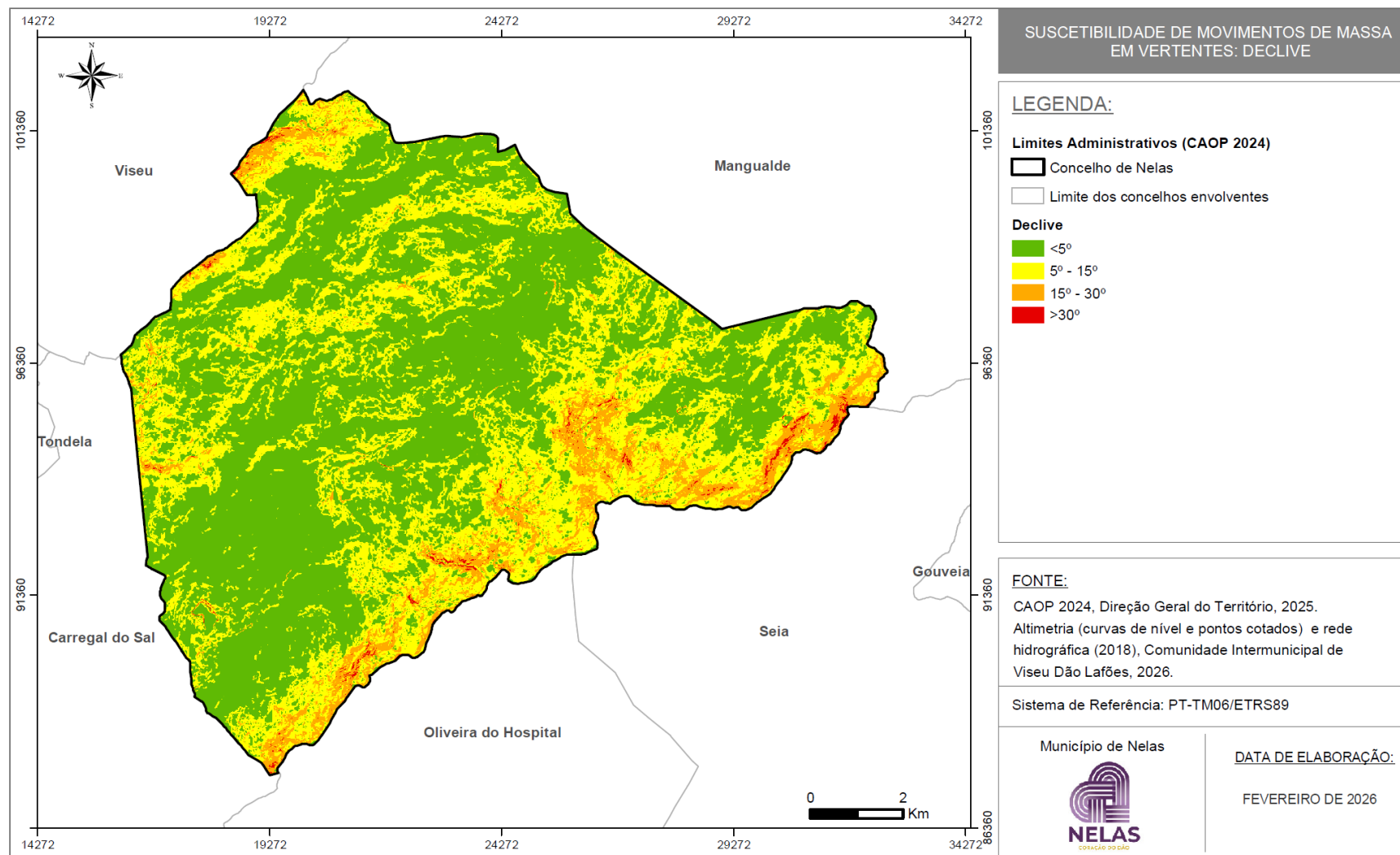
OS: fator alusivo à (ocupação do solo).

De seguida, procedeu-se com a divisão do resultado em três classes pelo método de intervalos iguais, uma vez que este método foi o que se revelou ser mais adequado para a representação das áreas de maior suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes.

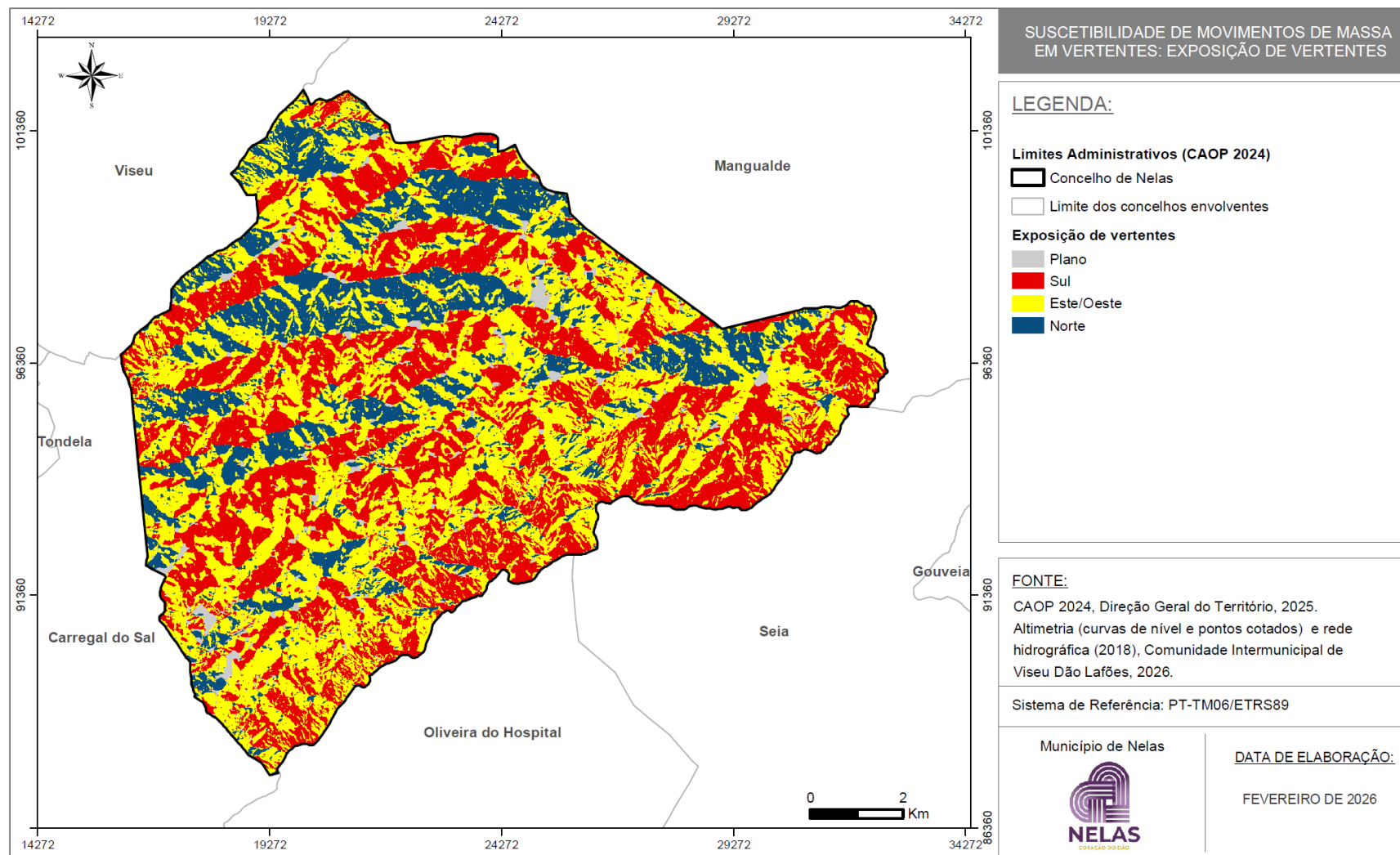
Por conseguinte, efetuou-se uma aferição do resultado obtido, através do uso de ortofotomapas e da informação topográfica, tendo sido analisadas para integração em REN as áreas inseridas na classe elevada (Mapa 79), uma vez que esta classe resulta da combinação das áreas de maior suscetibilidade à ocorrência de eventos de instabilidade.

⁴ A metodologia de cálculo adotada foi obtida com base no disposto do Atlas dos Riscos Naturais e Tecnológicos dos Municípios de Mirandela, Macedo de Cavaleiros e Bragança, desenvolvido pela GeoAtributo CIPOT, Lda (2008), e em Bateira, et al. (2011), Anjos et al. (2011) e Valeriano (2003).

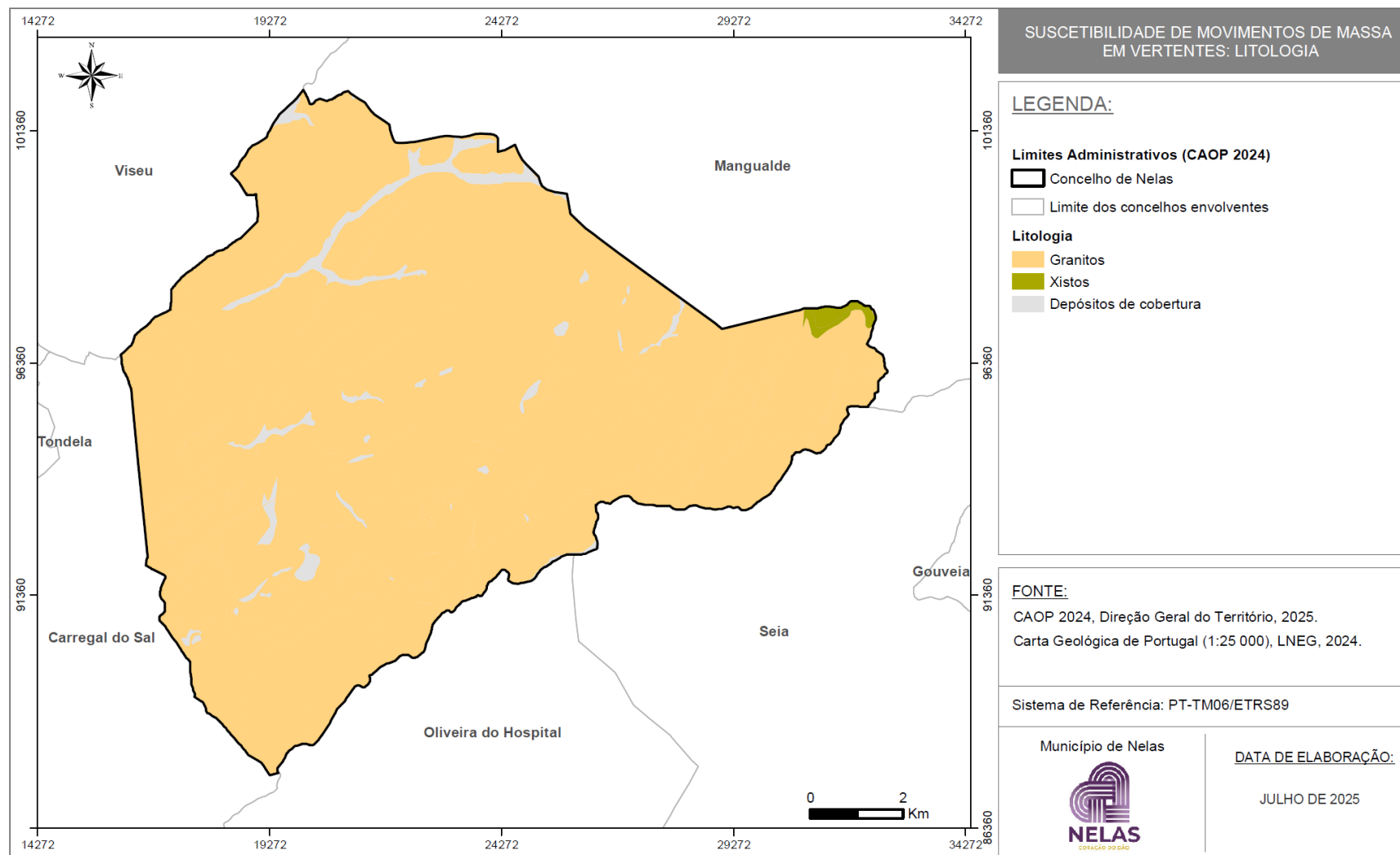
Mapa 73: Fator alusivo aos declives (DE)



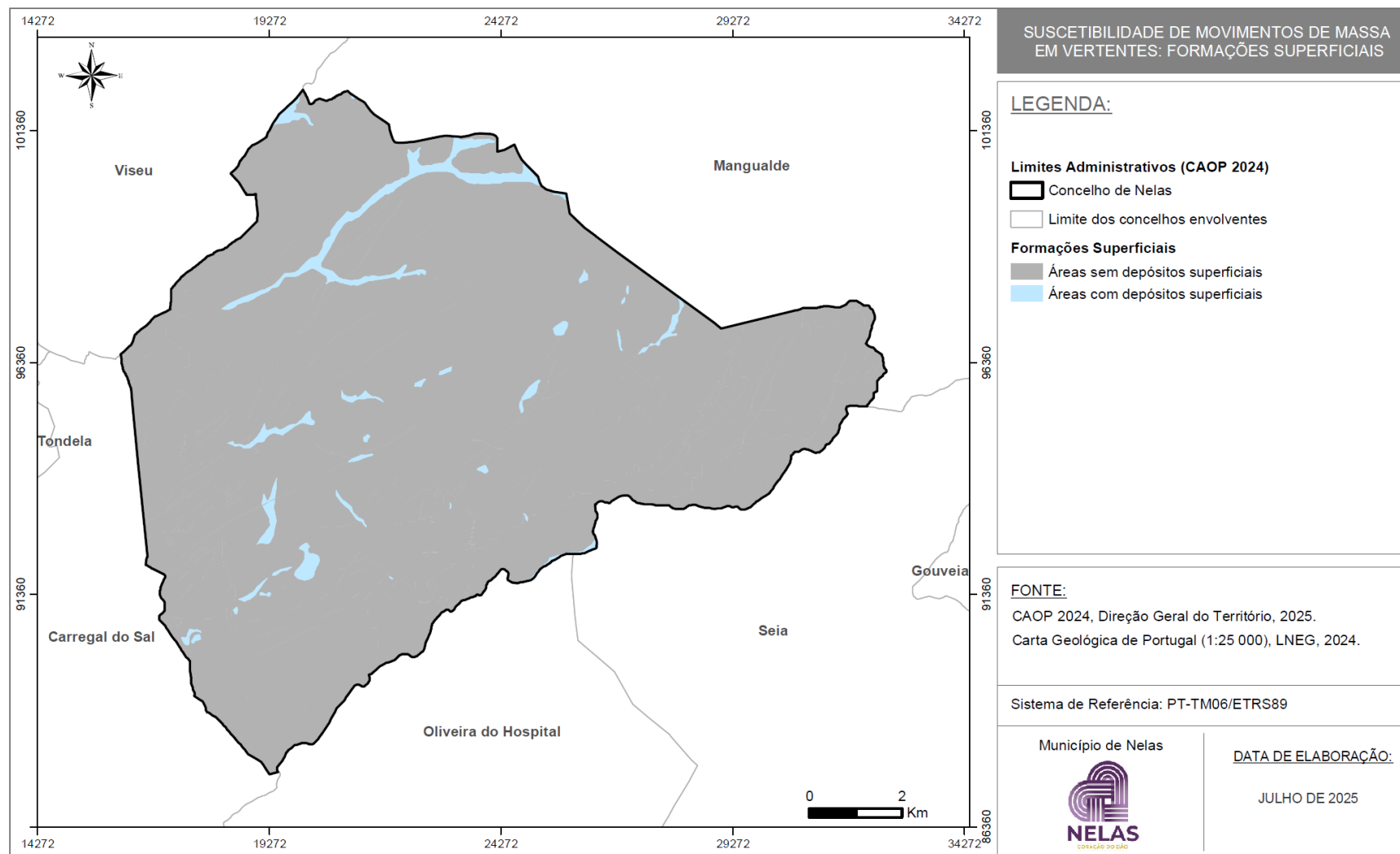
Mapa 74: Fator referente à exposição de vertentes (EX)



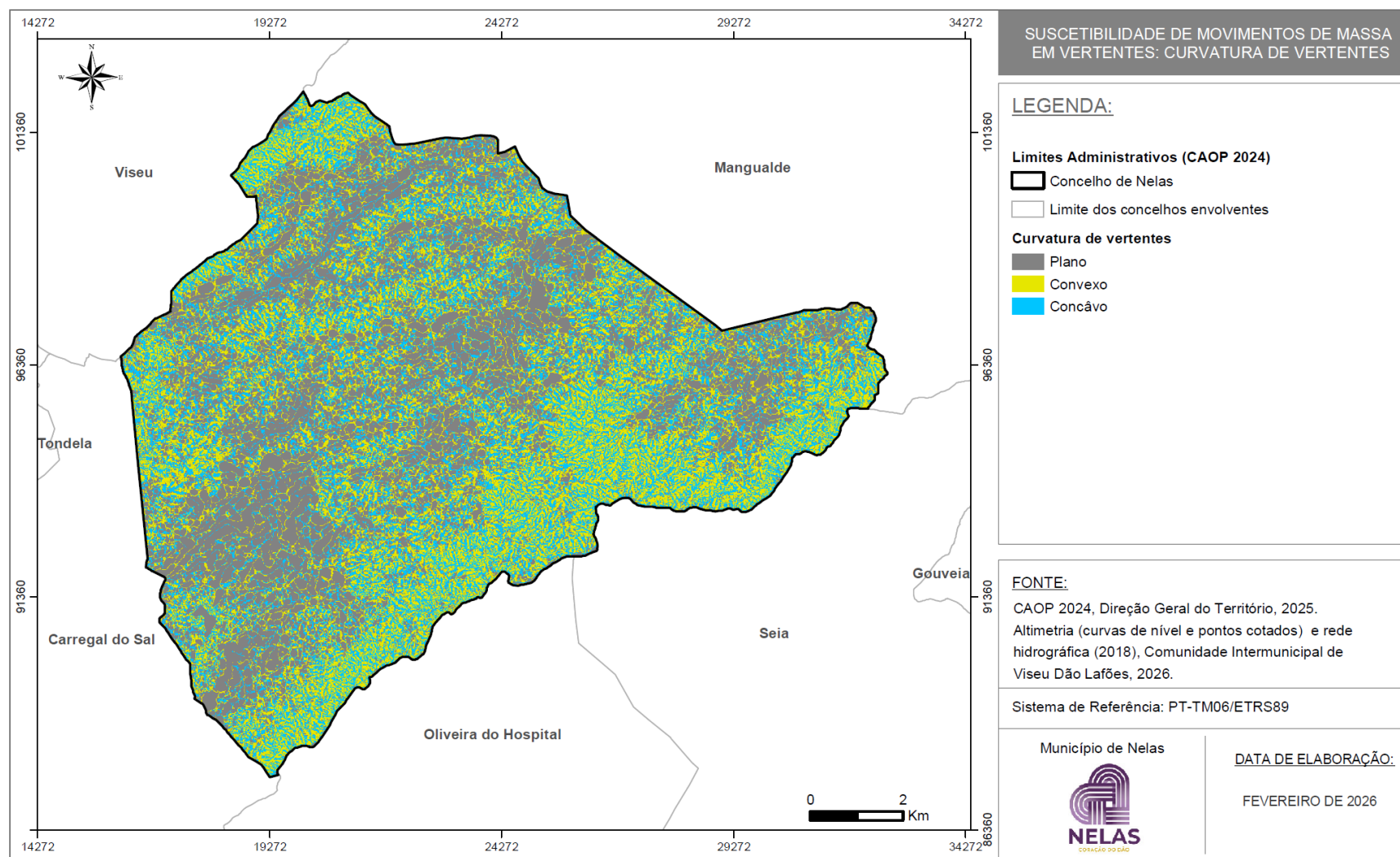
Mapa 75: Fator relativo à litologia “LT”



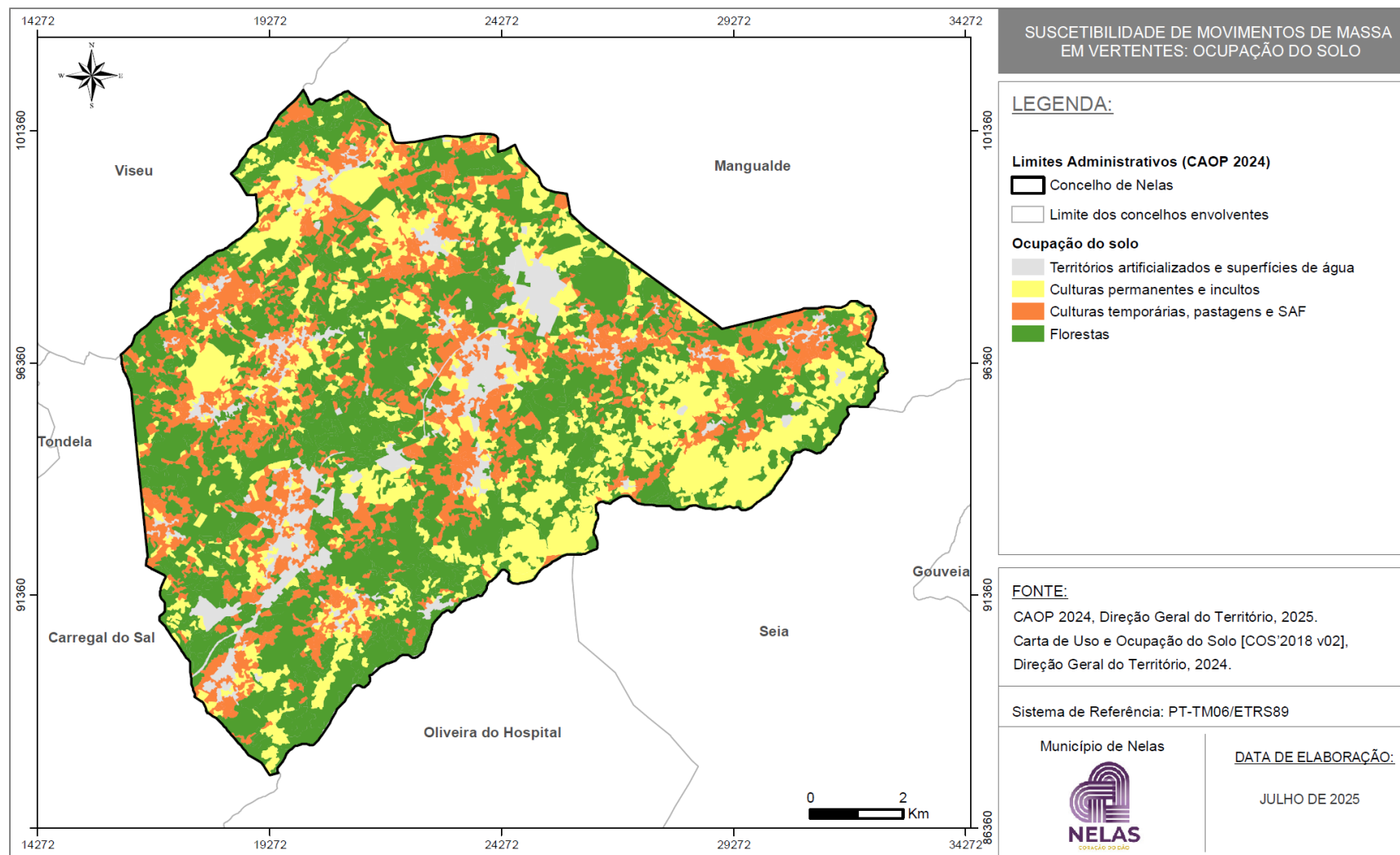
Mapa 76: Fator alusivo às formações superficiais “FS”



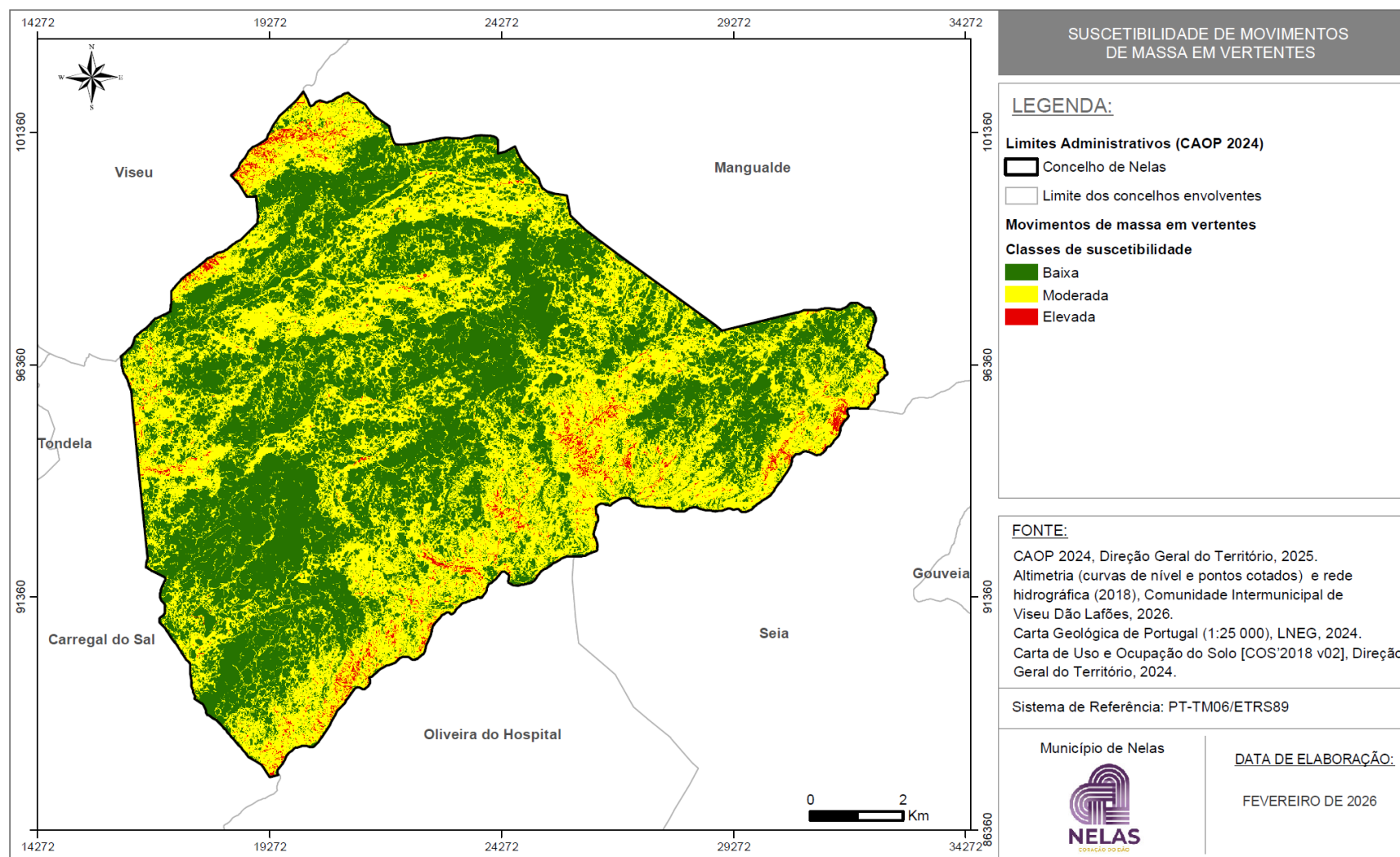
Mapa 77: Fator relativo à curvatura de vertentes (CV)



Mapa 78: Fator referente à ocupação do solo (OS)



Mapa 79: Suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes



Áreas de Instabilidade de Vertentes - Escarpas naturais e faixa de proteção

No que respeita às escarpas, estas foram obtidas através do cálculo dos declives em graus, obtida a partir da altimetria, nomeadamente as curvas de nível e os pontos cotados e da hidrografia da cartografia homologada, onde se identificaram os abruptos de terreno, ou seja, as áreas com declive superior a 45° (Mapa 80) e foi executada uma aferição destas, com recurso aos ortofotomapas, com objetivo de excluir todas as áreas associadas a taludes artificiais (Mapa 81).

Uma vez que está em causa a prevenção e redução do risco, assegurando a segurança de pessoas e de bens, de forma a garantir uma coerência lógica, continuidade e estabilidade da estrutura biofísica desta categoria da REN, procedeu-se com a aglutinação de áreas que distavam, entre elas, no máximo 30 metros, tendo sido estas agregadas com base na informação altimétrica, nomeadamente, as curvas de nível e a morfologia do território.

Realizou-se uma generalização das manchas, tendo como referência áreas de dimensão igual a 300 m², com o objetivo de excluir as áreas residuais isoladas, uma vez que estas não têm qualquer expressão cartográfica à escala do plano (1:10 000) (Mapa 82).

No que concerne às faixas de proteção das escarpas, estas foram delimitadas “(...) a partir do rebordo superior e da base, cada uma das quais com largura determinada em função da geodinâmica e dimensão da escarpa e do interesse cénico e geológico do local, a qual deve ser, no mínimo, igual à altura do desnível entre a crista e o sopé.” (Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro).

De forma a garantir a salvaguarda das escarpas identificadas no território do concelho de Nelas a faixa de proteção adotou um valor maior do que o mínimo, ou seja, maior do que a altura do desnível entre a crista e o sopé, tendo sempre em consideração o interesse cénico e geológico do local. Neste sentido, o valor mínimo adotado na demarcação das faixas de proteção das escarpas corresponde a 12,3 metros e o valor máximo definido foi 34,6 metros.

f) Apresentação de resultados

De forma a garantir o carácter sistémico desta estrutura biofísica foram aglutinadas as áreas que manifestavam continuidade da referida estrutura, uma vez que em resultado da sua proximidade, formavam em conjunto uma dimensão superior.

Para o efeito, foram aplicadas as ferramentas *Majority Filter* e *Boundary Clean*, respetivamente, que permitiram, por sua vez, a agregação das manchas adjacentes e o incremento da sua compacidade, garantindo, desta forma, uma coerência lógica e continuidade da estrutura biofísica desta categoria REN.

Após a seleção da classe referente à suscetibilidade elevada à ocorrência de movimentos de massa em vertentes identificada através da aplicação do método heurístico acima referido, esta foi transformada para vetorial (*shapefile*), como evidencia o Mapa 83.

Este resultado “bruto” foi de seguida sujeito a um exercício de generalização, tendo como referência áreas de dimensão de 5000 m², com o objetivo de excluir todas as manchas isoladas com área inferior a esse valor e incluir todos os espaços vazios com áreas residuais (Mapa 84).

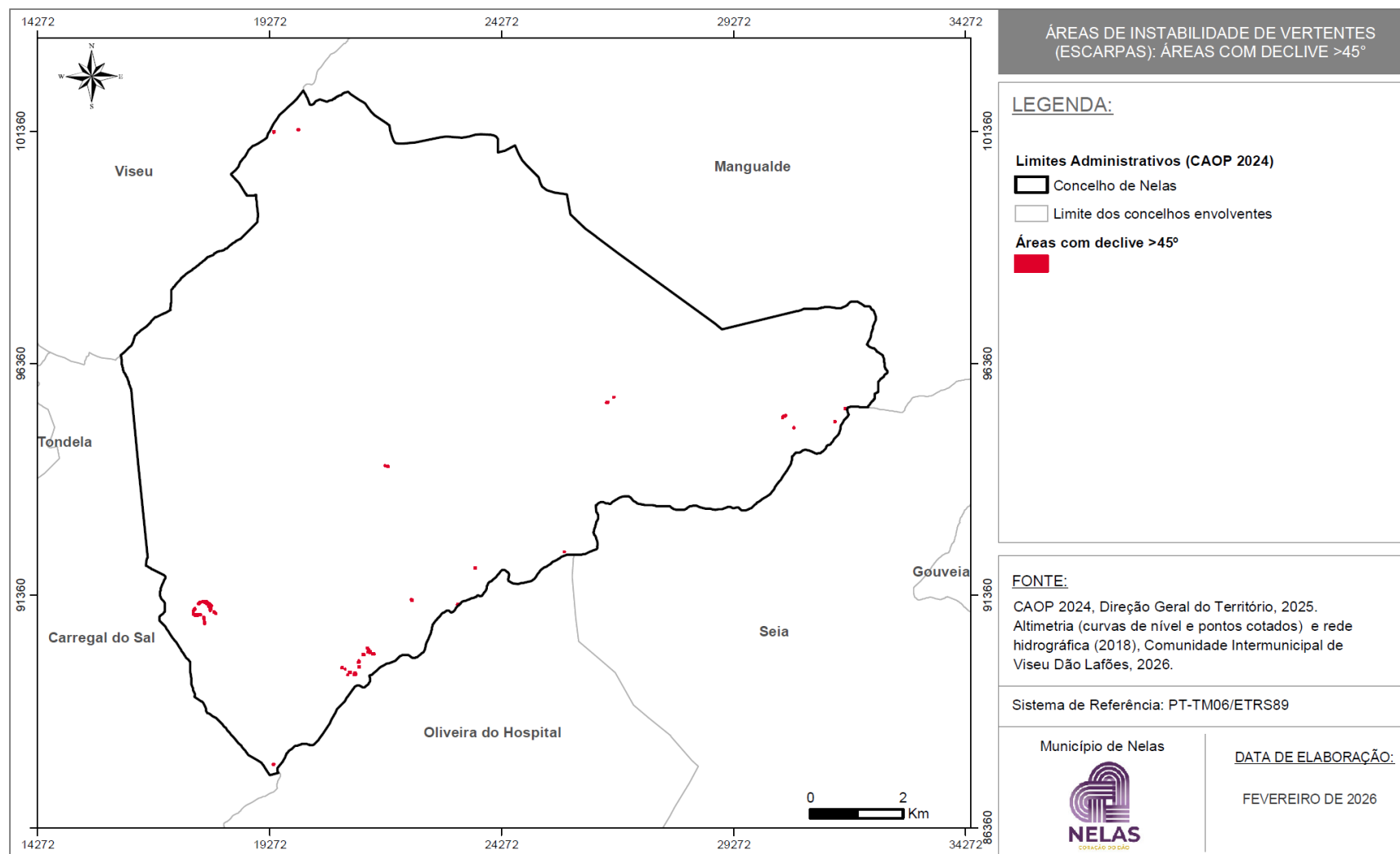
De seguida, realizou-se um exercício de suavização das manchas através do uso da ferramenta “*Smooth Polygon*”, considerando um “PAEK” de 20 metros e procedeu-se com a aferição das áreas integradas em REN associadas a taludes artificiais, por sua vez relacionadas com a construção de vias e com a exploração de pedreiras.

Foram ainda colmatadas as áreas vazias de reduzida dimensão (áreas inferiores a 5000 m²) existentes entre os leitos de geometria poligonal e as AIV, estendendo as manchas de AIV até ao leito.

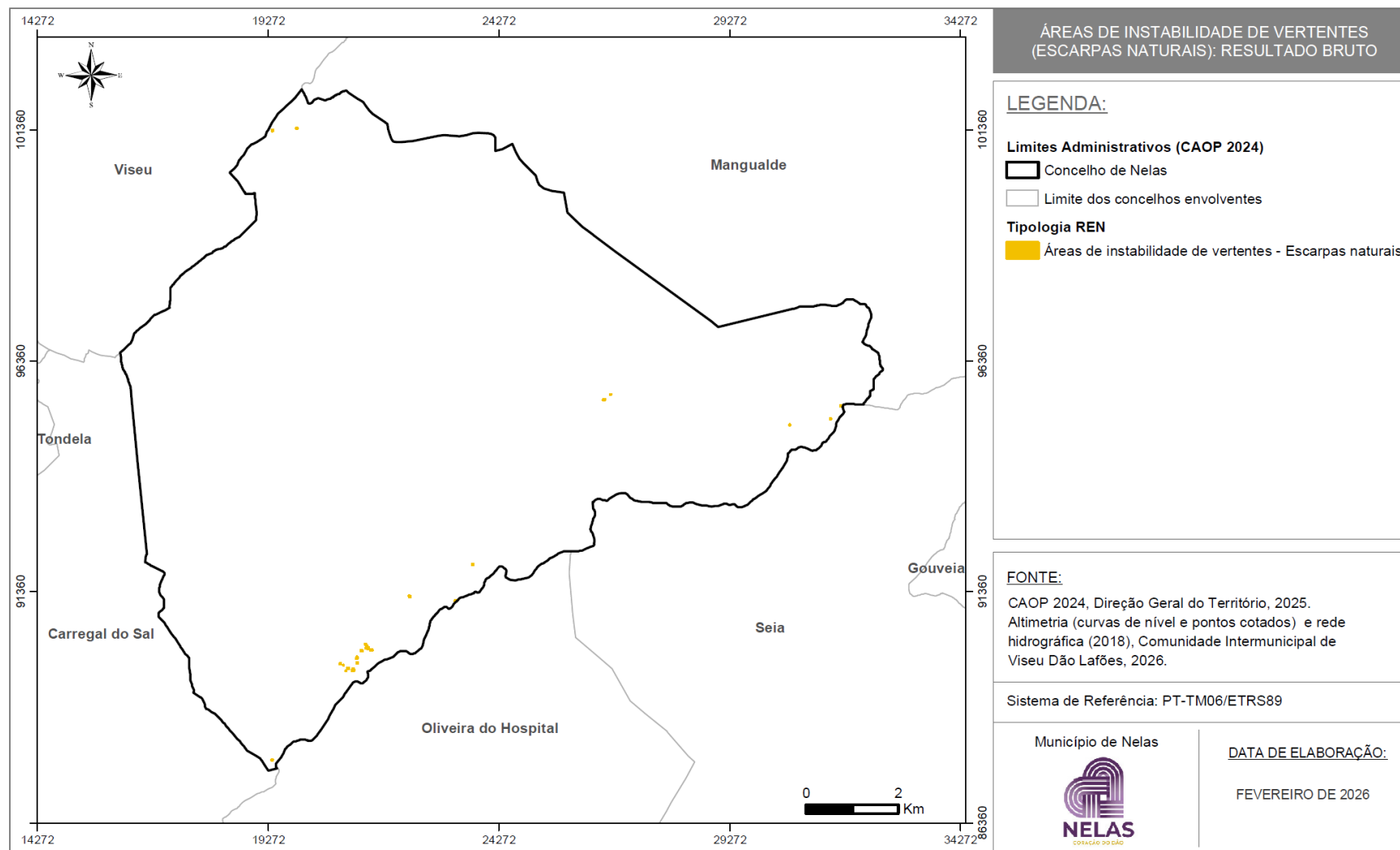
De salientar, ainda, que foi assegurado o cumprimento da matriz de sobreposição de tipologias REN (Anexo I) disponibilizada pela CCDR-C e a continuidade da tipologia com os concelhos limítrofes.

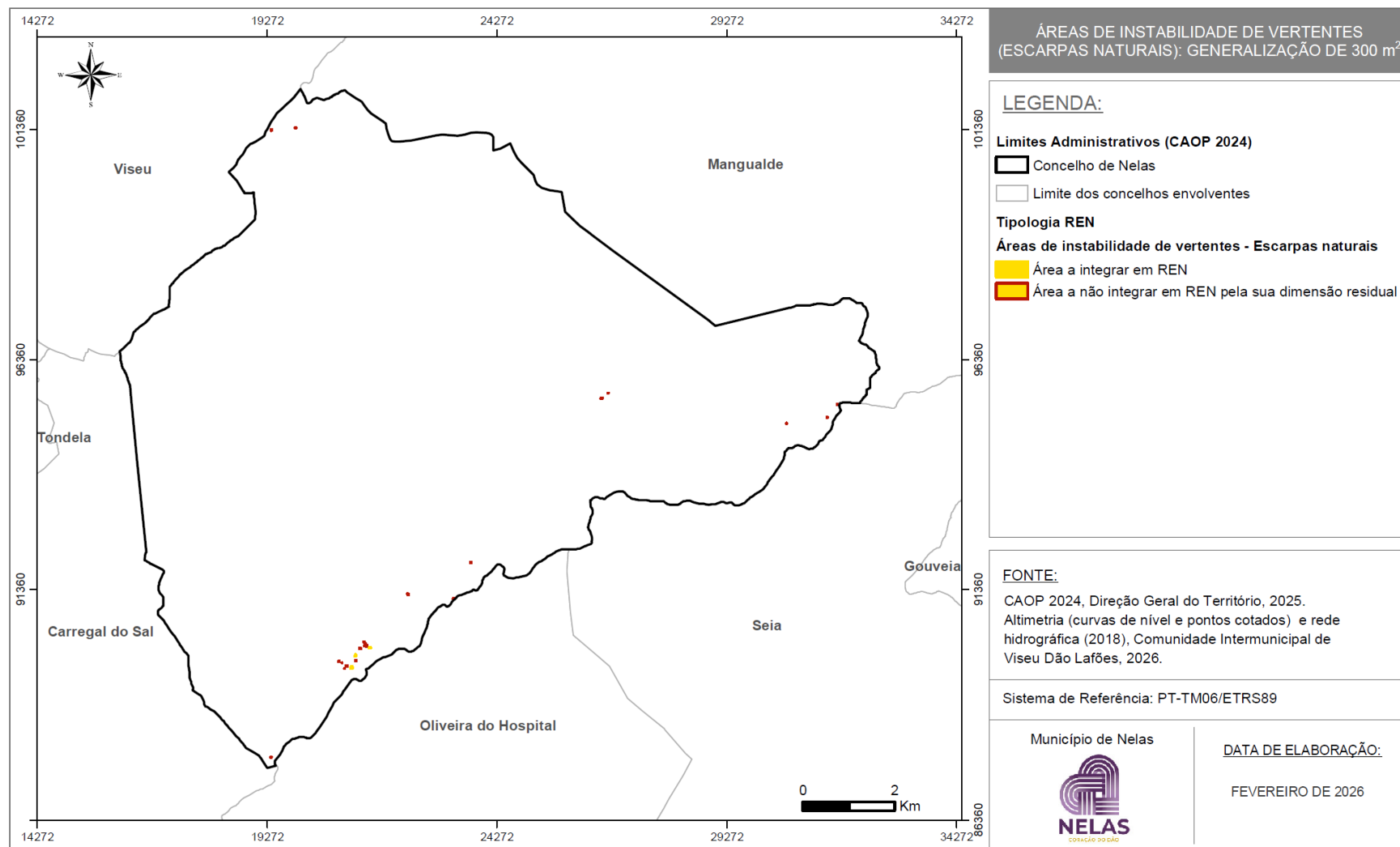
Por conseguinte, o resultado obtido é o que se pode observar no Mapa 85, perfazendo um total de 96,1 hectares para integração nesta tipologia da REN, cerca de 0,8% da superfície concelhia, dos quais 1,3 hectares correspondem, por sua vez, à área ocupada pelas escarpas e respetivas faixas de proteção e 94,7 hectares dizem respeito à área obtida no cálculo da suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes.

Mapa 80: Declives superiores a 45°

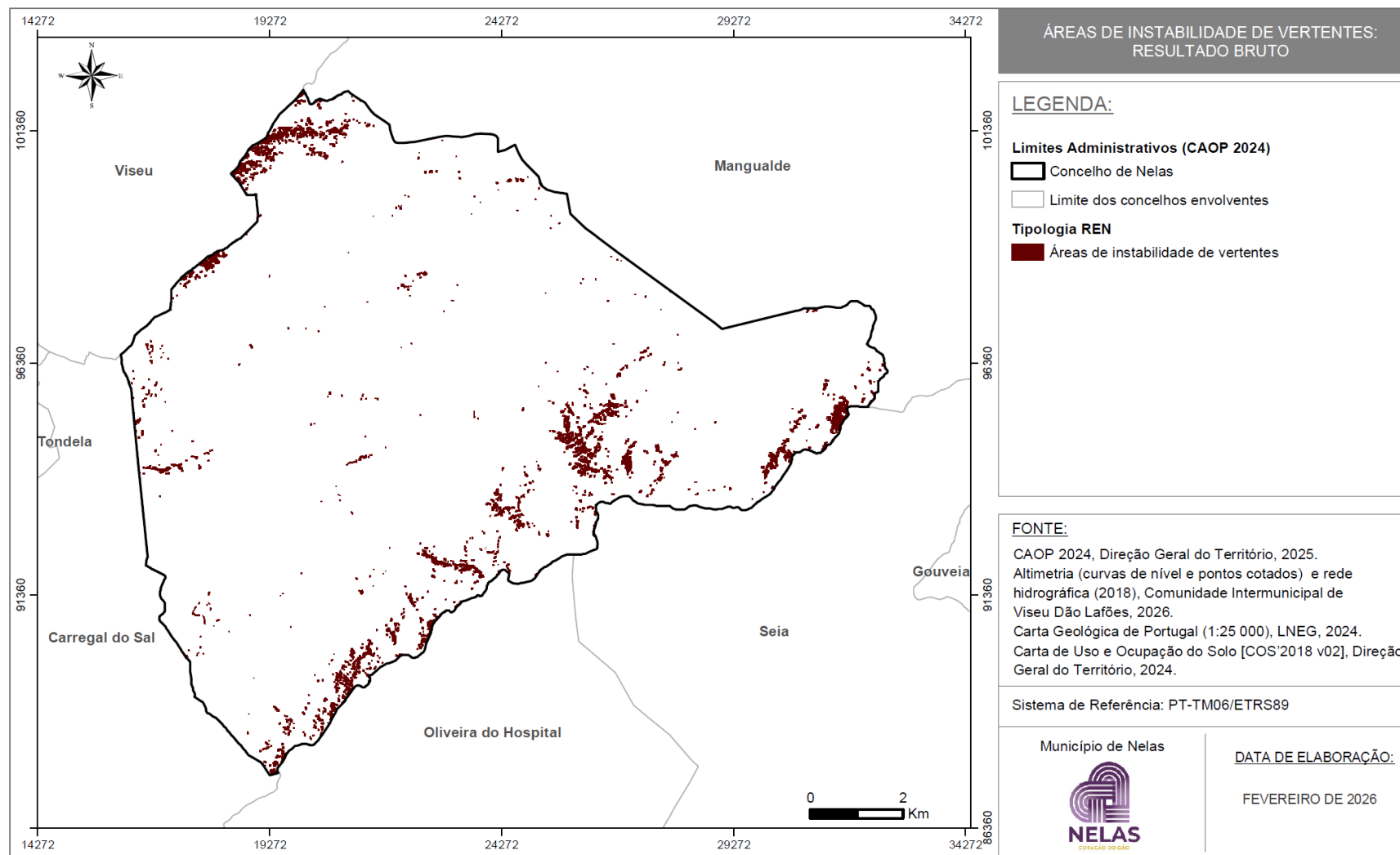


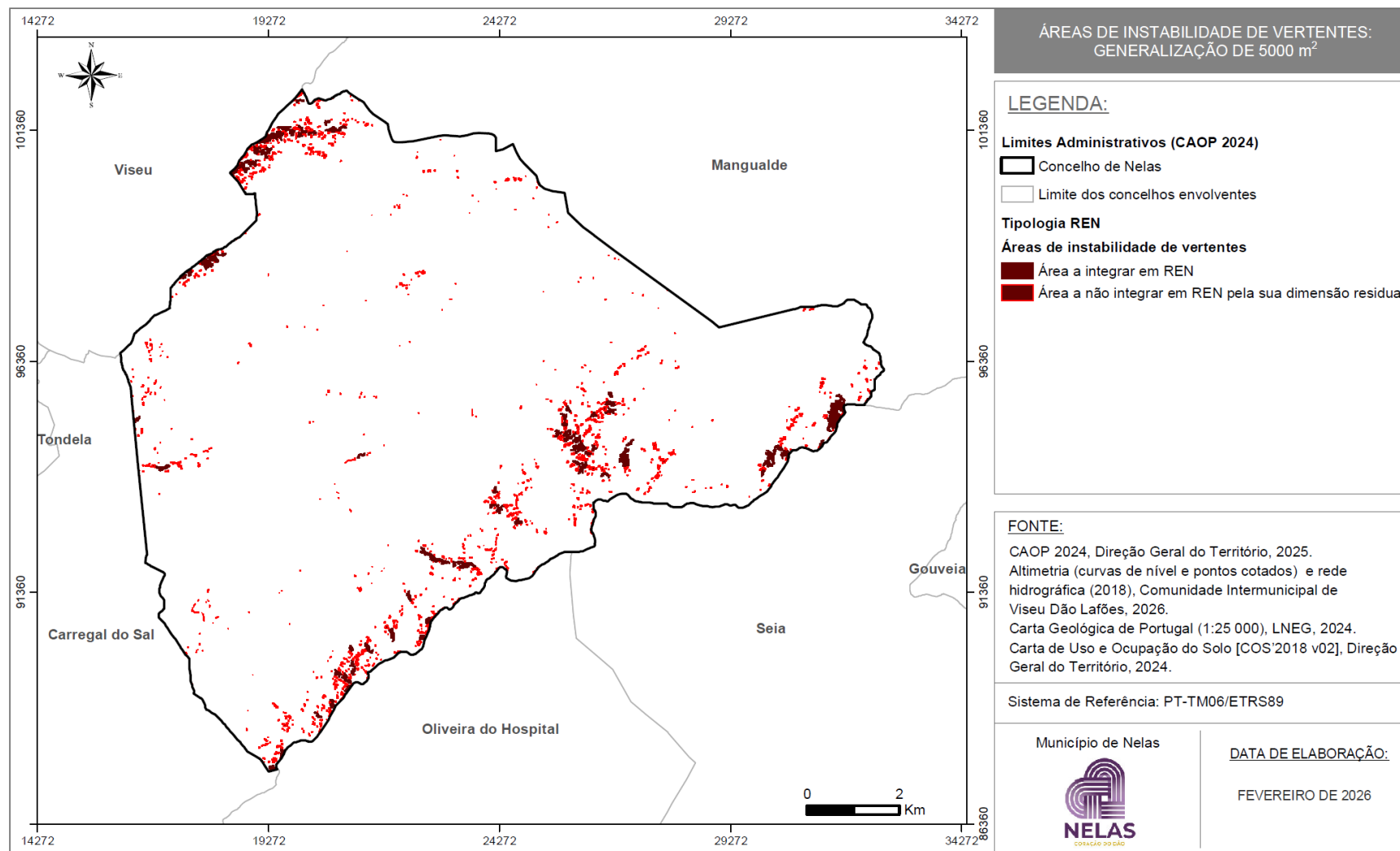
Mapa 81: Áreas de instabilidade de vertentes – Escarpas naturais (resultado bruto)



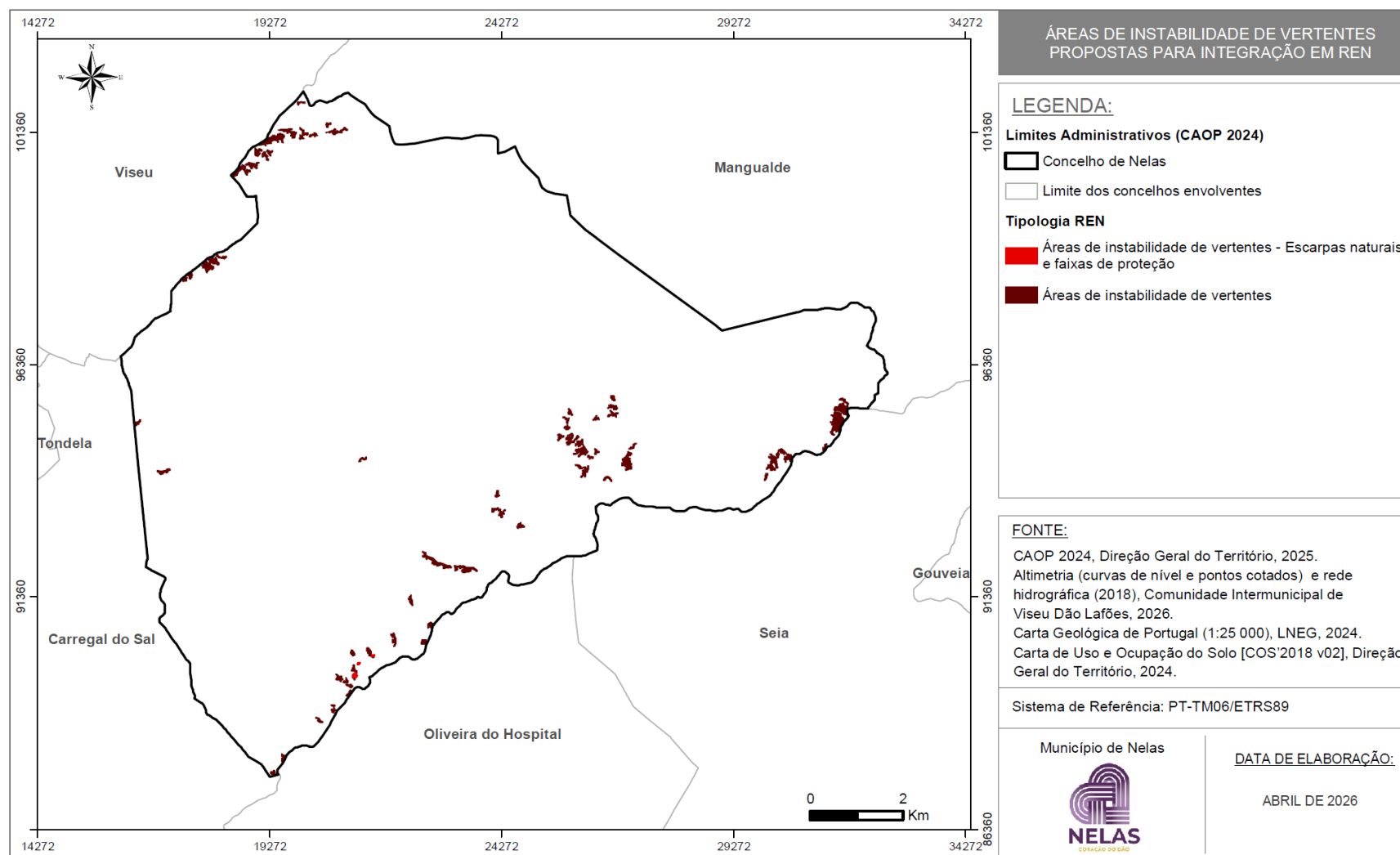
Mapa 82: Áreas de instabilidade de vertentes – Escarpas naturais (generalização de 300 m²)

Mapa 83: Áreas de instabilidade de vertentes (resultado bruto)



Mapa 84: Áreas de instabilidade de vertentes (generalização de 5000 m²)

Mapa 85: Áreas de instabilidade de vertentes propostas para integração em REN



g) Comparação com a REN em vigor

A REN do município de Nelas que à data se encontra em vigor, não integra esta tipologia da REN proposta.

4 ÁREAS URBANAS CONSOLIDADAS SOBREPOSTAS À PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO DA REN BRUTA

O Município de Nelas, à data da elaboração desta proposta de delimitação da REN, não possui a delimitação das AUC, pelo que não foi feita aferição da sobreposição das mesmas com a proposta de delimitação da REN.

5 COMPARAÇÃO ENTRE A REN EM VIGOR E A PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO DA REN

Neste ponto efetua-se a comparação entre a proposta de delimitação da REN de Nelas e a REN vigente (Quadro 44), onde é possível constatar que todas as tipologias da REN sofreram uma variação positiva, à exceção da tipologia “Albufeiras, respetivos leitos, margens e faixas de proteção”, que na proposta da REN não foi delimitada pelo motivo já exposto. A tipologia da REN que apresenta maior variação positiva corresponde às “Áreas estratégicas de infiltração de proteção e recarga de aquíferos” (343,1%). De uma forma global, a variação entre a proposta de delimitação da REN agora apresentada e a REN vigente corresponde a um aumento de 3.776,6 hectares (cerca de 247,2%), referente ao somatório das tipologias, e um aumento de 3.306,4 hectares (cerca de 253,0%) referente à superfície ocupada no território concelhio.

A variação verificada na delimitação da Reserva Ecológica Nacional, tal como referido na análise realizada entre a REN em vigor e a REN proposta em cada capítulo da tipologia da REN apresentada anteriormente, deve-se, principalmente, à discrepância entre as metodologias aplicadas na demarcação das tipologias REN, e também, devido à utilização de cartografia de base mais atual.

Quadro 44: REN em vigor e REN proposta

NOVAS CATEGORIAS REN	ÁREAS DEFINIDAS NO DECRETO LEI N.º 93/90, DE 19 DE MARÇO (REN EM VIGOR NO MUNICÍPIO)	DIMENSÃO DA REN VIGENTE	DIMENSÃO REN DELIMITADA	VARIAÇÃO EM %
Cursos de água e respetivos leitos (km)	Leitos dos cursos de água (km)	-	76,91	100
Cursos de água e respetivos leitos e margens (ha)	Leitos dos cursos de água e margens (ha)	164,82	215,67	30,85
Albufeiras, respetivos leitos, margens e faixas de proteção (ha)	Albufeiras e faixas de proteção (ha)	165,47	- ⁵	-100
Áreas estratégicas de infiltração de proteção e recarga de aquíferos (ha)	Cabeceiras das Linhas de Água (ha)	297,00	2.384,50	343,07
	Áreas de Máxima Infiltração (ha)	241,17		
Zonas ameaçadas pelas cheias (ha)	Zonas ameaçadas pelas cheias (ha)	124,97	495,67	296,62
Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo (ha)	Áreas com Risco de Erosão (ha)	534,64	2.112,78	295,18
Áreas de instabilidade de vertentes (ha)	Escarpas (ha)	-	96,06	100

⁵ Como já referido anteriormente no capítulo 3.1.2 do presente documento, não foi delimitado nenhum objeto na tipologia referentes às Albufeiras, uma vez que a Albufeira (Albufeira da Bogueira) que foi considerada na REN em vigor encontrava-se em fase de construção, no entanto o projeto para a sua construção não se veio a realizar.

NOVAS CATEGORIAS REN	ÁREAS DEFINIDAS NO DECRETO LEI N.º 93/90, DE 19 DE MARÇO (REN EM VIGOR NO MUNICÍPIO)	DIMENSÃO DA REN VIGENTE	DIMENSÃO REN DELIMITADA	VARIAÇÃO EM %
REN TOTAL (ha) (somatório das tipologias REN) ⁶		1528,07 ⁷	5.304,67	247,15 ⁸
REN TOTAL (ha) (área territorial) ⁹		1306,79 ¹⁰	4.613,23	253,02 ¹¹

⁶ O total referido não corresponde total da superfície ocupada pela delimitação da REN, mas sim ao somatório das categorias da REN, que, por sua vez, não teve em conta a sobreposição existente entre as mesmas.

⁷ O total referido não integra a área ocupada pelas respetivas margens dos cursos de água, atendendo que a tipologia não integra a REN em vigor.

⁸ O total referido não integra a área ocupada pelas respetivas margens dos cursos de água, atendendo que a tipologia não integra a REN em vigor.

⁹ O total referido não corresponde ao somatório das categorias da REN, mas sim ao total da superfície ocupada pela delimitação da REN, que, por sua vez, teve em conta a sobreposição existente entre as mesmas.

¹⁰ O total referido não integra a área ocupada pelas respetivas margens dos cursos de água, atendendo que a tipologia não integra a REN em vigor.

¹¹ O total referido não integra a área ocupada pelas respetivas margens dos cursos de água, atendendo que a tipologia não integra a REN em vigor.

6 COMPARAÇÃO DA PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO DA REN COM OS CONCELHOS VIZINHOS

De acordo com a pesquisa efetuada à página da Comissão Nacional da Reserva Ecológica Nacional, alocada na Direção Geral do Território, o ponto de situação da Reserva Ecológica nacional dos concelhos vizinhos de Nelas é o seguinte:

- Carregal do Sal: aprovação e publicação pelo Despacho n.º 2331/2025, de 17 de fevereiro;
- Mangualde: aprovação e publicação pela Portaria n.º 86/2014, de 16 de abril e corrigida pelo Despacho n.º 6843/2017, de 8 de agosto (1.ª correção material);
- Oliveira do Hospital: aprovação e publicação pela Portaria n.º 158/2014, de 19 de agosto e alterada pelo Despacho n.º 5707/2018, de 8 de junho (1.ª alteração siimplificada);
- Seia: aprovação e publicação pela Portaria n.º 299/2015, de 21 de setembro e alterada pelo aviso n.º 11429/2024/2, de 29 de maio (1.ª alteração);
- Viseu: aprovação e publicação pela Portaria n.º 167/2015, de 4 de junho e alterada pelos despachos n.º 7882/2019, de 6 de setembro (1.ª alteração), n.º 9255/2019, de 14 de outubro (2.ª alteração) e n.º 165/2021, de 6 de janeiro (3.ª alteração).

Da análise às datas de aprovação, publicação e às categorias integradas na Reserva Ecológica Nacional, constata-se que o Município de Carregal do Sal foi o único que procedeu à delimitação da REN em conformidade com o Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto, considerando, por sua vez, as orientações dispostas na Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, alterada pela Portaria n.º 264/2020 de 13 de novembro. Nesse sentido na delimitação da REN do Concelho de Nelas, houve o cuidado de avaliar, analisar e assegurar a continuidade espacial da delimitação das tipologias.

A continuidade espacial das tipologias entre o município de Nelas e os restantes municípios cuja delimitação foi efetuada abrigo do mencionado anterior RJREN é de maior dificuldade de análise, presumindo-se que a disparidade de critérios e metodologias implementados na sua delimitação, em conjunção com a ausência de uma base de informação geográfica comum, conduziu a resultados cartográficos muito distintos. No entanto foram feitos todos os esforços para assegurar a maior continuidade espacial das tipologias entre os territórios concelhios. No entanto, sugere-se que, quando os mesmos procederem à delimitação da REN de acordo as OENR, assegurem a continuidade e conectividade intermunicipal da REN com o município de Nelas.

De seguida apresenta-se uma análise da continuidade e conectividade da REN de Nelas com os concelhos vizinhos, por tipologia.

CALM

Concelho de Carregal do Sal

O Município de Nelas assegurou a continuidade e a conectividade intermunicipal da REN com a respetiva tipologia do Município de Carregal do Sal, nomeadamente com a Ribeira da Calva, o Ribeiro de Travassos, o Ribeiro do Vale do Boi e o Rio Mondego. No entanto, importa referir que, no que respeita à Ribeira da Calva e ao Ribeiro de Travassos, na proposta de delimitação da REN do município de Nelas, as mesmas encontram-se representadas em formato linha, pois não têm expressão para ser representadas por polígono, enquanto que, na delimitação da REN do município de Carregal do Sal, estas linhas de água encontram-se representadas em formato polígono. Posto isto, as margens das respetivas linhas de água apresentam um ligeiro desfasamento.

Concelho de Mangualde

O município de Nelas assegurou a continuidade intermunicipal da REN com a respetiva tipologia do município de Mangualde, no entanto não assegurou a respetiva conectividade, uma vez que este município, apresenta a delimitação da REN ao abrigo do anterior regime jurídico da REN, cujas metodologias e critérios diferem cientificamente dos atualmente previstos nas OENR e no RJREN em vigor e que irão persistir até que se elabore nova delimitação da REN tendo por base os novos critérios metodológicos.

Deste modo, sugere-se que, o município de Mangualde, quando proceder à delimitação da REN de acordo as OENR, assegure a continuidade e conectividade intermunicipal da REN com o município de Nelas, nomeadamente com, o Rio Dão, o Afluente do Rio Dão (Fontanheiras), o Afluente do Ribeiro do Cagavaio (Quinta da Lameira), o Afluente do Ribeiro do Cagavaio (Quinta da Regadinha), o Afluente do Ribeiro do Cagavaio (Olho), a Ribeira de Pereira, o Ribeiro do Cagavaio, o Rio Videira, o Rio do Castelo, o Rio do Salto, o Afluente do Rio Mondego (Lavandeira), e o Rio Mondego.

Concelho de Oliveira do Hospital

O município de Nelas assegurou a continuidade intermunicipal da REN com a respetiva tipologia do município de Oliveira do Hospital, no entanto não assegurou a respetiva conectividade, uma vez que este município, apresenta a delimitação da REN ao abrigo do anterior regime jurídico da REN, cujas metodologias e critérios diferem cientificamente dos atualmente previstos nas OENR e no RJREN em vigor e que irão persistir até que se elabore nova delimitação da REN tendo por base os novos critérios metodológicos.

Deste modo, sugere-se que, o município de Oliveira do Hospital, quando proceder à delimitação da REN de acordo as OENR, assegure a continuidade e conectividade intermunicipal da REN com o município de Nelas, nomeadamente com o Rio Mondego.

Concelho de Seia

O município de Nelas assegurou a continuidade intermunicipal da REN com a respetiva tipologia do município de Seia, no entanto não assegurou a respetiva conectividade, uma vez que este município, apresenta a delimitação da REN ao abrigo do anterior regime jurídico da REN, cujas metodologias e critérios diferem cientificamente dos atualmente previstos nas OENR e no RJREN em vigor e que irão persistir até que se elabore nova delimitação da REN tendo por base os novos critérios metodológicos.

Deste modo, sugere-se que, o município de Seia, quando proceder à delimitação da REN de acordo as OENR, assegure a continuidade e conectividade intermunicipal da REN com o município de Nelas, nomeadamente com o Rio Mondego.

Concelho de Viseu

O município de Nelas assegurou a continuidade intermunicipal da REN com a respetiva tipologia do município de Viseu, no entanto não assegurou a respetiva conectividade, uma vez que este município, apresenta a delimitação da REN ao abrigo do anterior regime jurídico da REN, cujas metodologias e critérios diferem cientificamente dos atualmente previstos nas OENR e no RJREN em vigor e que irão persistir até que se elabore nova delimitação da REN tendo por base os novos critérios metodológicos.

Deste modo, sugere-se que, o município de Viseu, quando proceder à delimitação da REN de acordo as OENR, assegure a continuidade e conectividade intermunicipal da REN com o município de Nelas, nomeadamente com o Rio Dão.

AEIPRA

Nesta tipologia, não existem elementos para assegurar a continuidade intermunicipal da REN entre o município de Nelas e os municípios de Oliveira do Hospital e de Seia.

Concelho de Carregal do Sal

O Município de Nelas assegurou a continuidade intermunicipal da REN com a respetiva tipologia do Município de Carregal do Sal, no entanto, é necessário que o Município de Carregal do Sal assegure a conectividade da mesma, uma vez que, existem áreas de AEIPRA, nomeadamente associadas às Cabeceiras das bacias hidrográficas que ainda não se encontram delimitadas no concelho de Carregal do Sal.

Concelho de Mangualde

O município de Nelas assegurou a continuidade intermunicipal da REN com a respetiva tipologia do município de Mangualde, no entanto, não assegurou a respetiva conectividade, uma vez que este município, apresenta a delimitação da REN ao abrigo do anterior regime jurídico da REN, cujas metodologias e critérios diferem cientificamente dos atualmente previstos nas OENR e no RJREN em vigor e que irão persistir até que se elabore nova delimitação da REN tendo por base os novos critérios metodológicos.

Deste modo, sugere-se que, o município de Mangualde, quando proceder à delimitação da REN de acordo as OENR, assegure a continuidade e conectividade intermunicipal da REN com o município de Nelas.

Concelho de Viseu

O município de Nelas assegurou a continuidade intermunicipal da REN com a respetiva tipologia do município de Viseu, no entanto, não assegurou a respetiva conectividade, uma vez que este município, apresenta a delimitação da REN ao abrigo do anterior regime jurídico da REN, cujas metodologias e critérios diferem cientificamente dos atualmente previstos nas OENR e no RJREN em vigor e que irão persistir até que se elabore nova delimitação da REN tendo por base os novos critérios metodológicos.

Deste modo, sugere-se que, o município de Viseu, quando proceder à delimitação da REN de acordo as OENR, assegure a continuidade e conectividade intermunicipal da REN com o município de Nelas.

ZAC

Nesta tipologia, não existem elementos para assegurar a continuidade intermunicipal da REN entre o município de Nelas e os municípios de Oliveira do Hospital e Seia.

Concelho de Carregal do Sal

O Município de Nelas assegurou a continuidade e a conectividade intermunicipal da REN com a respetiva tipologia do Município de Carregal do Sal, nomeadamente com as ZAC associadas, à Ribeira da Calva, ao Ribeiro de Travassos e ao Ribeiro do Vale do Boi.

Concelho de Mangualde

O município de Nelas assegurou a continuidade intermunicipal da REN com a respetiva tipologia do município de Mangualde, no entanto não assegurou a respetiva conectividade, uma vez que este município, apresenta a delimitação da REN ao abrigo do anterior regime jurídico da REN, cujas metodologias e critérios diferem cientificamente dos atualmente previstos nas OENR e no RJREN em vigor e que irão persistir até que se elabore nova delimitação da REN tendo por base os novos critérios metodológicos.

Deste modo, sugere-se que, o município de Mangualde, quando proceder à delimitação da REN de acordo as OENR, assegure a continuidade e conectividade intermunicipal da REN com o município de Nelas, nomeadamente com as ZAC associadas, ao Rio Dão, ao Afluente do Ribeiro do Cagavaio (Olho), ao Afluente do Ribeiro do Cagavaio (Quinta da Lameira), ao Afluente do Ribeiro do Cagavaio (Quinta da Regadinha), à Ribeira de Pereira, ao Ribeiro do Cagavaio, ao Rio Videira, ao Rio do Salto, e ao Rio do Castelo.

Concelho de Viseu

O município de Nelas assegurou a continuidade intermunicipal da REN com a respetiva tipologia do município de Viseu, no entanto, uma vez que este município, apresenta a delimitação da REN ao abrigo do anterior regime jurídico da REN, cujas metodologias e critérios diferem cientificamente dos atualmente previstos nas OENR e no RJREN em vigor e que irão persistir até que se elabore nova delimitação da REN tendo por base os novos critérios metodológicos.

Assim, sugere-se que, o município de Viseu, quando proceder à delimitação da REN de acordo as OENR, assegure a continuidade e conectividade intermunicipal da REN com o município de Nelas, nomeadamente com a ZAC associada ao Rio Dão.

AEREHS

Nesta tipologia, não existem elementos para assegurar a continuidade intermunicipal da REN entre o município de Nelas e os municípios de Oliveira do Hospital e de Seia.

Concelho de Carregal do Sal

O Município de Nelas assegurou a continuidade intermunicipal da REN com a respetiva tipologia do Município de Carregal do Sal, no entanto, importa referir que a área de AEREHS delimitada no concelho de Nelas não tem continuidade no concelho de Carregal do Sal e que algumas das áreas de AEREHS delimitadas no concelho de Carregal do Sal não tem continuidade no concelho de Nelas, uma vez que de acordo com os critérios metodológicos aplicados, não resultou em áreas a integrar em REN.

Concelho de Mangualde

O município de Nelas assegurou a continuidade intermunicipal da REN com a respetiva tipologia do município de Mangualde, no entanto não assegurou a respetiva conectividade, uma vez que este município, apresenta a delimitação da REN ao abrigo do anterior regime jurídico da REN, cujas metodologias e critérios diferem cientificamente dos atualmente previstos nas OENR e no RJREN em vigor e que irão persistir até que se elabore nova delimitação da REN tendo por base os novos critérios metodológicos.

Deste modo, sugere-se que, o município de Mangualde, quando proceder à delimitação da REN de acordo as OENR, assegure a continuidade e conectividade intermunicipal da REN com o município de Nelas.

Concelho de Viseu

O município de Nelas assegurou a continuidade intermunicipal da REN com a respetiva tipologia do município de Viseu, no entanto não assegurou a respetiva conectividade, uma vez que este município, apresenta a delimitação da REN ao abrigo do anterior regime jurídico da REN, cujas metodologias e critérios diferem cientificamente dos atualmente previstos nas OENR e no RJREN em vigor e que irão persistir até que se elabore nova delimitação da REN tendo por base os novos critérios metodológicos.

Deste modo, sugere-se que, o município de Viseu, quando proceder à delimitação da REN de acordo as OENR, assegure a continuidade e conectividade intermunicipal da REN com o município de Nelas.

AIV

Nesta tipologia, não existem elementos para assegurar a continuidade intermunicipal da REN entre o município de Nelas e os municípios de Mangualde, de Oliveira do Hospital, Seia e Viseu.

Concelho de Carregal do Sal

O Município de Nelas assegurou a continuidade e a conectividade intermunicipal da REN com a respetiva tipologia do Município de Carregal do Sal.

AIV-ESCARPAS

Nesta tipologia, não existem elementos para assegurar a continuidade intermunicipal da REN entre o município de Nelas e os municípios de Carregal do Sal, de Mangualde, de Oliveira do Hospital, de Seia e de Viseu.

7 SÍNTESE CONCLUSIVA

A presente proposta de delimitação da Reserva Ecológica Nacional do concelho de Nelas, pretende cumprir os objetivos estipulados no Regime Jurídico da REN, sendo que compete à Câmara Municipal elaborar a proposta de delimitação da REN a nível municipal, devendo a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro e a Agência Portuguesa do Ambiente assegurar o acompanhamento.

Neste sentido, e cumprindo-se o estipulado no n.º 1 do artigo 11.º do RJREN na sua atual redação, a Câmara Municipal de Nelas, vem pelo presente proceder à apresentação da proposta de revisão da delimitação da REN à CCDR-C e à APA/ARHC, e, por sua vez, solicitar a pronúncia relativamente aos trabalhos realizados.

Na análise e ponderação dos trabalhos agora apresentados, solicita-se que se tenha presente a discricionariedade das metodologias apresentadas nas OENR, assim como a assimetria de informação existente a nível nacional. Conforme foi referido várias vezes ao longo do documento, a falta de informação ou a falta de informação à escala adequada constituiu uma dificuldade na aplicação das metodologias tão rigorosa e concreta quanto possível. Contudo o espírito da equipa técnica foi sempre o de encontrar a melhor resposta para a supressão das dificuldades.

Importa, ainda, referir que, devido à inexistência de registos de ocorrências de movimentos de massa em vertentes, não foi possível a realização do cálculo do método do valor informativo. Assim, pelo motivo explícito anteriormente, a tipologia REN alusiva às áreas de instabilidade de vertentes não foi delimitada através da aplicação da metodologia em questão.

Desta forma, a proposta de revisão da delimitação da REN de Nelas contempla cinco categorias REN (Mapa 86), cujo somatório destas representa cerca de 5.304,7 hectares e a área total ocupada na superfície do concelho representa cerca de 4.613,2 hectares, com a distribuição apresentada no quadro seguinte:

Quadro 45: Síntese das áreas incluídas em REN por tipologia

TIPOLOGIAS REN	DIMENSÃO (ha)	SUPERFÍCIE DO CONCELHO (%)
Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo	1.822,16	14,4944
Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo; Áreas de instabilidade de vertentes	87,64	0,6971
Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo; Áreas de instabilidade de vertentes; Escarpas	0,11	0,0009
Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo; Escarpas	0,06	0,0005
Áreas de instabilidade de vertentes	1,88	0,0150
Áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos	1.968,56	15,6590
Áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos; Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo	137,42	1,0931
Áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos; Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo; Áreas de instabilidade de vertentes	2,12	0,0169
Áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos; Áreas de instabilidade de vertentes	0,14	0,0011
Áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos; Zonas ameaçadas pelas cheias	216,50	1,7221
Áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos; Zonas ameaçadas pelas cheias; Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo	4,39	0,0349
Áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos; Zonas ameaçadas pelas cheias; Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo; Áreas de instabilidade de vertentes	0,08	0,0007
Áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos; Zonas ameaçadas pelas cheias; Áreas de instabilidade de vertentes	0,06	0,0005
Cursos de água – Leito	37,49	0,2982
Cursos de água – Margem	36,23	0,2882
Cursos de água – Margem; Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo	17,85	0,1420
Cursos de água – Margem; Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo; Áreas de instabilidade de vertentes	2,28	0,0181
Cursos de água – Margem; Áreas de instabilidade de vertentes	0,05	0,0004
Cursos de água – Margem; Áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos	3,55	0,0283
Cursos de água – Margem; Áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos; Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo	0,02	0,0002
Cursos de água – Margem; Áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos; Zonas ameaçadas pelas cheias	50,45	0,4013
Cursos de água – Margem; Áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos; Zonas ameaçadas pelas cheias;	1,09	0,0087

TIPOLOGIAS REN	DIMENSÃO (ha)	SUPERFÍCIE DO CONCELHO (%)
Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo		
Cursos de água – Margem; Áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos; Zonas ameaçadas pelas cheias; Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo; Áreas de instabilidade de vertentes	0,05	0,0004
Cursos de água – Margem; Áreas estratégicas de infiltração, proteção e recarga de aquíferos; Zonas ameaçadas pelas cheias; Áreas de instabilidade de vertentes	0,06	0,0004
Cursos de água – Margem; Zonas ameaçadas pelas cheias	50,18	0,3992
Cursos de água – Margem; Zonas ameaçadas pelas cheias; Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo	15,76	0,1253
Cursos de água – Margem; Zonas ameaçadas pelas cheias; Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo; Áreas de instabilidade de vertentes	0,60	0,0048
Cursos de água – Margem; Zonas ameaçadas pelas cheias; Áreas de instabilidade de vertentes	0,01	0,0001
Zonas ameaçadas pelas cheias	135,28	1,0761
Zonas ameaçadas pelas cheias; Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo	20,86	0,1660
Zonas ameaçadas pelas cheias; Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo; Áreas de instabilidade de vertentes	0,29	0,0023
TOTAL	4.613,23	36,70

Assim, a tipologia REN com maior representatividade corresponde às ‘Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos’ que ocupam 15,7% do território concelhio.

De modo mais sucinto, a proposta de delimitação da REN apresenta a seguinte distribuição (Quadro 46):

Quadro 46: Resumo das áreas propostas na delimitação da REN por categoria

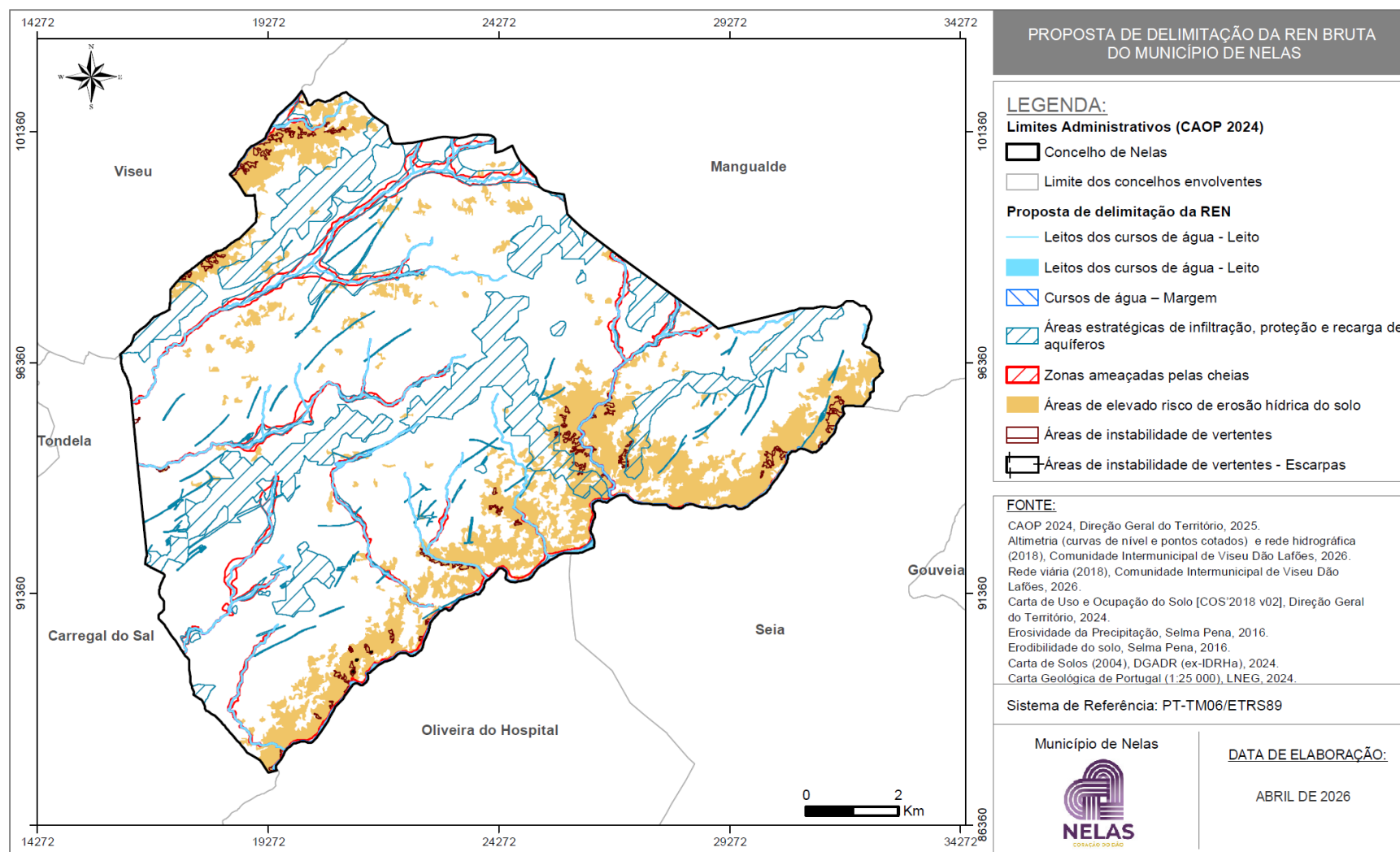
CATEGORIAS REN	ÁREA (ha)	% DA TIPOLOGIA	% DA SUPERFÍCIE DO CONCELHO
Cursos de água e respetivos leitos e margens	215,67	4,07	1,72
Áreas estratégicas de infiltração e de proteção e recarga de aquíferos	2.384,50	44,95	18,97
Zonas ameaçadas pelas cheias	495,67	9,34	3,94
Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo	2.112,78	39,83	16,81
Áreas de instabilidade de vertentes	96,06	1,81	0,76

CATEGORIAS REN	ÁREA (ha)	% DA TIPOLOGIA	% DA SUPERFÍCIE DO CONCELHO
REN TOTAL (somatório das categorias REN) ¹²	5.304,67	100,0	42,20
REN TOTAL (área territorial) ¹³	4.613,23	100,0	36,70

¹² O total referido não corresponde total da superfície ocupada pela delimitação da REN, mas sim ao somatório das categorias REN, que, por sua vez, não teve em conta a sobreposição existente entre as mesmas.

¹³ O total referido não corresponde ao somatório das categorias REN, mas sim ao total da superfície ocupada pela delimitação da REN, que, por sua vez, teve em conta a sobreposição existente entre as mesmas.

Mapa 86: Proposta de delimitação da Reserva Ecológica Nacional de Nelas



8 BIBLIOGRAFIA

AFONSO, N.; ARROBAS, M. (2009), “Contribuição para a Elaboração da Carta de Solos da Cidade de Nelas.” In Feliciano, M.; Gonçalves, A.; Ribeiro, A.; Maia, F. (Eds.) Qualidade do Ambiente Urbano. Novos Desafios. Nelas: Instituto Politécnico de Nelas, Escola Superior Agrária. p. 137-142.

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE (2013), Recomendação Técnica Limiares a considerar na delimitação das ‘áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo’.

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE (2019), Plano de Gestão dos Riscos de Inundações da Região Hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis (RH4A) – 2.º ciclo. 1.ª Fase – Avaliação preliminar dos riscos de inundações, março de 2019.

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE (2020), Plano de Gestão dos Riscos de Inundação da RH4 – Região Hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis, Lisboa.

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE (2025), Plano de Gestão dos Riscos de Inundações da Região Hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis (RH4A) – 3.º ciclo. 1.ª Fase – Avaliação preliminar dos riscos de inundações Região Hidrográfica – Vouga, Mondego e Lis, novembro de 2025.

ALLER, L.; BENNET, T.; LEHR, J. H.; PETTY, R. J. (1987), “DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potencial using hydrogeologic settings”, U. S. EPA Report 600/2-85/018.

ALMEIDA, C.; MENDONÇA, J. J. L.; JESUS, R. M.; GOMES, A. J. (2000), “Sistemas Aquíferos de Portugal Continental”, Unidade Morfoestrutural Maciço Antigo (A), Centro de Geologia, Instituto da Água, Dezembro de 2000.

ALONSO, M. et al. (2004) Guia para la elaboración de estudios del medio físico – Contenido y metodología; Séries monográficas; 5ª reimpressão; Ministerio Fomento, Centro de Publicaciones; Madrid.

ANJOS, D. S. et al. (2011) Classificação da curvatura de vertentes em perfil via Modelo numérico de Terreno; Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto; Curitiba; Brasil.

ARNOLDUS H. M. J. (1977), Methodology used to determine the maximum potential average annual soil loss due to sheet and rill erosion in Morocco. FAO Soils Bull. 34, 39-51.

ANPC (2009) Glossário de Proteção Civil; acedido em <http://www.proteccaocivil.pt/GLOSSARIO/Pages/glossario.aspx>.

ANPC (2009), Guia metodológico para a Produção de Cartografia Municipal de Risco e para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal; Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano, Instituto Geográfico Português; 93p.

ANPC (2009) Guia para a Caracterização de Risco no Âmbito da Elaboração de Planos de Emergência de Proteção Civil; Cadernos Técnicos PROCIV; ANPC/Direção Nacional de Planeamento de Emergência; 28p.

BATEIRA, C. (1996/7) Cálculo e cartografia automática dos declives: Novas tecnologias versus velhos problemas; Revista da Faculdade de Letras do Porto – Geografia; I Série; Volume XII/XIII; pp.125-143; Faculdade de Letras; Universidade do Porto.

BATEIRA, C.; SOARES, L. (1997), Movimentos em massa no norte de Portugal. Factores da sua ocorrência. Revista Territorium, n.º 4.

BATEIRA, C. (2001), Movimentos de vertente no NW de Portugal, susceptibilidade geomorfológica e sistemas de informação geográfica. Dissertação de Doutoramento em Geografia Física, apresentada na Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Trabalho financiado por PRODEP.

BATEIRA, C.; SOARES, L.; RODRIGUES, D.; MOURA, R.; TEIXEIRA, M.; SANTOS, M. (2014), Movimentos de vertente no norte de Portugal: Importância do comportamento hidrológico das formações superficiais. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 15, nº 4.

BARROS, J. L.; TAVARES, A. O.; SANTOS, P. P.; PEREIRA, S. (2020), Região Centro de Portugal Continental: 150 anos de movimentos de vertente de origem hidro-geomorfológica. Comunicações Geológicas. Laboratório Nacional de Energia e Geologia.

BERTONI J., NETO, F. L. (1999) Conservação do Solo; 4ª Edição; Ícone; São Paulo.

BRANDÃO, C. e RODRIGUES, R. e COSTA, J. P. (2001), Análise de fenómenos extremos, Precipitações intensas em Portugal Continental, Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos, DSRH, Instituto da Água, INAG, Lisboa.

BRITO, R. S. et al (2005) Atlas de Portugal; Instituto Geográfico Português; Lisboa.

CANCELA D'ABREU, A. (1989), Caracterização da tipologia com vista ao ordenamento do território; Dissertação de Doutoramento; Universidade de Évora.

CASTRO, C. et al (2005) Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas; Anuário do Instituto de Geociências UFRJ; Vol.: 28-2; Rio de Janeiro; pp 11-30.

CCDR-LVT (2015) Guia Metodológico para a Delimitação da Reserva Ecológica Nacional - Região de Lisboa e Vale do Tejo; Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo; Direção de Serviços de Ordenamento do Território. Julho de 2015.

CHORLEY, R. J., KENNEDY, B. A. (1971) Physical Geography: a system approach; Editora Prentice Hall Inc. Co.; Londres.

CIM VISEU DÃO LAFÕES (2017), Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas. Disponível em: <https://www.cimvdl.pt/wp-content/uploads/2019/04/piaac.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2026.

CM NELAS (2014), Plano Diretor Municipal de Nelas – Memória Descritiva e Justificativa da Proposta de Delimitação da Reserva Ecológica Nacional do Concelho de Nelas. Câmara Municipal de Nelas. Abril de 2014.

COMISSÃO NACIONAL DO TERRITÓRIO (2016), “Recomendação Técnica. Delimitação de Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo”, aprovada em 20 de setembro, 6 pp.

COMISSÃO NACIONAL DO TERRITÓRIO (2017), “Projeto de Recomendação Técnica – Orientações Estratégicas de Âmbito Nacional e Regional, Critérios para a delimitação da Reserva Ecológica Nacional”, aprovada em 17 de novembro.

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

CORDEIRO, A. (2004) Dinâmicas de vertentes em Montanhas Ocidentais de Portugal Central; Dissertação de Doutoramento; FLUC; Coimbra.

CORRÊA, M. P. (2008), Influência da Radiação Solar na Regeneração Natural de Mata Atlântica; Dissertação para obtenção do Título de Engenheiro Florestal. Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

CORTEZ, N. (1987), Erosão Hídrica do Solo. A equação universal de perda do solo e outros modelos de previsão. Provas de Aptidão Pedagógica. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.

COSTA, M. R. (1990) – Critérios para a Seleção de Locais Favoráveis à Ocorrência de Água Subterrânea em Rochas Cristalinas na Região de Trás-os-Montes Oriental. Dissertação apresentada nas provas de aptidão pedagógica e capacidade científica, Univ. Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 81 p.

CUNHA, L., DIMUCCIO, L. (2002) Considerações sobre riscos naturais num espaço de transição. Exercícios cartográficos numa área a Sul de Coimbra; Revista Territorium; Nº 9; Coimbra.

DECRETO REGULAMENTAR N.º 23/95, de 23 de agosto. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, Diário da República – I SÉRIE-B, N.º 194, 23-8-1995.

DIAZ, C. et al (1999) Estimación de las características fisiográficas de una cuenca con la ayuda de SIG y MEDT: caso del curso alto del río Lerma, Estado de México; Revista Ciencia Ergo Sum; Volume 6; N.2, Universidad Autónoma del Estado de México; México; pp. 124-134.

DINIS, A., FRAGA, H. (2005) Poluição de Solos: Riscos e Consequências; Revista da Faculdade de Ciência e Tecnologia; Edições Universidade Fernando Pessoa; Porto.

DIREÇÃO-GERAL DO TERRITÓRIO (2019), Formação REN-AEREHS (Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo), realizada no dia 19/12/2019.

FERNÁNDEZ, García, F. (1996) Manual de climatología aplicada: clima, medio ambiente y planificación, Colección Espacios Y Sociedades, Serie Mayor, nº2, Editorial Síntesis, Madrid.

FERREIRA, A. DE BRUM; ZÊZERE, J. L. (1997), “*Geomorphological hazards in Europe, Portugal*”, in *Developments in Earth surface Processes*, 5, ed. C. Embleton e C. Embleton-Hamann, Elsevier, Amsterdam, pp. 391-407.

FERREIRA, N.; GODINHO, M. M.; NEVES, L.; PEREIRA, A.; SEQUEIRA, A.; CASTRO, P.; SANTOS, T. B. (2010), Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000. Notícia Explicativa da Folha 17-A, Viseu. Unidade de Geologia e Cartografia Geológica, Laboratório Nacional de Energia e Geologia.

GEOATRIBUTO, CIPOT, LDA (2008) Atlas dos Riscos Naturais e Tecnológicos dos concelhos de Mirandela, Nelas e Nelasnça. Ed. Município de Mirandela.

GPIAA (2014) Manual de Procedimentos do GPIAA (Revisão de 2014).

HEC, (2002), *Hydrologic Modeling System HEC-HMS*, Technical Reference Manual, Hydrologic Engineering Center US Army Corps of Engineers, Davis, EUA, Approved for Public Release – Distribution Unlimited CPD-74B.

HERRERO, A., HUERTA, L. E ISIDRO, M. (2008), *Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones, Guía Metodológica para su elaboración*, Instituto Geológico Y Minero de España, Madrid.

INSTITUTO DAS ESTRADAS DE PORTUGAL, IEP (2001), “Manual de Drenagem Superficial em Vias de Comunicação”.

MAGALHÃES, M. R. (2001) A Arquitetura Paisagista Morfologia e Complexidade. Editorial Estampa, Lisboa.

MASSELINK, G.; HUGHES, M. (2003), “Introduction to Coastal Processes and Geomorphology”, Arnold, London: 354 pp.

MEDEIROS, C. A. (2000), Geografia de Portugal. Ambiente natural e ocupação humana – uma introdução; Editorial Estampa; Lisboa.

MEDEIROS, C. *et al.* (2005), Geografia de Portugal: o ambiente físico, volume 1, Círculo de Leitores, Lisboa.

MENDONÇA, M. (2015), “Alteração do regime fluvial a jusante de pequenos aproveitamentos hidroelétricos. Análise exploratória dos efeitos na vegetação do corredor fluvial”, Dissertação para obtenção o grau de mestre em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa.

MENESES, B. (2011), “Erosão Hídrica de Solos. Caso Estudo de Tarouca”, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa.

MINISTÉRIO DA AGRÍCULTURA, PISCAS E FLORESTAS; IDRHa (2004), “Memória Descritiva da Elaboração da Carta de Solos e Aptidão das Terras da Zona Interior Centro”. Consórcio Geometral,SA/Agroconsultores, Lda, Lisboa.

MORA, C., (2006), Climas da Serra da Estrela: características regionais e particularidades locais dos planaltos e do Alto Vale do Zêzere; Dissertação de Doutoramento; FLUL; Lisboa.

MOREIRA, N. A. F. (2012), Caracterização estrutural da zona de cisalhamento Tomar-Badajoz- Córdoba no sector de Abrantes. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Ciências da Terra, da Atmosfera e do Espaço, Especialidade em Processos Geológicos. Departamento de Geociências da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora.

OLIVEIRA, M. M.; MOINANTE, M. J.; LOBO-FERREIRA, J. P. C. (1997), “Cartografia Automática da Vulnerabilidade de Aquíferos com base na Aplicação do Método DRASTIC. Relatório Final”, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica, relatório 60/97-GIAS.

OLIVEIRA, M. M.; LOBO-FERREIRA, J. P. C. (1998), “Cartografia automática da vulnerabilidade de aquíferos com base na aplicação do método DRASTIC”, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica, Congresso da Água de 1998.

PAMPLONA, J.; VALENTE, T. (2014), Avaliação do risco à ocorrência de movimentos de massa: proposta de uma metodologia. Comunicações Geológicas. Laboratório Nacional de Energia e Geologia.

PARTIDÁRIO, M. R. (1999), Introdução ao Ordenamento do Território; Universidade Aberta; Lisboa.

PENA, S. (2016), Reserva Ecológica Nacional – Delimitação a Nível Nacional, Tese elaborada para a obtenção do grau de Doutor em Arquitetura Paisagista, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa.

PEREIRA, S.; BATEIRA, C.; SANTOS, M. (2008), Base de dados de movimentos de vertente: um instrumento de apoio ao PROT Norte.

PETTS, J., EDULJEE, G. (1994) Environmental Impact Assessment for Waste Treatment and Disposal.

PIEDEDE, A.; ZÊZERE, J. L.; TENEDÓRIO, J. A.; GARCIA, R. A. C.; OLIVEIRA, S. C., ROCHA, J. (2011), Modelação em sistemas de informação geográfica da avaliação da susceptibilidade a movimentos de vertente na área amostra de Lousa-Loures (Região a norte de Lisboa). Imprensa da Universidade de Coimbra.

PIMENTA, M. T. (1999), “Directrizes para a aplicação da Equação Universal de Perda de Solos em SIG. Fator de Cultura C e Fator de Erodibilidade do Solo K”, in <http://snirh.pt>, 13 pp.

PORTELA, M. M., & HORA, G. D. (2002), “Aplicação da fórmula racional à análise de cheias em Portugal Continental: valores do coeficiente C”, In Congresso da Água, Porto.

QUARESMA, I.; ZÊZERE, J.L. (2011), Cheias e movimentos de massa com carácter danoso em Portugal Continental. RISK-m - Avaliação e Gestão de Perigosidades e Risco Ambiental, Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa.

RAMOS, CARLOS MATIAS (2005), Drenagem em Infra-Estruturas de Transportes e Hidráulica de Pontes, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1ª edição, Lisboa.

REIS, E.; PENA, S.; DGT; APA, (2020), Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo – Cálculo do Fator Topográfico (LS). Guia de apoio à delimitação da Reserva Ecológica Nacional, junho 2020, in https://cnt.dgterritorio.gov.pt/sites/default/files/Guia_Apoio_Calculo_LS.pdf, 24 pp.

RIBEIRO, L. (2005), “Um novo índice de vulnerabilidade específico de aquíferos: Formulação e Aplicações”, in Atas do 7º SILUSBA, APRH, Évora, 15 pp.

RODRIGUES, S., DUARTE, A. C. (2003) Poluição do solo: revisão generalista dos principais problemas. In: Castro, A., Duarte, A., Santos, T. (Ed.). O Ambiente e a Saúde; Lisboa; Instituto Piaget; Facilities; John Wiley & Sons.

SAMPAIO, E. (2005) Noções de Cartografia; Departamento de Geociências; Universidade de Évora.

SEIXAS, A.; BATEIRA, C.; HERMENEGILDO, C.; SOARES, L.; PEREIRA S. (2006), Definição de critérios de susceptibilidade geomorfológica a movimentos de vertente na Bacia Hidrográfica da Ribeira da Meia Léguas. Jornades sobre terrasses i prevenció de riscos natura-s - Mallorca.

SILVA, A. F. (2016), Enquadramento Geotectónico e a Relação Entre a Tectónica e os Traçados Fluviais da Região Centro-Nordeste de Portugal. Geólogo Consultor do Laboratório de Geomecânica do Instituto Superior Técnico. Boletim de Minas, 51 (2) – 2016.

SIMÕES, H. (2013), 'Modelação Espacial da Erosão Hídrica do Solo. Aplicação da Equação Universal de Perda do Solo (EUPS)', Dissertação de Mestrado, Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

SNIRH (2017) Glossário com 315 termos sobre Recursos Hídricos, Agência Portuguesa do Ambiente.

SOARES, L.; BATEIRA, C. (2013), Movimentos de massa em vertentes no norte de Portugal. Retrospectiva e actualização.

SOIL CONSERVATION SERVICE (1972), *"National engeneering handbook"*, Section 4, Hydrology, U. S. Department of Agriculture.

SOIL CONSERVATION SERVICE (1973), *"A method for estimating volume and rate of runoff in small watersheds"*, U. S. Department of Agriculture.

TEIXEIRA, C.; BRITO DE CARVALHO, L. H.; BARROS, R. F.; ÁVILA MARTINS, J.; HASS, W. E. L. (1961), Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000. Notícia Explicativa da Folha 17-C Santa Comba Dão. Direção Geral de Geologia e Minas, Serviços Geológicos de Portugal.

TEIXEIRA, C.; BRITO DE CARVALHO, L. H.; SANTOS, J. P.; MARTINS PERES, A.; BARROS, R. F. (1967), Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000. Notícia Explicativa da Folha 17-D Gouveia. Direção Geral de Geologia e Minas, Serviços Geológicos de Portugal.

TEMEZ, J. R. (1978), *"Calculo hidrometeorologico de caudales máximos en pequenas cuencas naturales"*, Ministerio de Obras Publicas y Urbanismo, Direccion General de Carreteras, Madrid, 113 pp.

WRIGHT, R. (2005) - Environmental Science. 9th Edition. New Jersey, Pearson Prentice Hall.

WISCHEMEIER W. H. e SMITH, D.D. (1978). Predicting rainfall erosion losses, U.S. Department of Agriculture in Cooperation with Agriculture Experiment Station, A guide to conservation planning, Supersedes Agriculture Handbook n.º 282.

YIN, K. L.; YAN, T. Z. (1988), "Statistical prediction models for slope instability of metamorphosed rocks", in Bonnard, C. (Ed.), Landslides, Proceedings of the Fifth International Symposium on Landslides, 2, Balkema, Rotterdam, pp. 1269-1272.

YAN, T.Z. (1988), Recent advances of quantitative prognoses of landslide in China. In BONNARD, C. (Ed.), Landslides, Proceedings of the Fifth International Symposium on Landslides, Lausanne, 1988, Vol. 2, Balkema, Rotterdam, p.1263-1268.

ZÊZERE, J. L. (2001), Distribuição e Ritmo dos Movimentos de Vertente na Região a Norte de Lisboa, Centro de Estudos Geográficos, Área de Geografia Física e Ambiente, Relatório n.º 38, Lisboa.

ZÊZERE, J. L. (2002), "Landslide susceptibility assessment considering landslide typology. A case study in area north of Lisbon (Portugal)", Natural Hazards and Earth System Sciences, 2, 1/2: 73-82.

ZÊZERE, J. L.; PEREIRA, A. R.; MORGADO, P. (2006) Perigos Naturais e Tecnológicos no Território de Portugal Continental; Atas do X Colóquio Ibérico de Geografia "A Geografia Ibérica no Contexto Europeu"; Centro de Estudos Geográficos; Universidade de Lisboa.

ZÊZERE, J.L.; RAMOS-PEREIRA, A.; MORGADO, P. (2007), Perigos naturais em Portugal e ordenamento do território. E depois do PNPOT?, Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa.

LEGISLAÇÃO

Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro, estabelece a titularidade dos recursos hídricos

Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, aprova a Lei da Água, transpondo para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro, e estabelecendo as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas.

Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de setembro, estabelece perímetros de proteção para captações de águas subterrâneas destinadas ao abastecimento público.

Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto, na redação do Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto, que aprova o Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional e revoga o Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de março.

Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro, estabelece o regime de proteção de águas subterrâneas contra a poluição e deterioração, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/118/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de dezembro, relativa à proteção da água subterrânea contra a poluição e deterioração.

Portaria nº 336/2019, de 26 de setembro, aprova as Orientações Estratégicas de âmbito Nacional e Regional para a delimitação da Reserva Ecológica Nacional.

Portaria n.º 264/2020, de 13 de novembro, primeira alteração à Portaria n.º 336/2019, de 26 de setembro, que aprova a revisão das Orientações Estratégicas Nacionais e Regionais (OENR) previstas no Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional (REN).

Despacho n.º 3402/2017 de 21 de abril de 2017, da Secretária de Estado do Ordenamento do Território e Conservação da Natureza, que determina a aplicação das conclusões e recomendações da CNT nos procedimentos de delimitação da REN em curso.

9 ANEXOS

I – MATRIZ DE SOBREPOSIÇÃO DE TIPOLOGIAS REN