



Instituto Politécnico
de Viana do Castelo

PLANO MUNICIPAL DE AÇÃO CLIMÁTICA DO CONCELHO DE PONTE DE LIMA

Resumo Não Técnico

INSTITUTO POLITECNICO DE VIANA DO CASTELO

Julho de 2025

SUMÁRIO EXECUTIVO

A partir da Lei de Bases do Clima (aprovada pela Lei n.º 98/2021, de 31 de dezembro), a elaboração do **Plano Municipal de Ação Climática de Ponte de Lima2030 (PMAC Ponte de Lima2030)** resulta do interesse do Município de Ponte de Lima na definição de programar a sua política climática para os próximos anos, em coerência com as restantes políticas territoriais e setoriais e respetivos instrumentos de política e gestão territorial.

Neste contexto, o **PMAC Ponte de Lima** é uma oportunidade para articular e colocar numa perspetiva holística, integrada e coerente a resposta municipal a este desafio global, considerando as dimensões estratégicas de garantia de uma ação ambientalmente eficaz, economicamente competitiva e socialmente justa: i) a redução das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) no território municipal (**mitigação**); ii) a resiliência do território a alterações nos padrões climáticos e à ocorrência de eventos climáticos extremos (**adaptação**), iii) a preparação das estruturas municipais e de outras partes interessadas para a ação climática à escala local (**gestão e governança**); iv) e o aumento do conhecimento sobre os riscos climáticos e respetivos impactes e respostas (**conhecimento e capacitação**).

No conjunto a intervenção incluem-se na **mitigação**, a energia, os processos industriais e o uso de produtos, agricultura, floresta e outros uso do solo e a gestão de resíduos e águas residuais; e na **adaptação**, os ecossistemas e biodiversidade, os recursos hídricos, a agricultura e florestas, o turismo, o ordenamento do território, a indústria, as infraestruturas e a saúde humana e a segurança.

Índice

1.	Âmbito e objetivos.....	1246
1.1.	Objetivos do Plano Municipal de Ação Climática (PMAC)	2428
1.2.	Abordagens e métodos ao desenvolvimento do PMAC.....	2529
1.3.	As fases e os produtos do PMAC	2630
2.	CARACTERIZAÇÃO BIOFÍSICA E DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO	2933
2.1.	Caracterização do valores ecológicos e estatutos de proteção ambiental	3539
2.2.	A distribuição das dinâmicas populacionais, demográficas e socioeconómicas.....	3741
2.3.	As mudanças históricas e prospetivas da ocupação e uso do solo	4448
2.4.	Tipologias e distribuição geográfica dos elementos expostos, vulneráveis e sensíveis	5256
3.	MATRIZ DE EMISSÕES E CARBONO	5458
3.1.	Base metodológica	5458
3.1.1.	Energia final.....	5458
3.1.2.	Energia renovável.....	5660
3.1.3.	Inventário de Emissões	5761
3.1.4.	Análise setorial	5963
3.2.1.	Consumo de Energia Final	6064
3.2.6.	Conclusões da Matriz energética.....	6266
3.3.5.	Conclusões do Inventário de Emissões.....	6367
3.4.	Emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE)	6569
3.4.1	Inventário de emissões de GEE	6569
3.4.2	Projeções de emissões de GEE	8084
4.	Cenarização climática e desafios climáticos.....	8690
4.1.	Identificação de impactes climáticos.....	8791
4.2.	Identificação de impactes climáticos.....	8791
4.3.	Vulnerabilidades e capacidade adaptativa.....	8892
4.4.	Síntese das alterações climáticas projetadas até ao final do século	9195
4.4.1.	Cenarização da temperatura média	9195
4.4.2.	Cenarização da amplitude térmica	9296
4.4.3.	Cenarização do número consecutivo de dias muito frios	9296
4.4.4.	Cenarização do número de dias em onda de frio.....	9397
4.4.5.	Cenarização do número de dias com temperaturas superiores a 35 °C	9397
4.4.6.	Cenarização do somatório do índice de absorção de graus-dias 5 °C.....	9397

4.4.7.	Cenarização do somatório do índice de absorção de graus-dias 18 °C	9397
4.4.8.	Cenarização da precipitação média	9599
4.4.9.	Cenarização da humidade relativa	107141
4.4.10.	Cenarização da evapotranspiração de referência	116120
4.4.11.	Cenarização do défice hídrico	120124
4.4.12.	Cenarização do Índice de Seca (SPI)	124128
4.4.13.	Cenarização da intensidade do vento a 10 e 30 m	125129
4.4.14.	Cenarização do número de dias com vento fraco e sem vento	125129
4.4.15.	Cenarização do número de dias com vento moderado	125129
4.4.16.	Cenarização do número de dias com vento forte	126130
4.5.	Cenarização Climática	126130
4.5.1.	Metodologia	126130
4.6.	Caracterização climática e potenciais impactes	127131
4.6.1.	Potenciais impactes identificados em Biodiversidade	128132
4.6.2.	Potenciais impactes identificados em Agricultura e Floresta	129133
4.6.3.	Potenciais impactes identificados em Energia e Segurança Energética	130134
4.6.4.	Potenciais impactes identificados em Saúde Humana	131135
4.6.5.	Potenciais impactes identificados em Segurança de Pessoas e Bens	133137
4.6.6.	Potenciais impactes identificados em Economia (Indústria, Turismo e Serviços)	134138
4.6.7.	Potenciais impactes identificados em Transportes e Comunicação	135139
4.6.8.	Espacialização geral dos impactes no território e principais anomalias	135139
4.7.	Unidades homogéneas de respostas climáticas	136140
4.8.	Síntese das alterações climáticas projetadas até ao final do século.	144148
4.9.	Análise de risco multicritério	145149
5.	ESTRATÉGIA E PLANO DE AÇÃO CLIMÁTICA - PROPOSTAS, IMPLEMENTAÇÃO E MONITORIZAÇÃO	149153
5.1.	A visão e os objetivos da política climática municipal	149153
5.2.	A organização e a programação da intervenção temática e territorial do plano	150154
5.3.	Proposta, gestão e governança do Plano	152156
5.3.1.	Definição de eixos, opções e medidas de adaptação	153157
5.3.2.	Integração da adaptação em políticas sectoriais e territoriais	160164
5.4.	Governança do plano associado ao Acompanhamento e Monitorização do PMAC	164168

5.4.1.	Implementação e avaliação do PMAC.....	164 168
5.5.	Avaliação e monitorização	165 169
5.5.1.	Monitorização de desempenho do PMAC	166 170
5.5.2.	Monitorização climática	168 172
5.5.3.	Monitorização de impactes	169 173

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Aumento médio e tendências das emissões de GEE com o aquecimento global (National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) e Our World In Data.	1245
Figura 1.2 - Quadros normativos- arquitetura da Política Climática Nacional de Portugal (APA, 2024).	1346
Figura 2.1 - Enquadramento geográfico de Ponte de Lima.	2934
Figura 2.2- Modelo Digital do Terreno (MDT).....	3032
Figura 2.3- Carta de índice topográfico e rede hidrografia.....	3032
Figura 2.4- Carta de Declives.....	3133
Figura 2.5- Carta de índice de radiação incidente.....	3133
Figura 2.6- Carta de unidade de solos dominantes do concelho de Ponte de Lima(cartas de solos).....	3234
Figura 2.7- Unidade geológicas do concelho de Ponte de Lima	3335
Figura 2.8- Carta da distribuição das classes de aptidão da terra (agrícola e florestal) no concelho de Ponte de Lima.....	3335
Figura 2.9- Cartas de carbono orgânico no solo (ESDAC).....	3436
Figura 2.10- Hidrografia e riscos naturais.....	3537
Figura 2.11- Distribuição geográfica das áreas de conservação dos recursos naturais: Reserva Ecológica Nacional e Reserva Agrícola Nacional.	3638
Figura 2.12- Distribuição geográfica das unidades de conservação dos recursos naturais: Rede Natura 2000, Áreas Protegidas e goeitos no concelho de Ponte de Lima.....	3739
Figura 2.13- Distribuição do número de empresas por atividade económica nos concelhos de Ponte de Lima(2022).	3944
Figura 2.14- Distribuição do valor económico por sector/atividade económica no concelho de Ponte de Lima(2022)	4042
Figura 2.15- Distribuição população residente total (BGRI).	4143
Figura 2.16- Distribuição do índice de envelhecimento (BGRI).....	4244
Figura 2.17- Distribuição da densidade populacional (BGRI).....	4244
Figura 2.18- Distribuição do número de edifícios e número de empresa (BGRI).	4345
Figura 2.19- Distribuição das tipologias de empresas no concelho de Ponte de Lima(2022).	4345
Figura 2.20- Carta de Ocupação do Solo do concelho de Ponte de Lima(Cos, 1995).....	4446
Figura 2.21- Carta de Ocupação do Solo do concelho de Ponte de Lima(Cos, 2018).....	4547
Figura 2.22- Alterações na ocupação e uso do solo no concelho de Ponte de Limaentre 1995 e 2018.	4547
Figura 2.23- Carta de mudança do uso de solo e as principais infraestruturas.....	4648
Figura 2.24- Serviços de ecossistema: Controlo de Seca.....	4749
Figura 2.25- Serviços de ecossistema: Suprimento de Alimentos.	4749
Figura 2.26- Serviços de ecossistema: Regulação climática.	4850
Figura 2.27- Serviços de ecossistema: Qualidade de Habitat.	4850

Figura 2.28- Riscos naturais.....	4951
Figura 2.29- Síntese da distribuição das áreas de maior suscetibilidade e principais riscos naturais e mistos no Alto Minho.....	5052
Figura 2.30- Síntese da distribuição das áreas de maior suscetibilidade e principais riscos tecnológicos no Alto Minho.....	5052
Figura 2.31- Zonas industriais, rede viária por tipologia, pontos de produção, distribuição e entrega energética sobre as manchas urbanas).....	5153
Figura 2.32- Rede/áreas de sistemas de abastecimento de água e águas residuais incluindo os sistemas de tratamento como as ETARs).....	5153
Figura 2.33- Rede de recolha de resíduos trífuxo: Ecoponto Amarelo – Papel e cartão.	5254
Figura 3. 1 – Consumo de energia final [tep] por setor consumidor de energia em Ponte de Lima, 2022. Fonte: DGEG, 2024.....	6061
Figura 3. 2 – Utilização de energia final [tep] por setor consumidor de energia em Ponte de Lima, 2022. Fonte: DGEG, 2024.....	6162
Figura 3. 3 – Utilização de energia final por vetor energético [%] em Ponte de Lima, 2022. Fonte: DGEG, 2024.	6162
Figura 3. 4 – Consumo de produtos energéticos [%] em Ponte de Lima, 2022. Fonte: DGEG, 2024.....	6364
Figura 3. 5 – Emissões de CO ₂ e associadas ao consumo de produtos energéticos [%] em Ponte de Lima, 2022. Fonte: DGEG, 2024.....	6465
Figura 3. 6 – O concelho de Ponte de Lima no contexto do distrito e do país	6869
Figura 3. 7 – Emissões de GEE por setor, sem LULUCF, em Ponte de Lima (2022).....	7074
Figura 3. 8 – Emissões de GEE por âmbito e setor, sem LULUCF, em Ponte de Lima (2022)	7172
Figura 3. 9 – Emissões por tipo de GEE em Ponte de Lima (2022).....	7273
Figura 3. 10 – Emissões de GEE provenientes de usos estacionários de energia (2022).....	7374
Figura 3. 11 – Emissões de usos estacionários de energia por tipo de GEE (2022)	7475
Figura 3. 12 – Emissões de usos estacionários de energia por vetor energético (2022).....	7576
Figura 3. 13 – Emissões de GEE do setor dos transportes (2022)	7677
Figura 3. 14 – Emissões do setor dos transportes por tipo de GEE (2022)	7677
Figura 3. 15 – Emissões do setor dos transportes por tipo de GEE (2022)	7778
Figura 3. 16 – Emissões de GEE do setor dos resíduos e águas residuais (2022)	7879
Figura 3. 17 – Emissões de GEE do setor dos resíduos e águas residuais (2022)	7879
Figura 3. 18 - Emissões de GEE do setor AFOLU, sem LULUCF (2022)	7980
Figura 3. 19 – Emissões do setor AFOLU, sem LULUCF, por tipo de GEE (2022)	8084
Figura 3. 20 – Trajetórias de emissões de GEE para o concelho de Ponte de Lima	8385
Figura 3. 21 - Contribuição por setor para as trajetórias de emissões de GEE no concelho de Ponte de Lima.....	8486
Figura 4.1 - Esquema do processo de análise de vulnerabilidades (adapt. de Fritzsche et al., 2014).....	8992

Figura 4.2 - Matriz de risco (Fonte: Adaptado de CLimadaPT.Local, ISBN: 978-989-99084-9-9 (2016)	9093
Figura 4.3 - Temperatura média anual de PONTE DE LIMA, RCP 4.5(2041-2070)	9598
Figura 4.4 - Temperatura média anual de PONTE DE LIMA, RCP 4.5(2071-2100)	9699
Figura 4.5 - Temperatura média anual de PONTE DE LIMA, RCP 8.5 (2041-2070).	97100
Figura 4.6 - Temperatura média anual de PONTE DE LIMA, RCP 8.5 (2071-2100)	97100
Figura 4.7 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e co cenário de referência (1960 – 1990).....	98401
Figura 4.8 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e co cenário de referência (1960 – 1990).....	98401
Figura 4.9 - Amplitude térmica anual de referência (1960-1990) de PONTE DE LIMA.....	99102
Figura 4.10 - Amplitude térmica anual de referência de Ponte de LimaRCP 4.5 (2041-2070).....	100103
Figura 4.11 - Amplitude térmica anual de referência de Ponte de LimaRCP 4.5 (2071-2100).....	100103
Figura 4.12 - Amplitude térmica anual de referência de Ponte de LimaRCP 8.5 (2041-2070).....	101104
Figura 4.13 - Amplitude térmica anual de referência de Ponte de LimaRCP 8.5 (2071-2100).....	101104
Figura 4.14 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e co cenário de referência (1960 – 1990)..	102105
Figura 4.15 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e o cenário de referência (1960 – 1990)....	102105
Figura 4.16 - Índice graus-dia superior a 5 °C em PONTE DE LIMA, no presente (1960-1990).....	103106
Figura 4.17 - Índice graus-dia superior a 5 °C em Ponte de LimaRCP 4.5 (2041-2070).....	103106
Figura 4.18 - Índice graus-dia superior a 5 °C em Ponte de LimaRCP 4.5 (2071-2100).....	104107
Figura 4.19 - Índice graus-dia superior a 5 °C em Ponte de LimaRCP 8.5 (2041-2071).....	104107
Figura 4.20 - Índice graus-dia superior a 5 °C em Ponte de LimaRCP 8.5 (2071-2100).....	105108
Figura 4.21 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e co cenário de referência (1960 – 1990)..	105108
Figura 4.22 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5(2071 – 2100) e o cenário de referência (1960-1990)	106109
Figura 4.23 - Precipitação média anual para PONTE DE LIMA, no presente (1960-1990).....	107110
Figura 4.24 - Precipitação média anual para PONTE DE LIMA, RCP 4.5 (2041-2070).	108111
Figura 4.25 - Precipitação média anual para PONTE DE LIMA, RCP 4.5 (2071-2100).	109112
Figura 4.26 - Precipitação média anual para PONTE DE LIMA, RCP 8.5 (2041-2070).	110113
Figura 4.27 - Precipitação média anual para PONTE DE LIMA, RCP 8.5 (2071-2100).	110113
Figura 4.28 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e co cenário de referência (1960 – 1990)..	111114
Figura 4.29 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e o cenário de referência (1960 – 1990)....	111114
Figura 4.30 - Precipitação como neve (1960-1990) para PONTE DE LIMA.....	112115
Figura 4.31 - Precipitação como neve para Ponte de LimaRCP 4.5 (2041-2070).....	113116
Figura 4.32 - Precipitação como neve para Ponte de LimaRCP 4.5 (2071-2100).....	114117
Figura 4.33 - Precipitação como neve para Ponte de LimaRCP 8.5 (2041-2070).....	114117
Figura 4.34 - Precipitação como neve para Ponte de LimaRCP 8.5 (2071-2100).....	115118
Figura 4.35 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e co cenário de referência (1960 – 1990)..	115118
Figura 4.36 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e co cenário de referência (1960 – 1990)..	116119
Figura 4.37 - Evapotranspiração de referência de Ponte de Lima para o presente (1960- 1990).....	117120

Figura 4.38 - Evapotranspiração de referência de PONTE DE LIMA, RCP 4.5 (2041-2070).....	117 120
Figura 4.39 - Evapotranspiração de referência de PONTE DE LIMA, RCP 4.5 (2071-2100).....	118 121
Figura 4.40 - Evapotranspiração de referência de PONTE DE LIMA, RCP 8.5 (2041-2070).....	118 121
Figura 4.41 - Evapotranspiração de referência de PONTE DE LIMA, RCP 8.5 (2071-2100).....	119 122
Figura 4.42 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071-2100) e o cenário de referência (1960-1990).	119 122
Figura 4.43 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071-2100) e o cenário de referência (1960-1990).	120 123
Figura 4.44 - Déficit hídrico de referência para PONTE DE LIMA, no presente (1960-1990).	121 124
Figura 4.45 - Déficit hídrico de referência para PONTE DE LIMA, RCP 4.5 (2041-2070).....	121 124
Figura 4.46 - Déficit hídrico de referência para PONTE DE LIMA, RCP 4.5 (2071-2100).....	122 125
Figura 4.47 - Déficit hídrico de referência para PONTE DE LIMA, RCP 8.5 (2041-2070).....	122 125
Figura 4.48 - Déficit hídrico de referência para PONTE DE LIMA, RCP 8.5 (2071-2100).....	123 126
Figura 4.49 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071-2100) e o cenário de referência (1960-1990).	123 126
Figura 4.50 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071-2100) e o cenário de referência (1960-1990).	124 127
Figura 4. 51 - Esquema do processo de análise de vulnerabilidades (Fritzsche et al., 2014).....	137 140

Índice de Quadros

Quadro 1.1 - Referenciais estratégicos europeus, nacionais e municipais para a elaboração do PMAC- PONTE DE LIMA.....	1417
---	----------------------

Quadro 2.2- Dados populacionais, económicos e de serviços socioeducativos para os concelhos de Ponte de Lima(2011-2022).	3740
---	----------------------

Quadro 3. 1 – Fatores de Conversão. Adaptado de DGEG.	55
Quadro 3. 2 – Fatores de emissão	58
Quadro 3. 3 – Comparação territorial do consumo de energia final em 2022. Fonte: DGEG, 2024.....	60
Quadro 3. 4 – Matriz de consumo de energia final [tep] em Ponte de Lima em 2022. Fonte: DGEG, 2024.	62
Quadro 3. 5 – Setores relevantes para o inventário de emissões de GEE	65
Quadro 3. 6 – Definição de âmbito das emissões de GEE	66
Quadro 3. 7 – GEE e potenciais de aquecimento global.....	67
Quadro 3. 8 – Síntese do inventário de emissões de GEE de Ponte de Lima (2022).....	68
Quadro 3. 9 – Emissões de GEE por setores e subsectores em Ponte de Lima (2022).....	68
Quadro 3. 10 – Descrição dos cenários socioeconómicos prospetivos.....	81
Quadro 3.11 – Projeções de emissões de GEE para o concelho de Ponte de Lima até 2050	82

Quadro 4.1 - Modelos e cenarização climática.....	86
Quadro 4.2 - Análise de parâmetros, indicadores e índices climáticos.	86
Quadro 4.3 - Análise de parâmetros, indicadores e índices climáticos	87
Quadro 4.4 - Identificação de impactes	88
Quadro 4.5 - Riscos naturais, tecnológicos e mistos.....	88
Quadro 4.6 - Síntese de principais tendências e projeções climáticas até ao final do século.....	91
Quadro 4.7 - Anomalias na amplitude térmica anual de PONTE DE LIMA.	99
Quadro 4.8 - Classificação do índice SPI para períodos secos e períodos chuvosos e correspondente probabilidade de ocorrência.....	124
Quadro 4.9 - Índice de Seca para o Alto Minho.....	125
Quadro 4.10 - Síntese dos principais impactes e consequências locais causadas pelas alterações climáticas até ao final do século (PIC-L).....	127
Quadro 4.11 - Síntese de mudanças ambientais e climáticas para Portugal continental (Fonte: PNPOT, 2018).	138
Quadro 4.12 - Principais riscos, designações e ocorrências consideradas.....	138
Quadro 4.13 - Impactes e vulnerabilidades climáticas atuais.....	141
Quadro 4.14 - Impactes e vulnerabilidades climáticas futuras	142

Quadro 4.15 - Avaliação de riscos climáticos.....	142
Quadro 4.16 - Síntese de principais tendências e projeções climáticas para o Alto Minho até ao final do século.	144
Os principais impactes e consequências previstos para o concelho de PONTE DE LIMA, com base nas análises climáticas realizadas, na metodologia adotada e na bibliografia consultada, encontram-se sistematizados no Quadro 4.17.	
Quadro 4.17 - Síntese dos principais impactes e consequências locais causadas pelas alterações climáticas para o Alto Minho até ao final do século (PIC-L).	145
Quadro 4.18 - Matriz de risco (Fonte: Adaptado de CLimadaPT.Local, ISBN: 978-989-99084-9-9 (2016))......	147
Quadro 5.1 - Instrumentos de planeamento municipal para a integração de medidas de adaptação.....	164
Quadro 5.2 - Sistema de indicadores de monitorização climática	168

1. ÂMBITO E OBJETIVOS

As dinâmicas físicas e biológicas que ocorrem na Terra dependem do efeito de estufa que regula a temperatura do planeta e impede amplitudes térmicas extremas. A Terra, desde a sua génese, apresentou variações climáticas significativas decorrentes de mecanismos ou fenómenos à escala astronómica, outras de mecanismos de geodinâmica interna e externa do planeta. A densidade e as características da radiação solar, a orientação do eixo da Terra e a forma da sua órbita, os cataclismos, o relevo, a distribuição dos glaciares e dos oceanos e a formação e a evolução da composição da atmosfera, entre outros fenómenos e fatores, interagem na evolução e distribuição do clima no planeta durante os seus cerca de 4,5 mil milhões de anos.

Desde a revolução industrial a concentração de GEE na atmosfera aumentou exponencialmente, por via da interferência humana, provocando um desequilíbrio no mecanismo natural do efeito de estufa que resulta que mais energia seja absorvida na atmosfera e transferida para os oceanos. Este processo contribui para o aquecimento global do planeta, embora a diferenciação a natureza e dimensão das anomalias à escala regional e local.

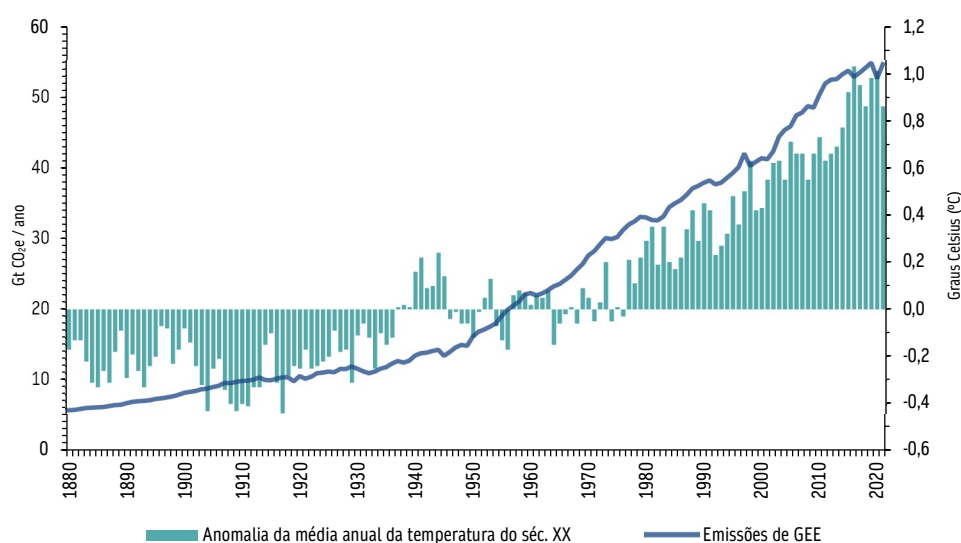


Figura 1.1 - Aumento médio e tendências das emissões de GEE com o aquecimento global (National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) e Our World In Data).

A Organização Meteorológica Mundial (WMO) indica para 2020 que a temperatura média na superfície da Terra foi de 1,2°C acima das temperaturas da era pré-industrial (a média dos anos de 1850 a 1900). Os últimos seis anos foram os mais quentes registados desde 1880. A mesma organização prevê que a temperatura média anual à superfície para cada ano entre 2023 e 2027 possa ser entre 1,1°C e 1,8°C mais elevada do que os níveis pré-industriais.

Assim, os desafios da Humanidade/sociais exigem transformações e transições urgentes ao nível dos sistemas socio-ecológicos globais, regionais e locais, implicando o assumir o conceito da habitabilidade, sustentabilidade, responsabilidade, transição energética e ambiental num compromisso claro com a promoção de uma (bio)economia verde e circular associada a novos modelos de governança, cidadania, compromisso e inovação política e social que garanta a dinamização, a justiça e a equidade da Sociedade e das Comunidades.

Por outro lado, mesmo que os esforços globais com vista à redução das emissões de GEE sejam eficazes, alguns impactos e vulnerabilidade das alterações climáticas implicam a necessidade de desenvolver ações locais complementares para uma adaptação efetiva e eficaz. Neste contexto, a elaboração do Plano Municipal de Ação Climática visa:

- i) por um lado, criar e disseminar conhecimento científico sobre as alterações climáticas neste território;
- ii) e, por outro, identificar impactos e avaliar vulnerabilidades (presentes e futuras);

iii) para definir uma estratégia e plano atuação em matéria de ação climática local adaptado e pragmático que enuncie as propostas, os tempos, os meios necessários e a respetivo enquadramento das políticas e opções regionais e locais.

Assim em termos de conteúdo, o presente documento sumaria as principais análises e os resultados de cada uma das fases de desenvolvimento do PMAC de PONTE DE LIMA, integrando:

- i. a introdução com a descrição do quadro nacional estratégico de adaptação na relação com os objetivos do Plano;
- ii. a caracterização biofísica e socioeconómica do concelho no quadro regional do território do Alto Minho;
- iii. a modelação dos consumos energéticos, inventários emissões e sequestro em diferentes cenários de desenvolvimento socioeconómico;
- iv. o tratamento e a análise espaço-temporal de dados climáticos disponibilizados pelo Portal do Clima e CLimateEU para o período presente e projeções (2041-2070 e 2071-2100) em cenários climáticos de continuidade (RCP 4.5) e pessimista (RCP 8.5) implícita a avaliação de impactes e vulnerabilidades territoriais para diversos sectores e áreas temáticas;
- v. na relação com a Visão, Objetivos e Metas (ligação com os objetivos e metas nacionais do RNC, PNEC, ENAAC e P-3AC) e apresentação de propostas de eixos, opções e de medidas de adaptação devidamente contextualizadas e hierarquizadas traduzida em medidas de Mitigação (situação atual e projeção de emissões de GEE para 2030, 2040, 2050; consumos de energia e incorporação de renováveis e de Adaptação (avaliação da vulnerabilidade municipal em cenários de alterações climáticas e identificação dos impactos setoriais) através da Identificação de setores prioritários; a Caraterização das políticas e medidas traduzidas em fichas que incluam (os Instrumentos; o Âmbito geográfico; as Entidades responsáveis. Calendário/programação; Fontes de financiamento); associada a modelos e propostas efetivas e pragmáticas de Monitorização e Acompanhamento; da Governança do Plano, incluindo a articulação e a participação pública.

O PMAC integra instrumentos de política e documentos estratégicos de âmbito supranacional, nacional, regional e municipal a considerar no planeamento e das políticas públicas de ação climática local. Os principais instrumentos normativos da política climática nacional focam-se em “mitigação das alterações climáticas”, “adaptação às alterações climáticas”, e uma estratégia específica para o ar (APA., 2024d, Figura 1.2).

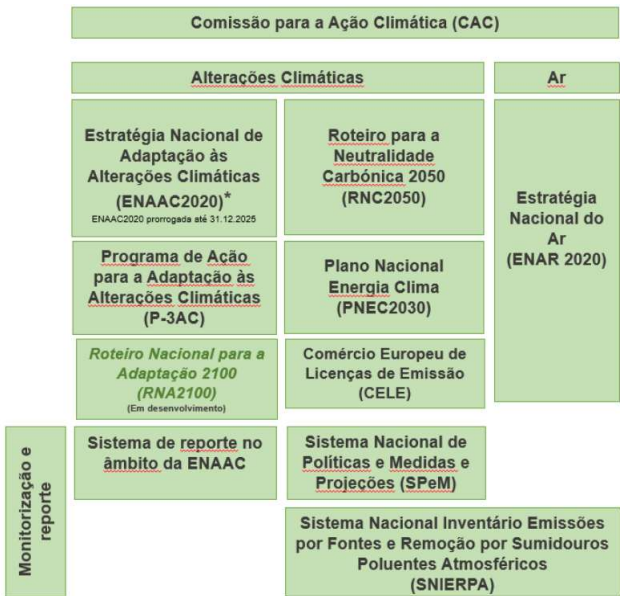


Figura 1.2 - Quadros normativos- arquitetura da Política Climática Nacional de Portugal (APA, 2024).

Quadro 1.1 - Referenciais estratégicos europeus, nacionais e municipais para a elaboração do PMAC- PONTE DE LIMA.

INSTRUMENTO	PUBLICAÇÃO
Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (UNFCCC)	Decreto n.º 20/93, de 21 de junho de 1993 (alterado pelo Decreto n.º 14/2003, de 4 de abril de 2003)
Acordo de Paris	Resolução da Assembleia da República n.º 197-A/2016, de 30 de setembro de 2016
Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável	Resolução A/RES/70/1 da Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU), de 25 de setembro de 2015
Pacto Ecológico Europeu	Comunicação da Comissão COM (2019) 640, de 11 de dezembro de 2019
Pacote «Objetivo 55»	Comunicação da Comissão COM (2021) 550, de 14 de julho de 2021
Estratégia de Mobilidade Sustentável e Inteligente	Comunicação da Comissão COM (2020) 789, de 9 de dezembro de 2020
Estratégia da UE para a Adaptação às Alterações Climáticas	Comunicação da Comissão COM (2021) 82, de 24 de fevereiro de 2021
Estratégia da UE para as Regiões Ultraperiféricas	Comunicação da Comissão COM (2022) 198, de 3 de maio de 2022
Estratégia de Biodiversidade da UE para 2030 (EB2030)	Comunicação da Comissão COM (2020) 380, de 20 de maio de 2020
Estratégia da UE para as Florestas 2030	Comunicação da Comissão COM (2021) 572, de 16 de julho de 2021
Estratégia do Prado ao Prato	Comunicação da Comissão COM (2020) 381, de 20 de maio de 2020
Estratégia para a Bioeconomia	Comunicação da Comissão COM (2018) 673, de 11 de outubro de 2018
Estratégia de Proteção do Solo da UE para 2030	Comunicação da Comissão COM (2021) 699, de 17 de novembro de 2021
Diretiva do Desempenho Energético dos Edifícios	Diretiva (UE) 2018/844 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio de 2018
Estratégia Europeia para os Plásticos na Economia Circular	Comunicação da Comissão COM (2018) 28, de 16 de janeiro de 2018
Plano de Ação da UE Rumo à Poluição Zero	Comunicação da Comissão COM (2021) 400, de 12 de maio de 2021
Plano de Ação para a Economia Circular	Comunicação da Comissão COM (2020) 98, de 11 de março de 2020
Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT)	Lei n.º 99/2019, de 5 de setembro de 2019
Plano Nacional Energia e CLima 2030 (PNEC 2030)	Resolução do Conselho de Ministros n.º 53/2020, de 10 de julho de 2020
Estratégia Nacional para a Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAAC)	Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015, de 30 de julho de 2015
Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050)	Resolução do Conselho de Ministros n.º 107/2019, de 1 de julho de 2019

Estratégia Nacional para o Hidrogénio (EN-H2)	Resolução do Conselho de Ministros n.º 63/2020, de 14 de agosto de 2020
Estratégia Nacional para o Ar (ENAR)	Resolução do Conselho de Ministros n.º 46/2016, a 26 de agosto de 2016
Estratégia Nacional de Combate ao Desperdício Alimentar (ENCDA)	Resolução do Conselho de Ministros n.º 46/2018, de 27 de abril de 2018
Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e Biodiversidade 2030 (ENCNB 2030)	Resolução do Conselho de Ministros n.º 55/2018, de 7 de maio de 2018
Estratégia de Longo Prazo para a Renovação dos Edifícios (ELPRE)	Resolução do Conselho de Ministros n.º 8-A/2021, de 3 de fevereiro de 2021
Programa de Ação para a Adaptação às Alterações Climáticas (P-3AC)	Resolução do Conselho de Ministros n.º 130/2019, de 2 de agosto
Estratégia Nacional para uma Proteção Civil Preventiva (ENPCP)	Resolução do Conselho de Ministros n.º 112/2021, de 11 de agosto
Estratégico dos Transportes e Infraestruturas (Peti3+)	Resolução do Conselho de Ministros 61-A/2015, de 20 de agosto
Estratégia «Cidades Sustentáveis 2020»	Resolução do Conselho de Ministros n.º 61/2015, de 11 de maio de 2015
Plano Estratégico da Política Agrícola Comum 2023-2027 (PEPAC)	https://www.gpp.pt/index.php/pepac/pepac-plano-estrategico-da-pac-2023-2027
Plano Regional de Ordenamento Florestal do Alto Minho (PROFAM);	Resolução do Conselho de Ministros n.º 16/2007, de 28 de Março
Plano de Gestão da Região Hidrográfica (RH1) 3.º Ciclo - PGRH do Minho e Lima 2022-2027	Fase de consulta pública (https://participa.pt/pt/consulta/pgrh-minho-e-lima-rh1-5512)
Plano de Diretor Municipal de Ponte de Lima	Diário da República, 2.ª série — N.º 237 — 10 de Dezembro de 2007 Aviso n.º 24235/2007
Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios de Ponte de Lima 2016-2020	https://cm-valenca.pt/servicos-municipais/florestas/pmdfci/#:~:text=O%20Plano%20Municipal%20de%20Defesa%20da%20Floresta%20contra,entidades%20envolvidas%20perante%20a%20eventual%20ocorr%C3%Aancia%20de%20inc%C3%AAndios.
Plano Municipal de Emergência e Proteção Civil de Ponte de Lima	https://cm-valenca.pt/servicos-municipais/protecao-civil/plano-municipal-de-emergencia/
Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Minho (PIAAC Alto Minho)	https://www.altominho.tv/site/2019/12/18/alto-minho-apresenta-estrategia-de-adaptacao-as-alteracoes-climaticas-para-a-proxima-decada/

Neste quadro, sobressai a **Lei de Bases do Clima** que reconhece a situação de emergência climática nacional e define as bases da política climática clarificando os seus objetivos e princípios. Esta lei prevê que Portugal deve reduzir as emissões de CO₂ em 55% até 2030, entre 65% e 75% até 2040 e pelo menos 90% até 2050 no quadro de transição para uma economia sustentável e uma sociedade neutra em gases de efeito de estufa (Lei n.º 98/2021, 2021).

O **Artigo 3.º** da Lei do Clima estabelece os Objetivos das políticas públicas do clima que visam o equilíbrio ecológico, as alterações climáticas e prosseguem os seguintes objetivos:

- a) promover uma transição rápida e socialmente equilibrada para uma economia sustentável e uma sociedade neutras em gases de efeito de estufa;
- b) garantir justiça climática, assegurando a proteção das comunidades mais vulneráveis à crise climática, o respeito pelos direitos humanos, a igualdade e os direitos coletivos sobre os bens comuns;
- c) assegurar uma trajetória sustentável e irreversível de redução das emissões de gases de efeito de estufa;
- d) promover o aproveitamento das energias de fonte renovável e a sua integração no sistema energético nacional;
- e) promover a economia circular, melhorando a eficiência energética e dos recursos;
- f) desenvolver e reforçar os atuais sumidouros e demais serviços de sequestro de carbono;
- g) reforçar a resiliência e a capacidade nacional de adaptação às alterações climáticas;
- h) promover a segurança climática;
- i) estimular a educação, a inovação, a investigação, o conhecimento e o desenvolvimento e adotar e difundir tecnologias que contribuam para estes fins;
- j) combater a pobreza energética, nomeadamente através da melhoria das condições de habitabilidade e do acesso justo dos cidadãos ao uso de energia;
- k) fomentar a prosperidade, o crescimento verde e a justiça social, combatendo as desigualdades e gerando mais riqueza e emprego;
- l) proteger e dinamizar a regeneração da biodiversidade, dos ecossistemas e dos serviços;
- m) dinamizar o financiamento sustentável e promover a informação relativa aos riscos climáticos por parte dos agentes económicos e financeiros;
- n) assegurar uma participação empenhada, ambiciosa e liderante nas negociações internacionais e na cooperação internacional;
- o) estabelecer uma base rigorosa e ambiciosa de definição e cumprimento de objetivos, metas e políticas climáticas;
- p) reforçar a transparência, a acessibilidade e a eficácia da informação, do quadro jurídico e dos sistemas de informação, reporte e monitorização;
- q) garantir que todas as medidas legislativas e investimentos públicos de maior envergadura sejam avaliados estrategicamente em relação ao seu contributo para cumprir os pressupostos enunciados, integrando os riscos associados às alterações climáticas nas decisões de planeamento e de investimento económico nacional e setorial.

O **Artigo 4.º** define os Princípios da política pública subordinadas aos seguintes princípios:

- a) Desenvolvimento sustentável, aproveitando os recursos naturais e humanos de forma equilibrada, em consideração pelos deveres de solidariedade e respeito pelas gerações futuras e pelas demais espécies que coabitam no planeta;
- b) Transversalidade, garantindo que a mitigação e a adaptação às alterações climáticas são consideradas nas demais políticas globais e setoriais;
- c) Especial articulação com a lei de bases do ambiente, prevenindo e mitigando riscos ambientais conexos;
- d) Integração, considerando os impactes das alterações climáticas nos investimentos e atividades económicas, tanto públicos como privados;
- e) Cooperação internacional, tendo em vista as mais-valias para o desenvolvimento de práticas e tecnologias e para a descarbonização global;
- f) Valorização do conhecimento e da ciência, assentando nestes a tomada de decisões;
- g) Subsidiariedade, assegurando uma administração multinível integrada e eficiente, integrando as regiões autónomas e as autarquias nos processos de planeamento, tomada de decisão e avaliação das políticas públicas;
- h) Informação, impondo uma cultura de transparência e responsabilidade;

- i) Participação, incluindo os cidadãos e as associações ambientais no planeamento, tomada de decisões e avaliação das políticas públicas;
- j) Prevenção e precaução, obviando ou minorando, prioritariamente na fonte, os impactes adversos no clima, tanto em face de perigos imediatos e concretos como de riscos futuros e incertos, e podendo estabelecer, em caso de incerteza científica, que o ónus da prova recai sobre a parte que alegue a ausência de perigos ou riscos;
- k) Responsabilização, recuperação e reparação, devendo cada agente interveniente responder pelas suas ações e omissões, diretas e indiretas, estando obrigado a corrigir ou recuperar as perdas e danos que tenha originado, suportando os encargos daí resultantes e as compensações aplicáveis a terceiros.

A sistematização dos objetivos, metas e principais linhas de ação resultantes destes instrumentos da política climática e diferentes referenciais políticos e técnicos europeu, nacionais, regionais e municipais de base territorial e temática, estratégica e operativa influenciam e são considerados na elaboração do PMAC - Ponte de Lima (Quadro 1.1) a partir do enquadramento do **Plano Intermunicipal de Adaptação Às Alterações Climáticas do Alto Minho** que apresenta como:

1. Objetivo

O reforço das capacidades de adaptação do território do Alto Minho às alterações climáticas através da adoção e articulação de um conjunto de medidas transversais, sectoriais e territoriais.

2. Conteúdo

Considerando um trabalho de recolha de informação e de diagnóstico (contextualização e cenarização climáticas) em que se identificaram as principais vulnerabilidades (atuais e futuras) do Alto Minho e sistematizam /hierarquizaram os principais impactos da mudança climática. Por fim, foram ainda elencadas opções, medidas e projetos de ação climática no território do Alto Minho e nos dez municípios que o integram, que resultam da articulação entre políticas setoriais, municipais e intermunicipais, suportada no conhecimento das vulnerabilidades atuais e futuras.

3. Horizonte temporal: 2020-2030

4. Enquadramento geográfico

O PIAAC do Alto Minho abrange, numa lógica de atuação supramunicipal, todos os municípios que integram a NUT III Minho-Lima (Arcos de Valdevez, Caminha, Melgaço, Monção, Paredes de Coura, Ponte da Barca, Ponte de Lima, Viana do Castelo e Vila Nova de Cerveira).

5. Enquadramento temático

O PIAAC do Alto Minho incide sobre todos os sectores prioritários da ENAAC 2020 (Agricultura; Biodiversidade; Economia (Indústria, Turismo e Serviços); Energia e segurança energética; Florestas; Saúde humana; Segurança de Pessoas e Bens; Transportes e Comunicações, e Zonas Costeiras e Mar) e todas as áreas temáticas da ENAAC 2020 (Investigação; financiamento; cooperação internacional; comunicação/divulgação; ordenamento do território; e gestão dos recursos hídricos).

6. Síntese das principais tendências e projeções climáticas para o Alto Minho até ao final do século

Tendências	Síntese das Alterações Projetadas
Aumento da temperatura média anual e máxima (em especial das temperaturas mínimas) bem como da ocorrência de ondas de calor. Aumento das amplitudes térmicas mensais e diárias, com diminuição de períodos de geadas e ondas de frio.	Subida da temperatura média máxima entre 2,3°C (RCP 4.5) e 4°C (RCP 8.5) e da temperatura média mínima entre 2°C (RCP 4.5) e 3,5°C (RCP 8.5), até ao final do século. Aumento da temperatura máxima entre 2,1°C (RCP4.5) e 5,2°C (RCP 8.5) até ao final do século. Diminuição do número de dias e do período com temperaturas inferiores a 0°C. Decréscimo do número de dias consecutivos muito frios (temperatura inferior a 7°C), entre os 30% a 40%, no cenário RCP 4.5, e os 50% a 65%, no cenário RCP 8.5, até ao final do século. Diminuição do número de dias em ondas de frio, sendo esta redução mais acentuada no RCP 8.5 onde, no limite, deixa de existir ondas de frio no final do século. Aumento do número de dias consecutivos muito quentes ($\geq 35^{\circ}\text{C}$) e noites tropicais ($\geq 20^{\circ}\text{C}$) – é expectável que os dias com temperaturas altas aumentem entre 4 a 5 dias, no cenário RCP4.5, e, para o cenário RCP8.5, são projetados períodos máximos de 25 dias. Aumento da amplitude térmica mensal e diária nas estações de verão e outono em especial nas zonas de montanha – o cenário RCP 8.5 projeta amplitudes médias diárias de 12°C para o final do século
Diminuição da média anual da precipitação até ao final do século e maior concentração da precipitação, quer na estação de inverno quer em menores períodos de tempo.	Diminuição da média da precipitação mínima em 152 mm (13%), para o RCP 4.5, e de 290 mm (25%), para o RCP 8.5 e da média da precipitação máxima em 105 mm (6,3%), para o RCP 4.5, e de 202 mm (12%), para o RCP 8.5, até ao final do século. Redução da precipitação média durante os períodos de verão (na ordem dos 50%) e outono (com diminuições de 20 a 34%, até 2100). Diminuição da precipitação sob a forma de neve - para o RCP 4.5 são projetadas diminuições na precipitação de neve entre 57% e 33%, enquanto no RCP 8.5 a diminuição varia entre 78% a 67%, ficando limitada principalmente a zonas de montanha onde ocorrem os valores máximos registados. Tendência de aumento dos valores da precipitação no inverno e de diminuição dos dias com precipitação igual ou superior a 10 e 20 mm, no RCP 4.5, e, no RCP 8.5, diminuição da precipitação média para todas as estações, com exceção do inverno, e diminuição de 27 dias no número de dias com chuva. Tendência de descida da humidade relativa, em especial no verão.
Ligeiro aumento da radiação em particular nos meses de verão. Aumento da evapotranspiração. Aumento do défice hídrico.	Tendência de aumento gradual da evapotranspiração, sendo projetado que os valores máximos subam 11% e 18% até ao final do século, para o RCP 4.5 e o RCP 8.5, respetivamente – com maior intensidade nos vales interiores. Aumento do défice hídrico global com ênfase nas zonas interiores do território. Aumento das necessidades hídricas.

Maior intensidade do vento no litoral estabilizando nas zonas de vale do território e aumentando progressivamente nas zonas interiores de montanha. Diminuição e aumento da amplitude da velocidade do vento a 10 m e 30 m.	Para a intensidade do vento a 10 e 30 m não são expectáveis grandes alterações (os padrões de intensidades, na sua generalidade, mantem-se sendo expectável uma ligeira diminuição mais evidenciada no RCP 8.5 num segundo momento (2070-2100)). Observa-se uma ligeira tendência de aumento dos dias sem vento para ambos os RCP. O número de dias com ventos muito fortes não sugere grandes alterações em relação a média anual de referência.
Aumento dos fenómenos extremos de temperatura, precipitação, de fortes episódios de vento, ondas de calor e frio, secas e cheias.	Aumento dos fenómenos extremos em particular de precipitação muito intensa. Aumento da periodicidade e severidade das ondas de calor. Aumento da ocorrência de tempestades de inverno, acompanhadas de chuva e vento fortes.

Tendo por base os principais resultados dos processos de recolha e processamento de informação, bem como os contributos de diversos atores sectoriais e territoriais, foram identificadas várias medidas preliminares de ação climática, as quais se sistematizam de seguida nos seguintes Eixos e Opções:

Eixo	Objetivo(s)	Exemplos de medidas
Eixo1. Investigação e Conhecimento	Potenciar a criação de conhecimento sobre o território, nomeadamente, através da criação de uma rede de deteção e estudos relativos a: análises de riscos, segurança alimentar, dinâmicas de sedimentação e processos de ocupação e uso do solo	Inclui medidas que permitem colmatar lacunas de informação e insuficiências de conhecimento, de entre as quais: Instalação, reforço e operacionalização de uma rede cLimatológica regional capaz de registar as heterogeneidades do cLima no território; Análise e modelação de riscos e serviços ecossistémicos, num cenário de alteração climática, com o intuito de gerar informação de carácter regional que permita a atualização das vulnerabilidades no território e subsequente ajuste do PIAAC do Alto Minho (incluindo cartografia de risco de incêndio); Desenvolvimento de uma estratégia alimentar territorial que considere a avaliação do desperdício alimentar, através da identificação do potencial de autoaprovisionamento alimentar e de um conjunto de metas de produção e aprovisionamento. Integração em projetos e redes de investigação nacionais e internacionais, num quadro alargado de cooperação e transferência de dados.

Eixo 2. Medidas e ações de intervenção	Inclui propostas de ação que permitam dar resposta aos impactes, vulnerabilidades e riscos considerados prioritários. A título de exemplo, de referir: Definição de uma rede ecológica que conecte áreas <i>hotspot</i> de geo e biodiversidade na região; Monitorização, controlo e irradiação de pragas;Elaboração do cadastro predial rural simplificado; Monitorização e gestão da ocupação e uso das zonas costeiras, bem como da movimentação e transporte de bens e pessoas ao largo da costa; Incorporação de medidas de adaptação à mudança climática nos planos de contingência existentes [particularmente relevante para eventos de baixa recorrência, mas de elevado potencial catastrófico]; Promoção de sistemas de produção agroalimentares sustentáveis associados à implementação de produção integrada, biológica e de precisão; Promoção da capacitação dos produtores e da certificação florestal com o intuito de garantir a aplicação das melhores técnicas; Combate às perdas nos sistemas públicos de água, ao desperdício ao nível do consumo e intervenções que potenciem a separação e o (re) aproveitamento de águas pluviais; Monitorização, conservação e promoção de usos e geração de economias sustentáveis e tradicionais associados aos espaços costeiros, ribeirinhos e estuarinos; Adequação dos IGT municipais (PDM, por exemplo) num contexto de mudança climática; Promoção de investimentos que potenciem o aproveitamento do potencial energético renovável endógeno do Alto Minho (ex. produção descentralizada de energia e eólica offshore) e a eficiência no uso do recurso energético. Reforço da aposta na mobilidade sustentável (ex. mobilidade elétrica e modos suaves); Definição e instalação de unidades, zonas, parques industriais em Zonas Empresariais Responsáveis; Reforço da rede de infraestruturas verdes e azuis, regionais e locais [particularmente relevante em áreas (peri)urbanas]. Desenvolvimento de uma estratégia para os espaços verdes em perímetro urbano e promoção de superfícies (paredes e telhados) verdes.
--	---

Eixo 3. Observação / Monitorização e Sistemas de Apoio à Decisão	Potenciar o surgimento de soluções inovadoras (ex. plataformas digitais) que permitam: agilizar a comunicação entre entidades, municípios e cidadãos; partilhar informação em tempo útil e apoiar a tomada de decisão em matéria de ação climática.	Inclui medidas relacionadas com a monitorização e implementação de sistemas de governança, tais como a: Criação de uma plataforma digital “<i>open access</i>” de registos climáticos e ocorrências relevantes deles resultantes; Promoção da economia, redes e serviços digitais (<i>e-commerce</i> e <i>e-government</i>)
Eixo 4. Organização, Sensibilização e Capacitação	Incrementar a sensibilização e promover a capacitação de diversos atores locais/agentes territoriais e sectoriais para os desafios emergentes da mudança climática acarreta.	Inclui medidas de organização, educação, sensibilização e preparação dos agentes sectoriais e económicos [com particular enfoque para os agentes de proteção civil], de entre as quais: Reforço da capacidade de intervenção; da capacitação e dos meios disponíveis aos agentes de proteção civil e de emergência e reforço da coordenação entre os órgãos decisores; Dinamização de ações de informação e sensibilização dirigidas a diversos públicos-alvos [ex. comunidade escolar, decisores e população vulnerável]; Promoção do voluntariado ambiental e ações do tipo “<i>citizen science</i>”.
Eixo5. Cooperação Transfronteiriça e Internacional	Potenciar a cooperação à escala internacional e transfronteiriça, potenciando sinergias, promovendo a partilha de dados e de conhecimento, não só ao nível da gestão e desenvolvimento do território, mas também na resposta a eventos extremos.	Inclui medidas de promoção e melhoria da cooperação transfronteiriça e internacional, num contexto de ação climática. A título de exemplo referenciam-se o: Planeamento, coordenação e programação de meios e operações conjuntas de proteção civil e emergência entre Portugal e a Galiza; Estabelecimento de parcerias entre o Alto Minho e a Galiza em matéria de ação climática.

A elaboração dos Planos Municipais de Ação Climática (PMAC) em Portugal é necessária por diferentes abordagens, conforme delineado pela Lei de Bases do Clima:

- i) Descentralização da Ação Climática garantindo que as medidas de mitigação e adaptação são adequadas às particularidades de cada município.
- ii) Cumprimento de Compromissos Nacionais e Internacionais. Portugal comprometeu-se com várias metas associadas ao Acordo de Paris e políticas/programas União Europeia
- iii) Integração de Políticas e Medidas Locais. ao facilitar a coordenação entre as políticas municipais e as políticas regionais e nacionais, promovendo uma abordagem coerente e integrada para a ação climática;
- iv) Resiliência e Adaptação às Alterações Climáticas ao planejar respostas específicas para aumentar a resiliência local e adaptar-se às condições climáticas em mudança;
- v) Participação e Envolvimento da Comunidade promovendo a consciencialização e o envolvimento dos cidadãos e das partes interessadas locais na implementação de medidas climáticas;
- vi) Aproveitamento de Oportunidades de Financiamento ao identificar e validar propostas e prioridades o que pode ajudar os municípios a acederem a fundos e financiamentos, tanto públicos como privados, para a implementação das suas ações climáticas.
- vii) Monitorização e Avaliação de Desempenho ao estabelecer indicadores claros que permitem a monitorização e avaliação regular do progresso, facilitando ajustes e melhorias contínuas nas políticas e ações climáticas;
- viii) Desenvolvimento Sustentável e Qualidade de Vida ao promover práticas sustentáveis, melhorando a qualidade do ar, a eficiência energética, a mobilidade urbana e a gestão de recursos naturais.

Perante a situação atual e o enquadramento legal vigente, reconhece-se a importância de prover o Município de um conjunto integrado de opções de ação climática.

1.1. Objetivos do Plano Municipal de Ação Climática (PMAC)

No âmbito do Plano, destaca-se a indicada Lei de Bases do Clima, aprovada e publicada pela Lei n.º 98/2021, de 31 de dezembro, a qual reconhece a situação de emergência climática e define as bases das políticas do clima em Portugal, visando o equilíbrio ecológico e o a ação climática. O plano de adaptação e ação climática deve procurar contribuir para o planeamento e o desenvolvimento de um território mais resiliente, seguro, competitivo e habitável, através da adoção de medidas que permitam minimizar efeitos negativos e potenciar oportunidades. As alterações climáticas são consideradas um desafio maior a nível global. A necessidade de intervenção e adaptação local é fundamental, e encarada na esfera municipal como matéria prioritária, pela inevitabilidade que os seus impactos produzem e continuarão a produzir no território e no quotidiano da população.

O Município de Ponte de Lima visa contribuir para o conhecimento, a mitigação e adaptação às alterações climáticas e melhorar a sua resposta às vulnerabilidades atuais e futuras através da elaboração do Plano Municipal de Ação Climática.

Neste contexto, o Plano Municipal de Ação Climática apresenta como visão estratégica:

Transformar o concelho de PONTE DE LIMA, a partir da dinamização do Município e envolvendo todas as partes interessadas locais, num território capacitado, inteligente e resiliente, através da descarbonização e da transição energética, promovendo a (bio)economia circular e um caminho para uma ação climática inovadora, sustentável, justa, coesa e equitativa que envolva a região e as comunidades locais.

A operacionalização do plano estrutura-se a partir de objetivos nucleares para o território, tais como:

- i) Identificar e avaliar os riscos e vulnerabilidades atuais e futuros e a capacidade adaptativa do município,

de forma a definir opções e medidas de adaptação, considerando para o efeito as dimensões setoriais relevantes para o município enunciadas na ENAAC 2020;

- ii) Incentivar a investigação e a produção de conhecimento sobre as alterações climáticas, promovendo a inovação na adaptação, recolhendo, produzindo, sistematizando e analisando informação relevante que possibilite análises setoriais, para uma avaliação abrangente e sistemática das vulnerabilidades atuais e futuras do município;
- iii) Promover e criar as condições técnicas para a integração da adaptação no ordenamento do território e na gestão dos recursos hídricos ao nível municipal;
- iv) Elaborar um instrumento de planeamento municipal, consubstanciado num programa detalhado de medidas concretas a desenvolver no Município de Ponte de Lima, com a identificação das potenciais fontes de financiamento;
- v) Dotar o município de um plano de implementação, comunicação e divulgação do PMAC que contribua para a sensibilização, envolvimento e responsabilização dos atores locais e outros agentes interessados em relação aos impactes e vulnerabilidades face às alterações climáticas e para a necessidade de adotar medidas adaptativas.

1.2. Abordagens e métodos ao desenvolvimento do PMAC

A Lei de Bases do Clima (n.º 98/2021 de 31 de dezembro), no Artigo 7.º refere como deveres em matéria climática

- 1. Todos têm o dever de proteger, preservar, respeitar e assegurar a salvaguarda do equilíbrio climático, contribuindo para mitigar as alterações climáticas;
- 2. A cidadania climática consiste no dever de contribuir para a salvaguarda do equilíbrio climático, cabendo ao Estado promovê-la nos planos político, técnico, cultural, educativo, económico e jurídico.

Neste sentido, o **Plano Municipal de Ação Climática (PMAC) promovido pela Autarquia de Ponte de Lima** visa reforçar as capacidades de adaptação do município às **Alterações Climáticas** procurando:

- i. melhorar o nível de conhecimento sobre as causas, processos e impactes regionais e locais das alterações climáticas;
- ii. definir eixos, opções e implementar medidas de adaptação;
- iii. promover a integração da adaptação em políticas setoriais e territoriais;
- iv. seguida de um plano de monitorização, relato e revisão do plano.

Ainda no **Artigo 8.º** indica-se que são sujeitos da ação climática: a) O Estado; b) Os institutos públicos; c) As empresas públicas; d) As regiões autónomas; **e) As autarquias locais e as respetivas associações públicas;** **f) O Conselho para a Ação Climática, nos termos a definir em diploma próprio;** **g) As entidades administrativas independentes com funções de regulação da atividade económica;** **h) As organizações não governamentais de ambiente (ONGA), centros e grupos de investigação e reflexão, e outras organizações não governamentais, associações ou entidades da sociedade civil;** **i) Os cidadãos, as empresas privadas e outras entidades de direito privado.**

Este ponto relaciona-se com o **Artigo 14.º** Políticas climáticas regionais e locais em que se estabelece que:

- 1. **As regiões autónomas e as autarquias locais programam e executam políticas climáticas no âmbito das suas atribuições e competências, assegurando a sua coerência com os instrumentos de gestão territorial;**
- 2. **Os municípios aprovam, em assembleia municipal, no prazo de 24 meses a partir da entrada em vigor da presente lei, um plano municipal de ação climática;**
- 3. As comissões de coordenação e desenvolvimento regional elaboram, no prazo de 24 meses a partir da entrada em vigor da presente lei, um plano regional de ação climática, a aprovar em conselho regional;
- 4. As comunidades intermunicipais e as áreas metropolitanas definem políticas climáticas comuns para os respetivos territórios;

5. As entidades referidas nos números anteriores cooperam para assegurar a complementaridade das políticas e dos investimentos para a mitigação e a adaptação às alterações climáticas;
6. O Estado assegura os meios necessários para garantir o desenvolvimento das políticas regionais e locais em matéria climática;
7. As empresas do setor empresarial do Estado têm um especial dever de cooperação na concretização das políticas em matéria climática nos territórios em que se inserem e onde desenvolvem a sua atividade;
8. As entidades referidas no presente artigo são objeto de uma avaliação de desempenho das respetivas políticas públicas em matéria climática, em termos a definir em diploma próprio.

O Estado, através da Administração Central, Regional e Local, promove a avaliação dos riscos globais e nacionais e a elaboração de planos de atuação, prevenção e contingência perante fenómenos climáticos extremos, o surgimento de novas doenças ou o agravamento da incidência de doenças em resultado das alterações climáticas.

Por outro lado, o **Plano Municipal de Ação Climática apresenta uma relação direto com** o planeamento municipal do ambiente e outras iniciativas opções de energia, transporte, desenvolvimento sustentável bem como, com maior detalhe, concretização e alargamento para a mitigação das leituras e propostas no Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Minho (PIAAC).

A caracterização da situação do concelho ao nível socioeconómico e ambiental e efetuou o respetivo diagnóstico ambiental e social. Na fase de definição da proposta identificam-se as pressões, estados e enumeram-se as respostas (propostas) considerando a realidade local, potencialidades e as oportunidades ambientais e de sustentabilidade em áreas temáticas prioritárias de atuação, seguida de critérios selecionados para a definição e hierarquização de prioridades.

Neste contexto pretende-se desenvolver um Plano de Ação Climática para o Município e concelho de Ponte de Lima que tenha por base os seguintes objetivos:

- i. recolher e modelar a realidade e a mudança climática municipal;
- ii. avaliar o estado do ambiente e da sustentabilidade do concelho através da identificação e análise de diferentes áreas temáticas;
- iii. encorajar a cooperação e formação de parcerias que por um lado obtenha uma visão sistemática e integrada;
- iv. promover a participação/responsabilização dos agentes e dos cidadãos na ação climática;
- v. definir estratégias e ações de intervenção, de base temática e territorial, concretas e concertadas entre as organizações/quadro orgânico/parceiros para uma implementação adequada;
- vi. **organizar** as propostas num base coerente entre si estabelecendo as relações entre este plano e outras opções/estratégias de base global, nacional, regional e local;
- vii. selecionar os problemas ambientais que necessitam de uma resolução mais urgente e para os quais existam iniciativas em cursos e meios disponíveis para intervenção;
- viii. contribuir para o aumento da eficácia das intervenções bem como, para preparar e otimizar a utilização racional e responsável dos modelos e fontes de financiamento.

1.3. As fases e os produtos do PMAC

Em termos estratégicos, o promotor, o Município de Ponte de Lima visa:

- i. uma análise histórica e uma dimensão prospetiva da mudança climática;
- ii. promoção da adaptação/ação climática no quadro da melhoria do estado do ambiente e sustentabilidade num período até 2030;
- iii. uma abordagem temática, sistémica, integradora e hierárquica implícita a localização e coesão territorial;
- iv. associadas a uma programação e alocação num conjunto de propostas coerentes de investimento, financiamento e responsabilidade própria.

O Plano Municipal de Ação Climática assume-se como:

- i) um exercício técnico-científico colaborativo vertido num plano de ação de suporte à estratégia política, comunicação, ação e apoio à fundamentação de opções de investimento, candidaturas e instrumentos de governança;
- ii) que indica as responsabilidades e as oportunidades abertas para os agentes públicos e privados.

A definição e especificação do enquadramento, procedimentos e práticas para cada uma destas diversas fases implica o desenvolvimento e uma aplicação metodológica/processual. Em termos de avanço e programação dos trabalhos pretendem-se diversas fases e produtos ao longo:

1. **do Diagnóstico** (definição de âmbito, a caracterização biofísica e humana, o estado e os impactes das mudanças climática considerando as pressões e as componentes territoriais e a sustentabilidade local);
2. **da Definição dos objetivos e a orientação/enquadramento estratégico** (objetivos estratégicos e específicos) das opções e oportunidades para o concelho;
3. **da Definição da análise e elaboração/fundamentação das propostas para o Plano Municipal de Ação Climáticas** (ver estrutura com eixos e temas a tratar);
4. **do Modelo de governança, avaliação estratégica e observação/monitorização do Plano considerando os objetivos e indicadores previstos para a implementação e acompanhamento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável à escala local conforme orientações do Instituto Nacional de Estatística- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - Agenda 2030;**
5. **em simultâneo, a ações de apresentação, participação e comunicação pública do Plano**

O Plano inclui a análise do desenvolvimento, planeamento, o estado e os avanços no (1) **Clima e Adaptação às Alterações Climáticas** (pressões, estado, tendências/projetos em curso, cenários e necessidades/propostas na continuidade dos Plano Intermunicipal de Adaptação das Ações Climáticas para o nível municipal);(2) **com uma avaliação, leitura e propostas transversais ao estado, pressões e respostas ao nível temático de responsabilidades/áreas de intervenção do município.**

A adaptação deve ser vista como um processo de aprendizagem e melhoria contínua. Uma base de boas práticas de adaptação é o modelo *RAST (Regional Adaptation Support Tool)* (EEA, 2024), que auxilia as comunidades regionais a se envolverem para a co-criação das ações de adaptação aos problemas decorrentes das alterações climáticas, através de um processo circular em seis passos (Imagem 3). Estes passos são: 1. Preparar o terreno para a adaptação; 2. Avaliação dos riscos e vulnerabilidades das alterações climáticas; 3. Identificação das opções de adaptação; 4. Avaliação e seleção das opções de adaptação; 5. Implementação da adaptação; 6. Acompanhamento e avaliação da adaptação.

No final as opções validadas implicam a definição de:

- i) **Instrumentos de política sectorial e governança territorial**, onde se incluem a organização, a responsabilização, as fontes e os modelos de financiamento associadas a programas de implementação e monitorização do Plano através do preenchimento de fichas;
- ii) **bem como, os Modelos de governança de implementação, avaliação e acompanhamento do PMAC.**

A proposta de desenvolvimento do PMAC encontra-se estruturada em torno de três dimensões de trabalho que correspondem a *output* distintos e corporizam abordagens e resultados complementares:

- i) **dimensão técnica**, centrada no conjunto de tarefas de natureza técnica necessárias para a elaboração do Plano, incluindo as dimensões analítica, estratégica, de avaliação, de intervenção e programática;
- ii) **dimensão processual ou operacional**, que corresponde a uma das dimensões fundamentais do Plano, a da gestão, monitorização e avaliação do seu processo de concretização;

- iii) **dimensão de formação e comunicação**, que corresponde ao conjunto de procedimentos que visam a participação e o envolvimento de agentes do território no processo, aspeto crítico para o sucesso do PIAAC do Alto Minho, mas também como atitude futura indispensável de um processo que agora se inicia e que é da escala dos tempos longos.

A elaboração do PMAC assenta nos princípios orientadores de:

- i) **abordagem estratégica;**
- ii) **integração e multidisciplinaridade;**
- iii) **e participação, equidade e negociação.**

Para maximizar a eficácia da estratégia consagrada, esta foi suportada numa abordagem integrada e integradora, orientada para a ação, numa lógica operacional e de implementação, incorporando intervenções ao nível do planeamento, conhecimento, monitorização, comunicação e sensibilização.

Em simultâneo, consideram-se como referências científicas, legais, metodológicas, estratégicas, dados e modelos provenientes do IPCC, como sejam, o Acordo Global, a Estratégia Europeia de Adaptação Climática, o Acordo Europeu Verde, a Estratégia Nacional de Adaptação Climática, bem como diversos programas, projetos, iniciativas europeias e nacionais, facultando a possibilidade de partilha, em rede, de outras estratégias e planos (inter)municipais de adaptação às Alterações Climáticas. Em concreto, no Plano, foram considerados um conjunto de **documentos técnicos de orientação** de referência para a elaboração do presente trabalho.

Assim, o PMAC aborda a dimensão mitigação e adaptação às alterações climáticas e foca-se numa abordagem de curto e médio prazo, em alinhamento com os períodos das estratégias e ciclos de opções, investimento nacionais e europeus, estabelecendo objetivos e metas para o horizonte de 2030.

Embora a urgência prevista nos Planos Municipais de Ação Climática, os mesmos podem e devem ser combinados com uma abordagem de longo prazo, designadamente roteiros municipais para a neutralidade carbónica, garantindo o alinhamento das medidas de curto prazo com os objetivos de longo prazo. Ao mesmo tempo, privilegiamos a ação, as medidas e os instrumentos para que os objetivos e metas estabelecidos possam ser alcançados, em alinhamento com as orientações nacionais, bem como os recursos necessários. Para o efeito, definiu-se o cenário de base estimando as emissões de gases com efeito de estufa do município avaliando os riscos e vulnerabilidades às alterações climáticas.

O Alto Minho apresenta uma topografia irregular e uma orografia acentuada, separadas por vales profundos, entre os quais se destaca o vale do rio Lima. Este vale é largo e acompanhado de uma vasta planície de aluvião que se estende pelos seus afluentes. O concelho de Ponte de Lima distingue-se pela elevada amplitude altimétrica e declives acentuados, abrangendo altitudes desde as zonas ribeirinhas, situadas entre 0 e 300 m, até áreas montanhosas superiores a 800 m, com declives que podem ultrapassar os 25%.

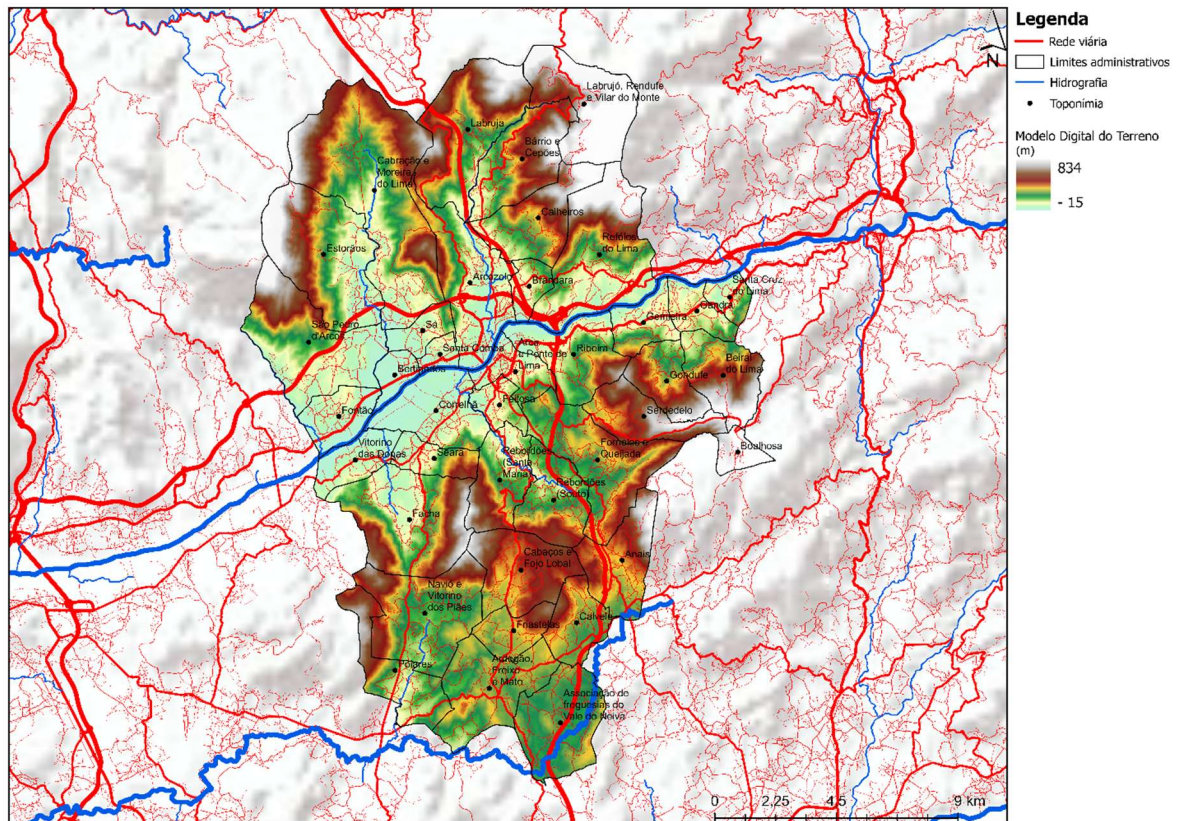


Figura 2.2- Modelo Digital do Terreno (MDT)

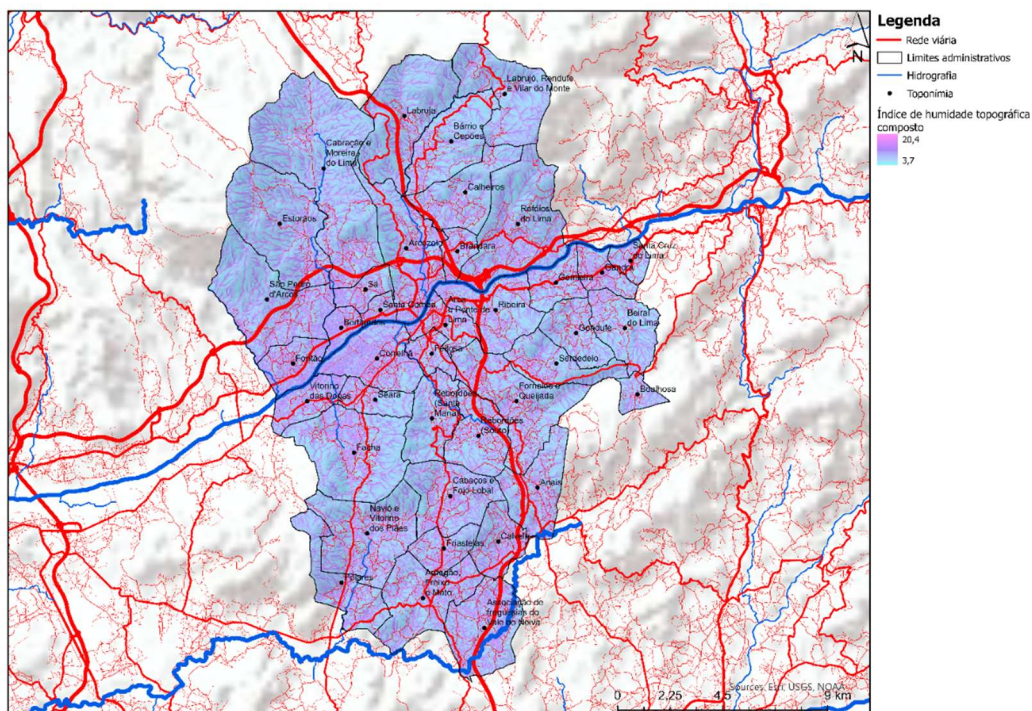


Figura 2.3- Carta de índice topográfico e rede hidrografia

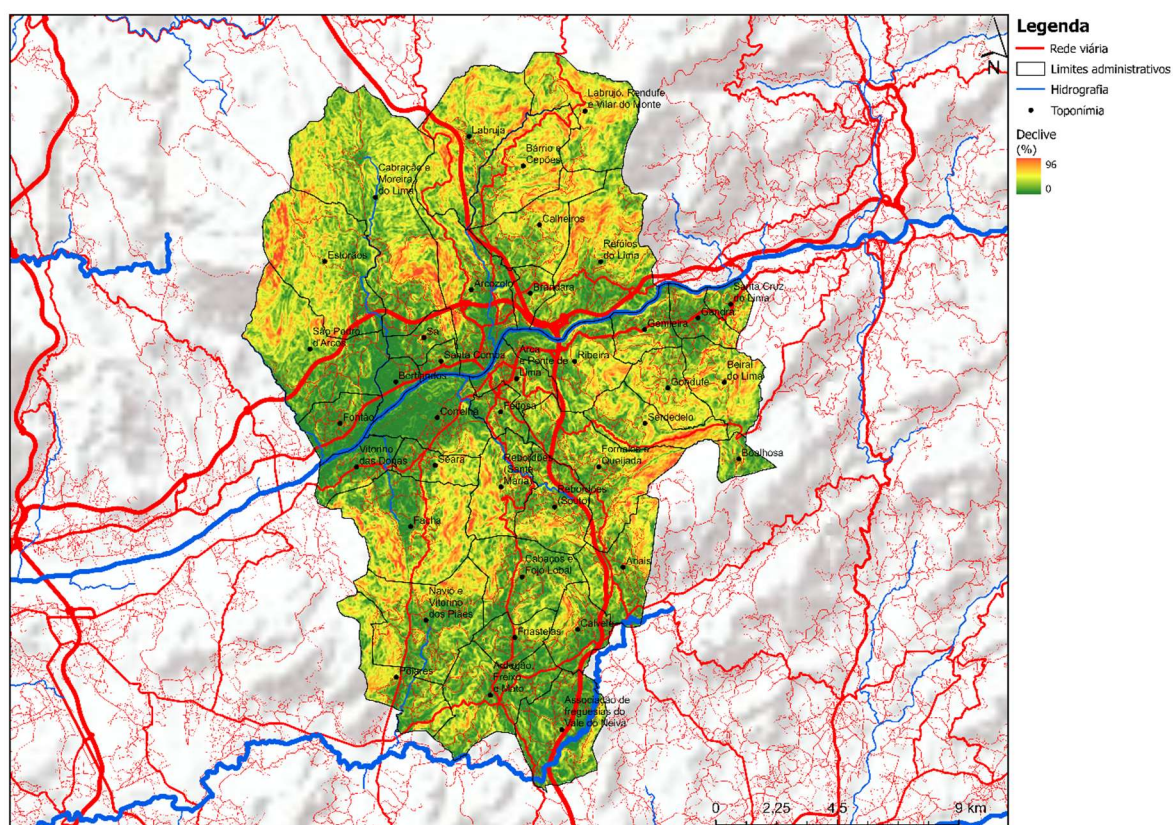


Figura 2.4- Carta de Declives

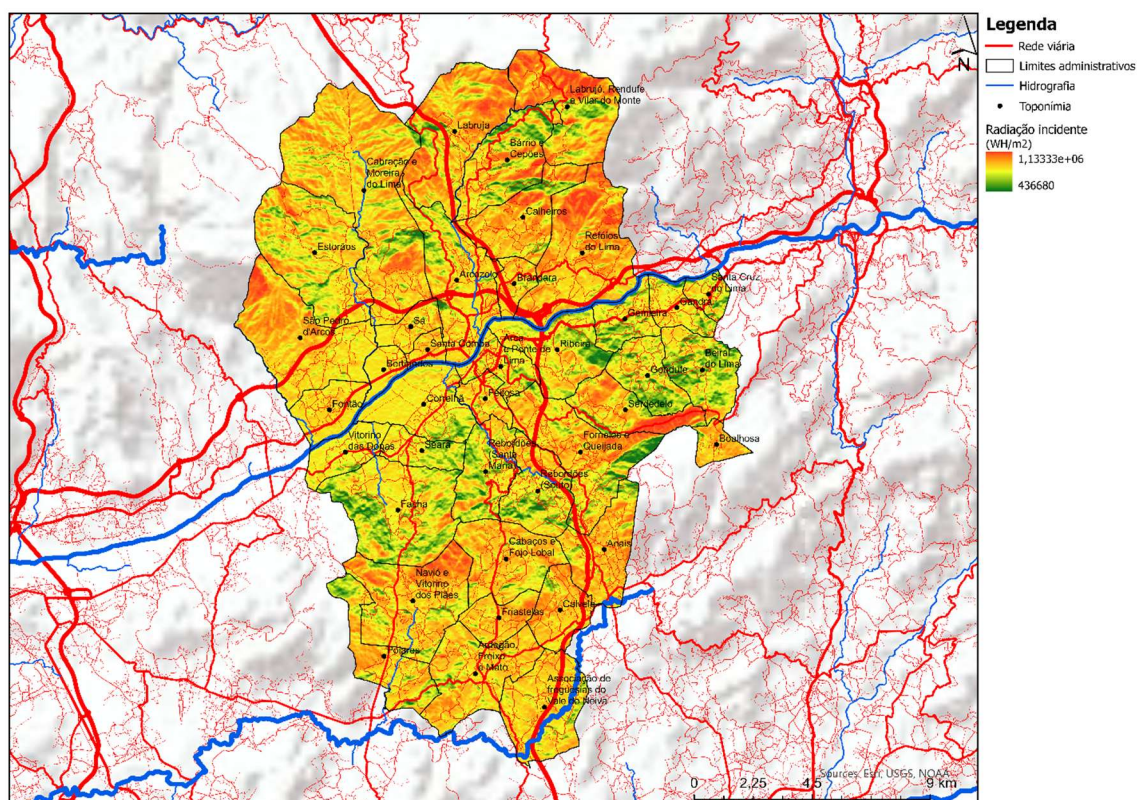


Figura 2.5- Carta de índice de radiação incidente

A geologia da região é dominada por granitos e aluviões recentes, com a presença de xistos em algumas áreas. Estes elementos, aliados ao substrato rochoso e à tectonização da região, contribuem para a riqueza geológica e mineira, a complexidade geomorfológica, promovendo a formação de microclimas e nichos ecológicos sensíveis. O rio Lima, principal eixo hidrográfico é originado em Espanha e percorre o concelho antes de desaguar no Oceano Atlântico, em Viana do Castelo apresenta diferentes pressões pontuais e difusas no espaço e tempo. A hidrografia local suporta usos como a irrigação, o abastecimento doméstico e a produção energética.

Os solos da região, formados a partir da desagregação do substrato rochoso diferenciado de Granitos e Xistos, apresentam variações na granulometria e espessura, dependendo do clima, relevo e vegetação. As classes predominantes incluem os Regossolos, os Antrossolos e os Leptossolos que oferecem boa aptidão agrícola em vales e encostas. Em termos de aptidão do solo, a maioria é indicada para o uso florestal em áreas de altitude e cabeceira, com menor proporção dedicada à agricultura nas áreas de vale.

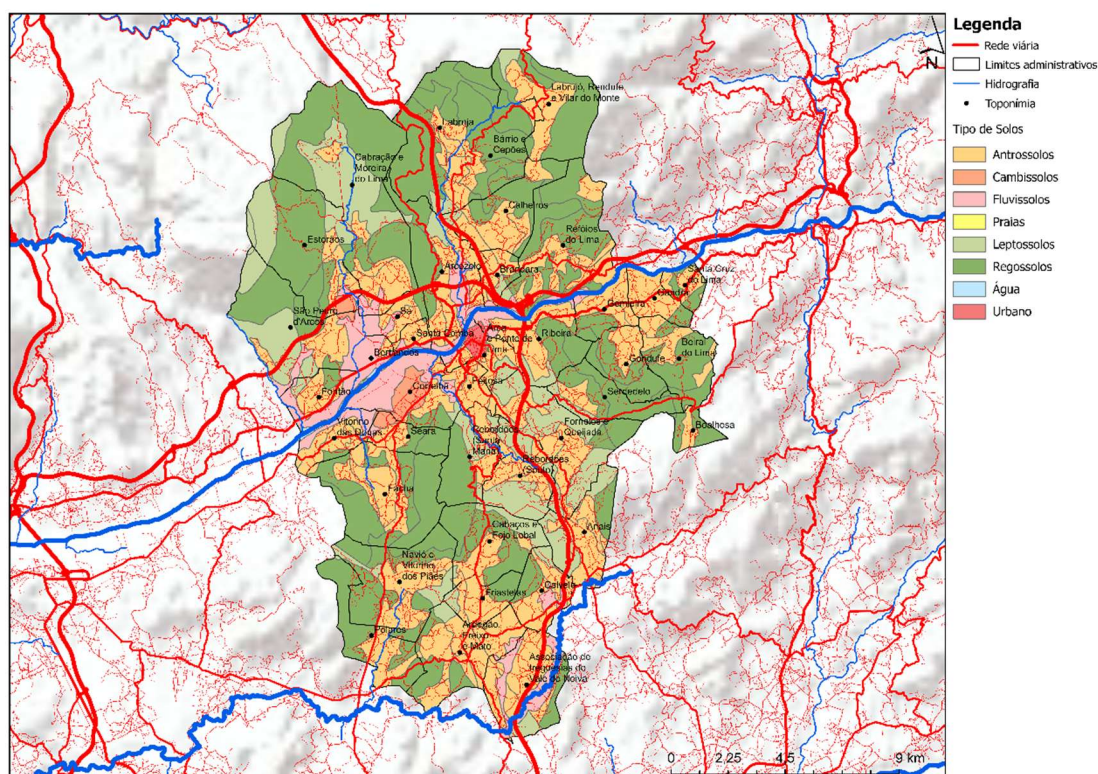


Figura 2.6- Carta de unidade de solos dominantes do concelho de Ponte de Lima (carta de solos).

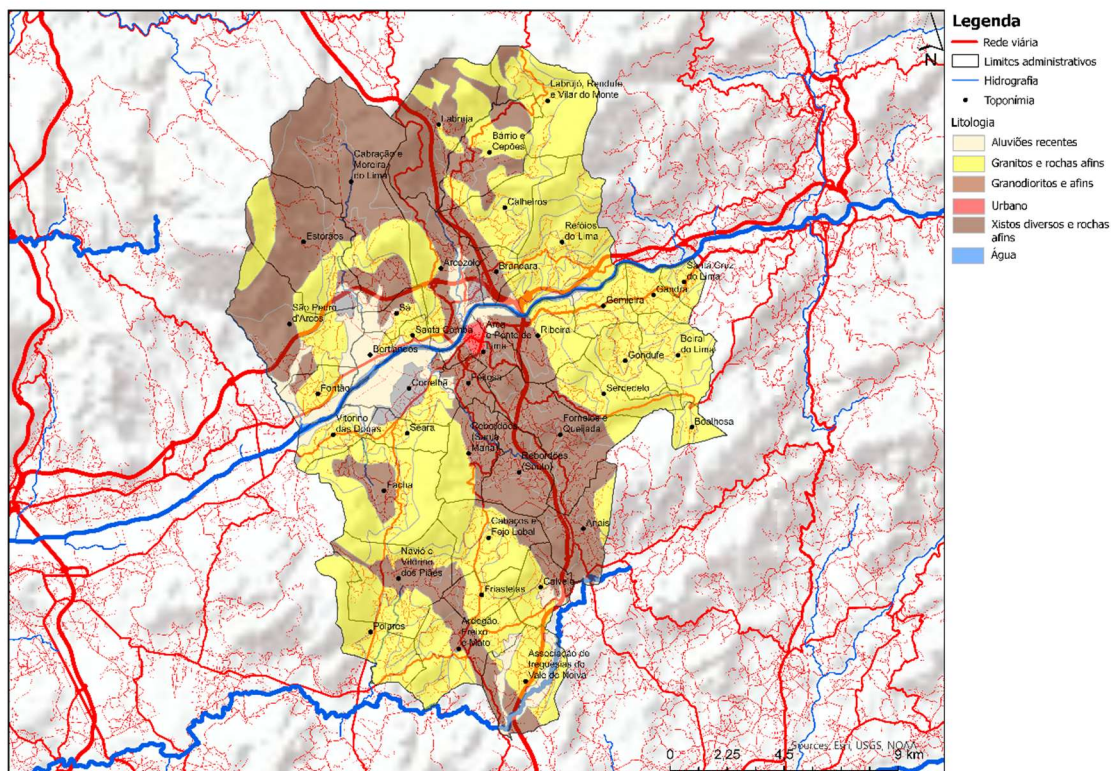


Figura 2.7- Unidade geológicas do concelho de Ponte de Lima

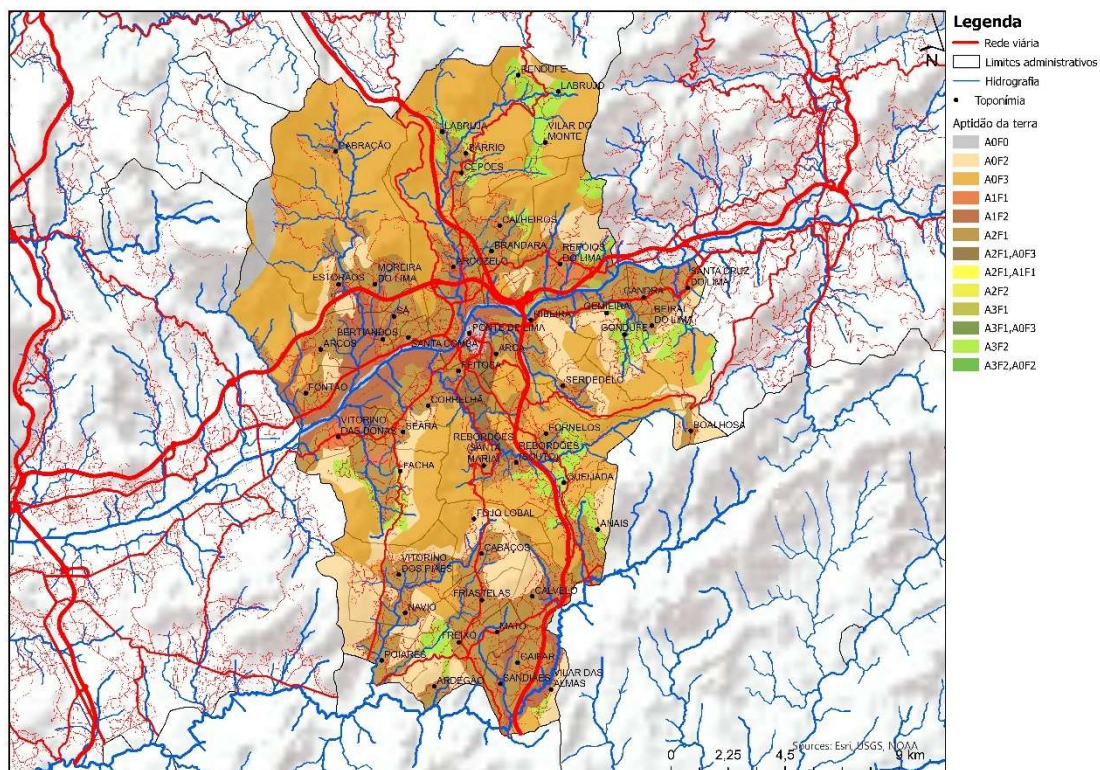


Figura 2.8- Carta da distribuição das classes de aptidão da terra (agrícola e florestal) no concelho de Ponte de Lima

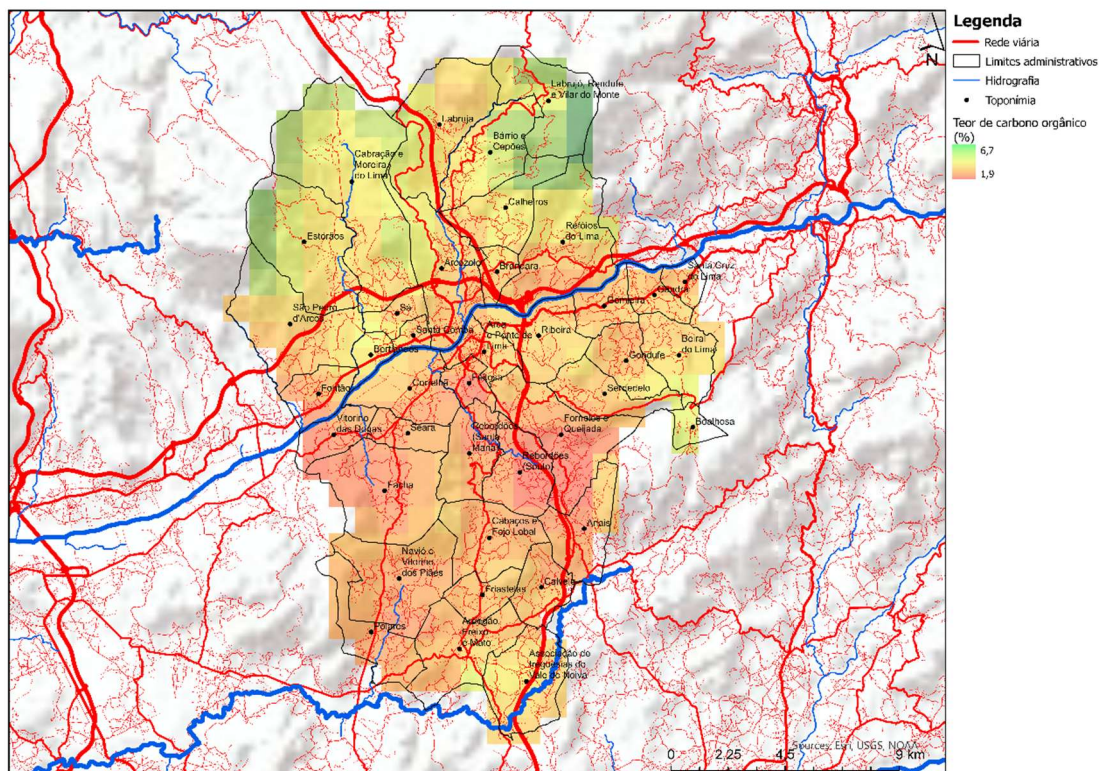


Figura 2.9- Cartas de carbono orgânico no solo (ESDAC)

As massas de água superficiais e subterrâneas apresentam, em geral, um estado ecológico e químico “Bom”, sendo influenciadas por fatores como as práticas agrícolas, os incêndios florestais e a poluição urbana. Contudo, as condições de qualidade e quantidade têm sido preservadas, assegurando o uso sustentável destes recursos. As massas de água em Ponte de Lima encontram-se geralmente em bom estado ecológico, apesar de desafios ocasionais decorrentes de práticas agrícolas, incêndios florestais e pressões urbanas. As gestões cuidadosas destes recursos permitem a preservação da sua qualidade, assegurando a sustentabilidade para usos futuros.

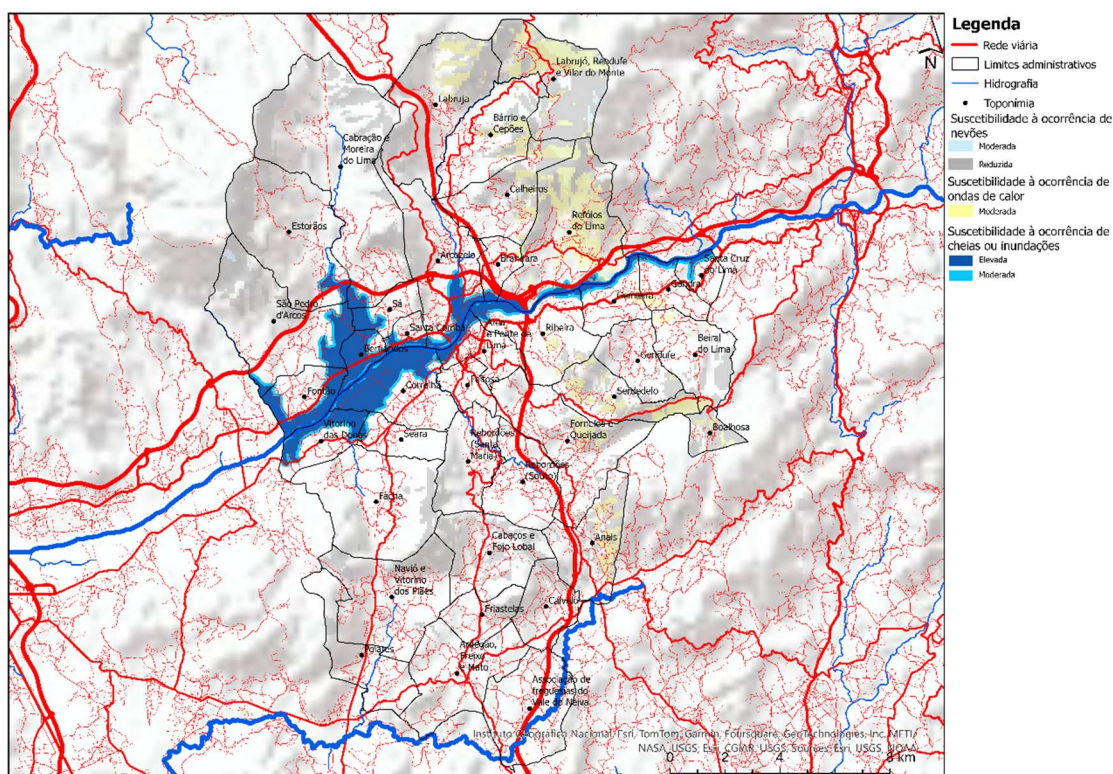


Figura 2.10- Hidrografia e riscos naturais

2.1. Caracterização do valores ecológicos e estatutos de proteção ambiental

O Município de Ponte de Lima integra espaços significativos na rede de conservação da natureza, destacando-se pela sua riqueza biofísica, patrimonial e cultural. Um dos principais elementos é a Área de Paisagem Protegida das Lagoas de Bertandós e São Pedro d'Arcos, que abrange cerca de 350 hectares. Criada em 2000 e reconhecida internacionalmente pela Convenção de RAMSAR desde 2005, esta área oferece 22 km de percursos pedestres, proporcionando uma experiência imersiva em paisagens típicas de zonas ribeirinhas e zonas húmidas de interior associadas a espaços seminaturais e rurais

Além disso, Ponte de Lima integra o Sítio de Importância Comunitária (SIC) Rio Lima, parte da Rede Natura 2000, que visa conservar habitats naturais e espécies selvagens. Estas zonas incluem matas ribeirinhas e áreas agrícolas que abrigam vegetação autóctone, contribuindo para a biodiversidade local e europeia.

O património natural do concelho está associado a uma ocupação humana milenar, refletida na geodiversidade, biodiversidade e património cultural. A Reserva Ecológica Nacional (REN) protege áreas sensíveis e sujeitas a riscos naturais, enquanto a Reserva Agrícola Nacional (RAN) salvaguarda solos com elevada aptidão para a agricultura. Ambas promovem o uso sustentável do solo e asseguram a conservação dos recursos naturais.

A geodiversidade do concelho, com locais que testemunham 500 milhões de anos de evolução geológica, é valorizada pela classificação de geossítios de relevância científica. Estes territórios reforçam a importância da biodiversidade, que inclui florestas de quercíneas e zonas de altitude ricas em espécies vegetais e animais.

Em síntese, a combinação de paisagens seminaturais de vale de cheia de altitude, combinados com áreas seminaturais de altitude, incluem-se em espaços protegidas, com elevada biodiversidade rica e um património cultural rico. No total destaca-se Ponte de Lima como um território de elevado espaço classificado e protegidos e um modelo de conservação e valorização ambiental. Este compromisso é essencial para o desenvolvimento

sustentável da região e para a promoção da interação equilibrada entre as comunidades humanas e o meio ambiente.

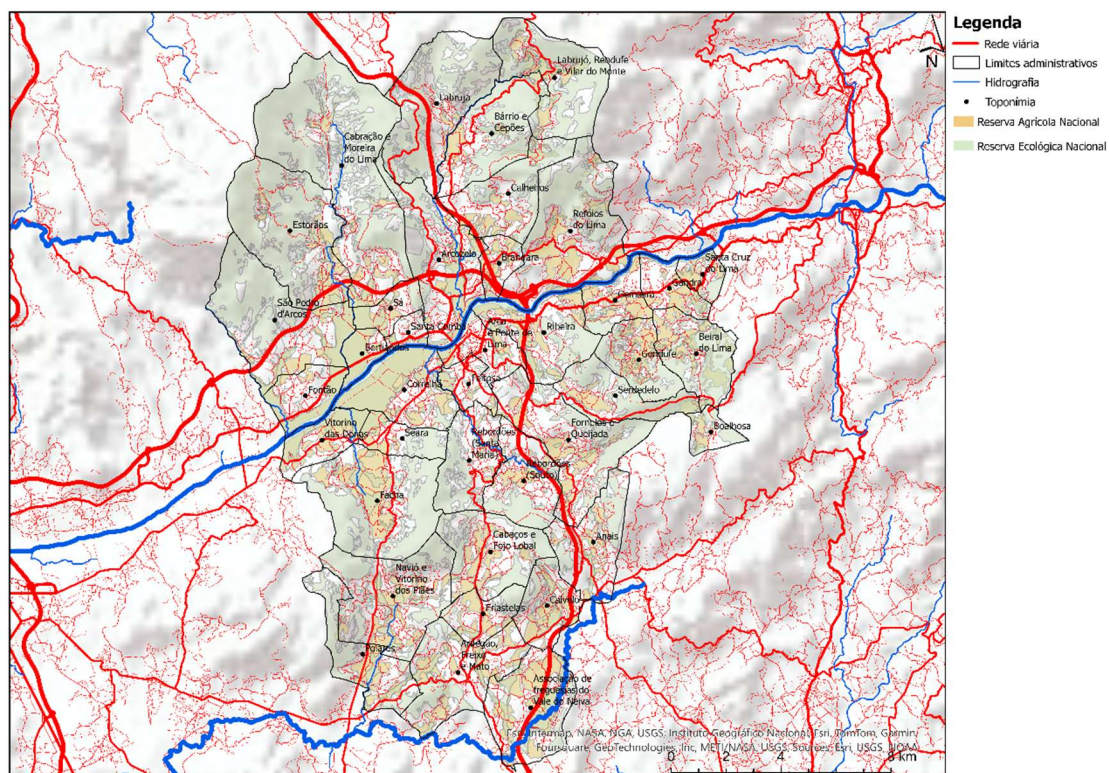


Figura 2.11- Distribuição geográfica das áreas de conservação dos recursos naturais: Reserva Ecológica Nacional e Reserva Agrícola Nacional.

como construção (+145 empresas), alojamento e restauração (+96 empresas) e atividades de saúde e apoio social (+101 empresas), evidenciando uma crescente terciarização da economia local.

As indústrias transformadoras destacam-se como o principal setor no Valor Acrescentado Bruto (VAB), contribuindo com 98,8 milhões de euros em 2022. O setor da construção, o comércio e as atividades de alojamento desempenham ainda papéis essenciais na economia do concelho, reforçando a interação entre a matriz rural, o dinamismo económico e a inovação social. A perda populacional é contrariada nas centralidades concelhias e associa-se a um aumento considerável da educação e formação profissional e da qualificação da instalação empresarial com o aumento das zonas industriais e parques empresariais.

Quadro 2.1- Dados populacionais, económicos e de serviços socioeducativos para os concelhos de Ponte de Lima(2011-2022).

Dados Económicas - Ponte de Lima	2011		2022	
	Ponte de Lima	Portugal	Ponte de Lima	Portugal
População residente	43498	10 565 836	41169	10 444 242
Superfície em km2	320	92 212	320	92 225
Densidade populacional				
número médio de indivíduos por km2	97	114,6	92	113,2
Jovens (%)				
menos de 15 anos	13	15	11	13
População em idade ativa (%)				
15 aos 64 anos	65	66	61	63,2
Idosos (%)				
65 e mais anos	22	18,9	28	23,8
Índice de envelhecimento				
idosos por cada 100 jovens	169	126	255	183
População estrangeira (1)	405	434 708	621	781 247
População estrangeira em % da população residente (1)	0,9	4,1	1,5	7,5
Nascimentos (2)	350	96 856	280	83 671
Óbitos	450	102 848	500	124 311
Taxa de mortalidade infantil (‰)				
óbitos de crianças com menos de 1 ano de idade por cada 1000 nascimentos	7,2	3,1	8,8	2,6
Saldo natural				
saldo natural	-100	-5 992	-220	-40 640
Casamentos	150	36 035	120	36 952
Divórcios	50	26 751	40	18 464
Hospitais	7	226	9	Pro 243
Despesa das Câmaras Municipais em cultura e desporto	2 307	679 396	3 936	949 780
€, milhares				
Empresas não financeiras (3)	1 910	1 113 559	2 945	1 437 254
Pessoal ao serviço nas empresas não financeiras (3)	4 302	3 631 747	7 010	4 487 322
Pessoal ao serviço nas quatro maiores empresas do município (%)	12	2	19	2
Empresas não financeiras				
Volume de negócios das quatro maiores empresas do município (%)	25	5	33	6
Empresas não financeiras				
Ganho médio mensal dos trabalhadores por conta de outrem, €	751,2	1 084	1 074,8	1 362,4
Bancos, Caixas Económicas	17	5 834	8	2 917
Caixas de Crédito Agrícola Mútuo	4	748	3	681
Caixas automáticas multibanco	36	13 911	34	12 366
Pensões da Segurança Social	8 376	2 943 654	7 153	2 990 010
Velhice, invalidez e sobrevivência				
Pensões da Caixa Geral de Aposentações	787	591 777	767	648 357

Pensões da Segurança Social e da CGA em % da população residente	46	39	42	40
com 15 e mais anos	1 910	1 113 559	2 945	1 437 254
Beneficiários do Rendimento Social de Inserção (RSI)	908	447 088	322	262 542
Desempregados inscritos nos centros de emprego em % da população residente	5	8	2	5
com 15 a 64 anos				
Desempregados inscritos nos centros de emprego	1969	551 944	781	305 006
Trabalhadores da Administração Pública Local	1783	131 522	535	164 947

Fontes

Fontes/Entidades: INE, ANSR/MAI, APA/MA, BP, CGA/MTSSS, DGAL, DGEEC/Med - MCTES, DGEG/Mec, DGO/MF, DGPJ/MJ, DGS/MS, ERSAR, GEE/Mec, GEP/MTSSS, ICA/MC, ICA/SEC, IEF/MTSSS, IGP, II/MTSSS, ISS/MTSSS, SEF/MAI, SGMAI, SIBS, S.A., © PORDATA

Notas

A implementação de mudanças metodológicas é assinalada por quebra de série.

Mais informação sobre os dados apresentados disponível clicando sobre cada indicador.

(1) - Os valores apresentados referem-se à população estrangeira com estatuto legal de residente.

(1) - Os valores apresentados referem-se ao município de residência da mãe (e não de nascimento da criança).

(3) - Os valores apresentados consideram as empresas, os empresários em nome individual e os trabalhadores independentes. Exclui as atividades financeiras e de seguros, a Administração Pública e Defesa e a Segurança Social Obrigatória.

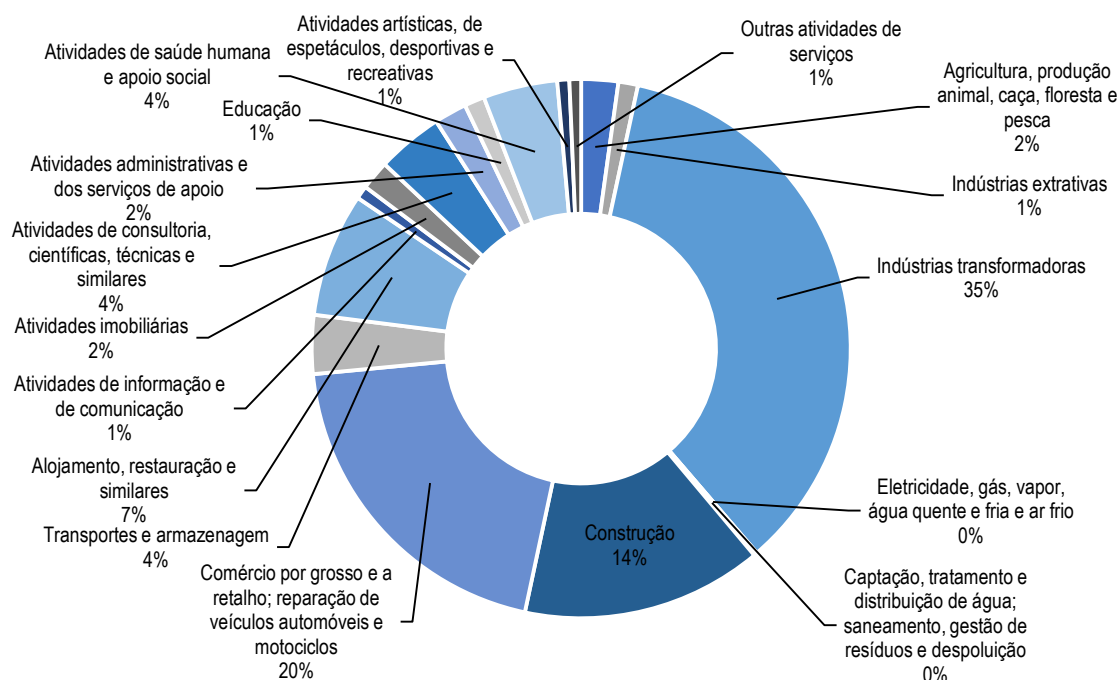


Figura 2.13- Distribuição do número de empresas por atividade económica nos concelhos de Ponte de Lima(2022).

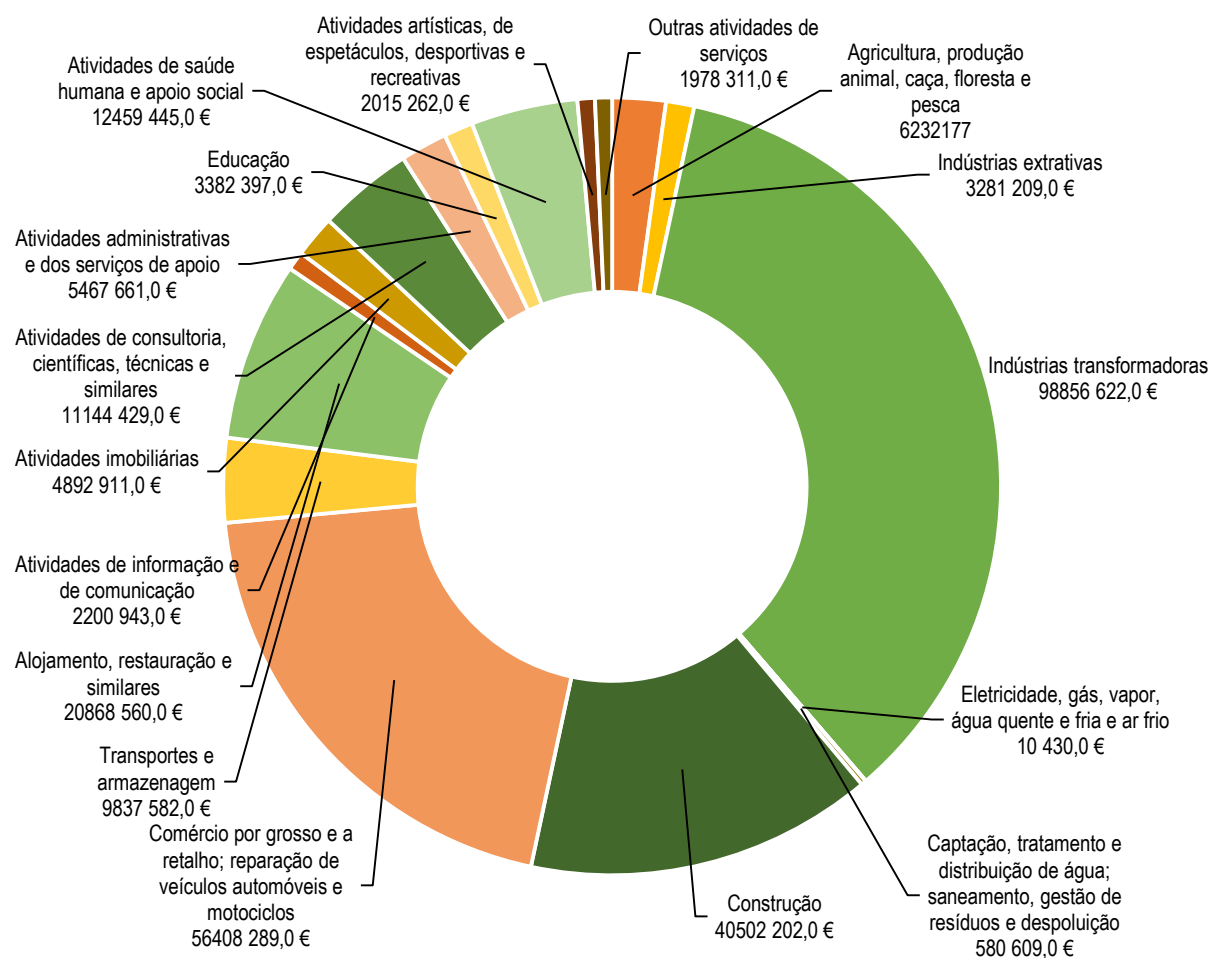


Figura 2.14- Distribuição do valor económico por sector/atividade económica no concelho de Ponte de Lima(2022)

Por fim, o envelhecimento populacional, próprio do país e da região, e a dispersão rural apresentam desafios à sustentação demográfica e económica, exigindo soluções integradas para atrair novos residentes, revitalizar o setor primário e consolidar o crescimento económico nos setores secundário e terciário.

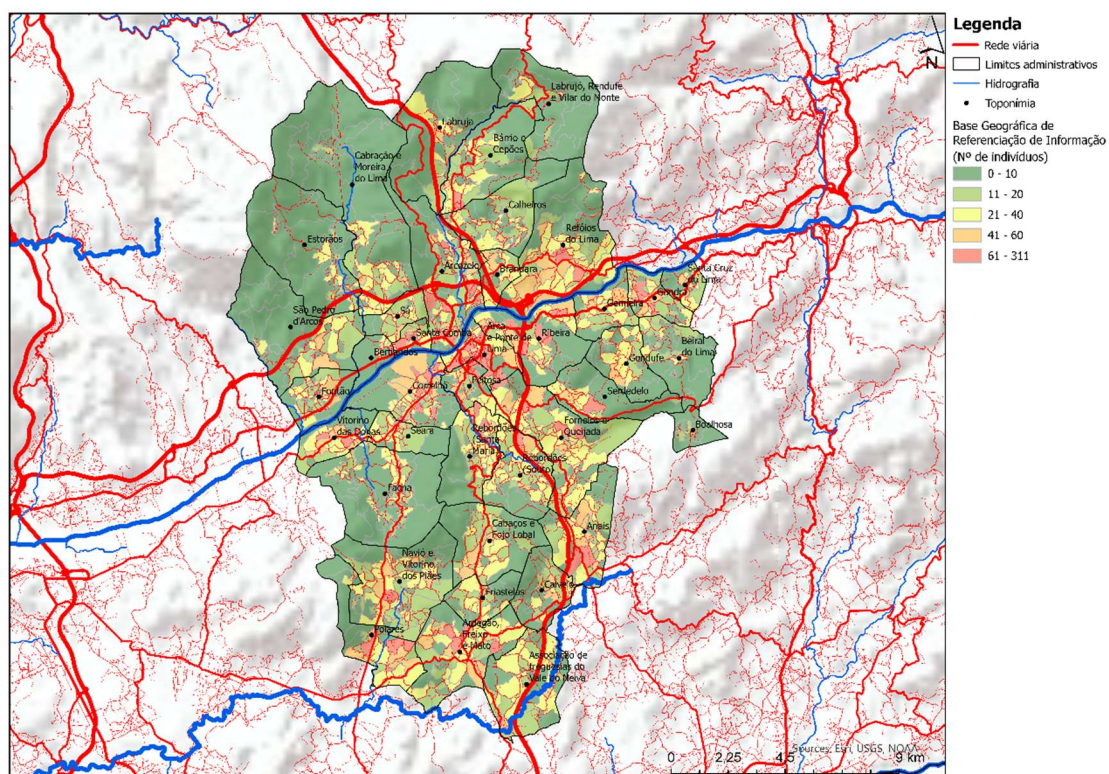


Figura 2.15- Distribuição população residente total (BGR).

A diminuição da capacidade de trabalho das áreas mais envelhecidas é contrariada pela capacidade de renovação da população em idade ativa nas áreas mais densas e dinâmicas através do incentivo à estabilização ou recuperação da fertilidade, natalidade, empregabilidade e melhoria de condições de vida e de acesso ao emprego, serviços socioeducativos e da habitação associados a uma facilidade da mobilidade interna e externa

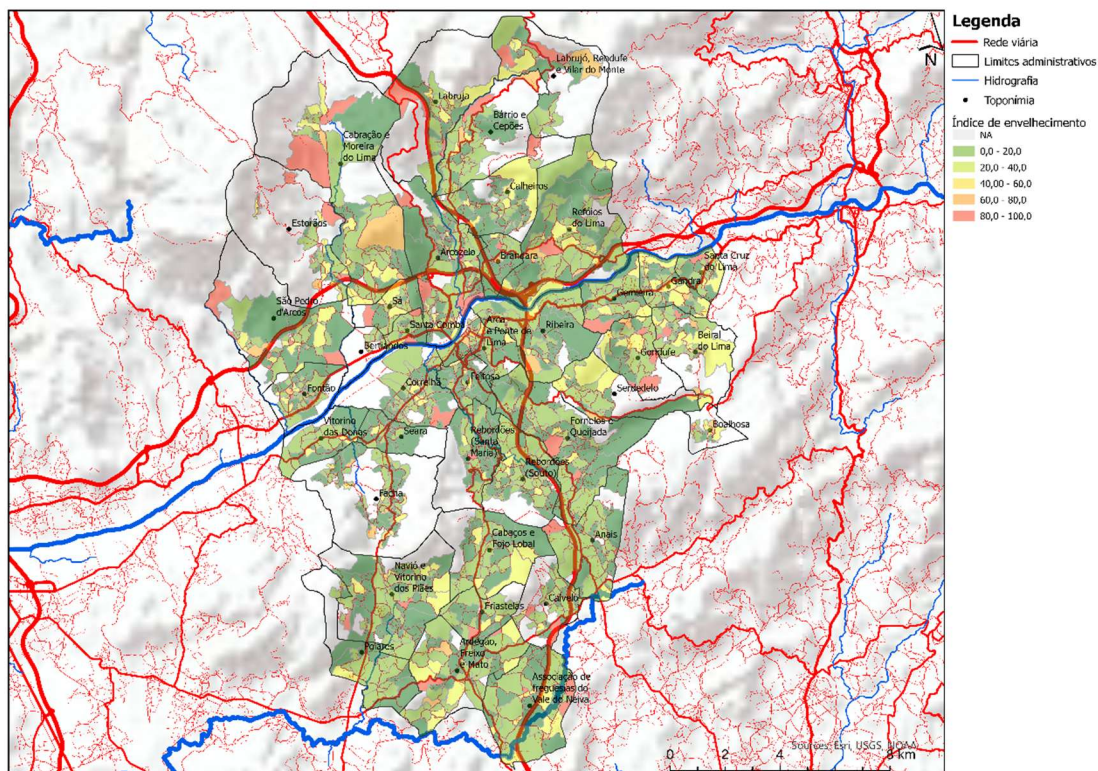


Figura 2.16- Distribuição do índice de envelhecimento (BGRI).

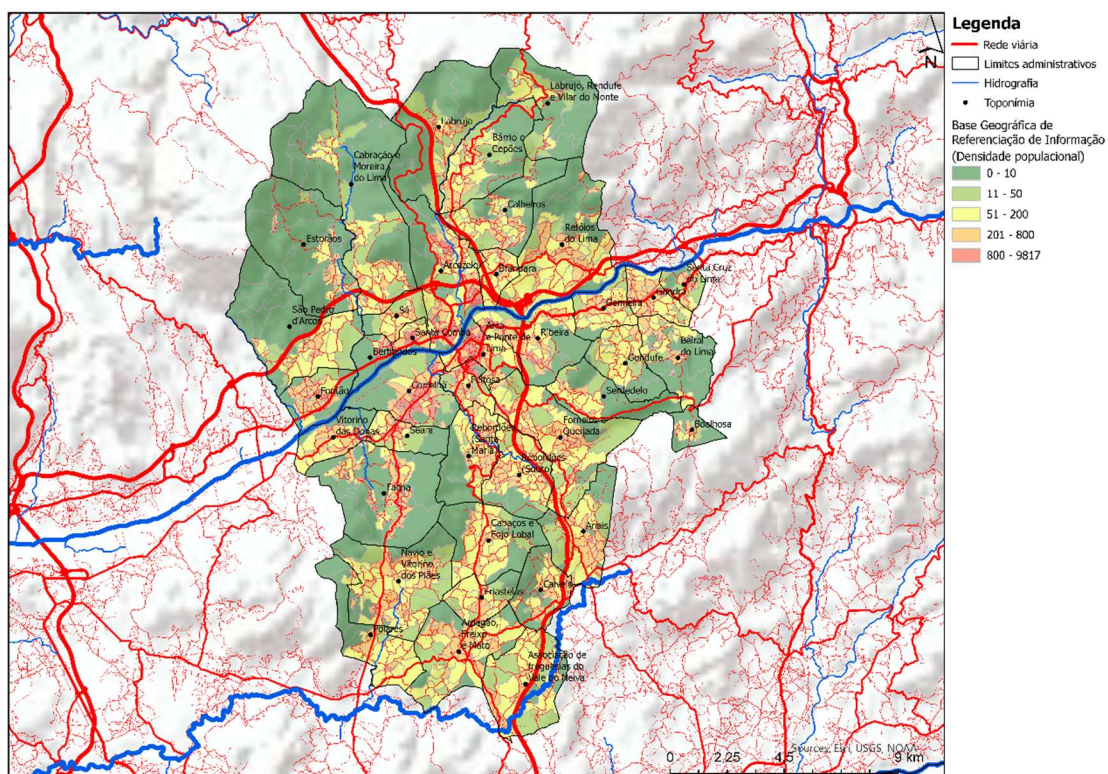


Figura 2.17- Distribuição da densidade populacional (BGRI).

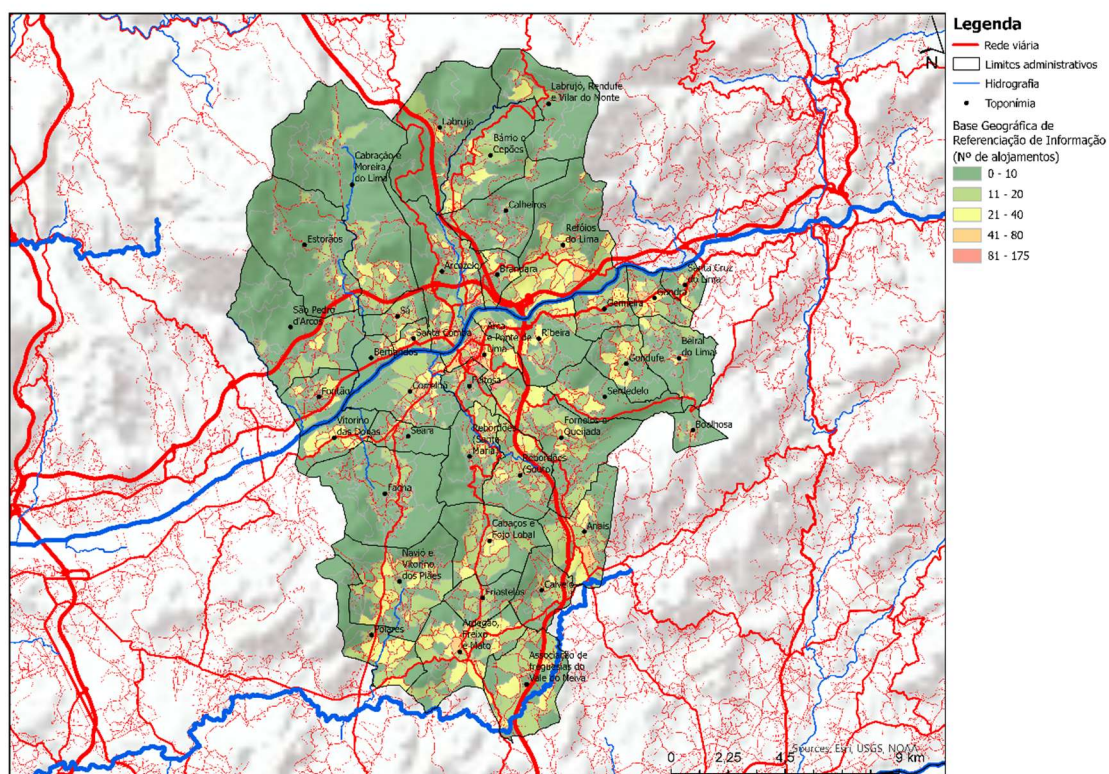


Figura 2.18- Distribuição do número de edifícios e número de empresa (BGRI).

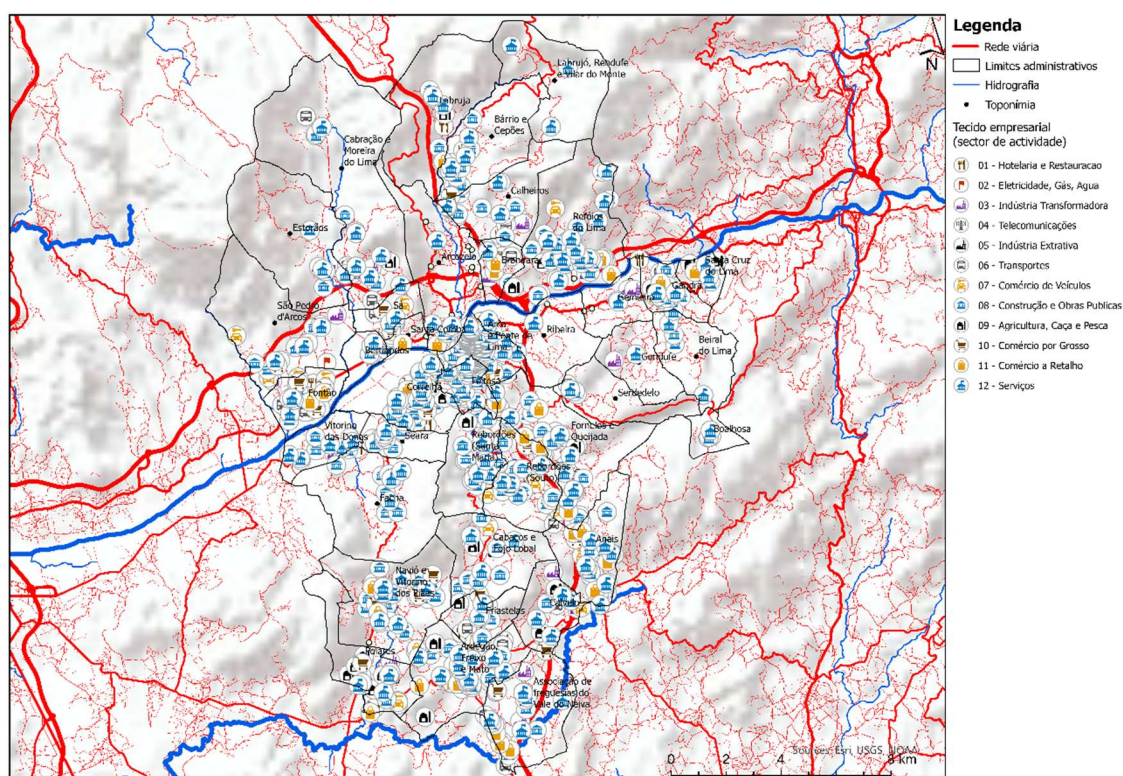


Figura 2.19- Distribuição das tipologias de empresas no concelho de Ponte de Lima(2022).

2.3. As mudanças históricas e prospetivas da ocupação e uso do solo

O desenvolvimento sustentável em Ponte de Lima procura a harmonizar a aptidão do solo com seu uso real, promovendo um equilíbrio entre sistemas naturais e urbanos. Entre 1995 e 2018, verificaram-se alterações significativas na ocupação e uso do solo, moldadas pelas dinâmicas populacionais, económicas e ambientais. Estas transformações refletem o abandono progressivo da agricultura, a expansão urbana, a intensificação florestal e a renaturalização de ecossistemas.

As principais mudanças na ocupação do solo incluem: i) o crescimento acentuado dos territórios urbanizados, particularmente nos vales e próximos das principais infraestruturas viárias, associado à urbanização e à impermeabilização do solo; ii) a redução significativa de áreas destinadas à agricultura, especialmente em terrenos de maior declive ou menor aptidão, reflexo do êxodo rural e do envelhecimento populacional; iii) o aumento expressivo das áreas florestais devido à intensificação florestal e à renaturalização de solos abandonados; e iv) a pressão exercida sobre os matos, que sofrem frequentes incêndios florestais e reconversão para usos florestais.

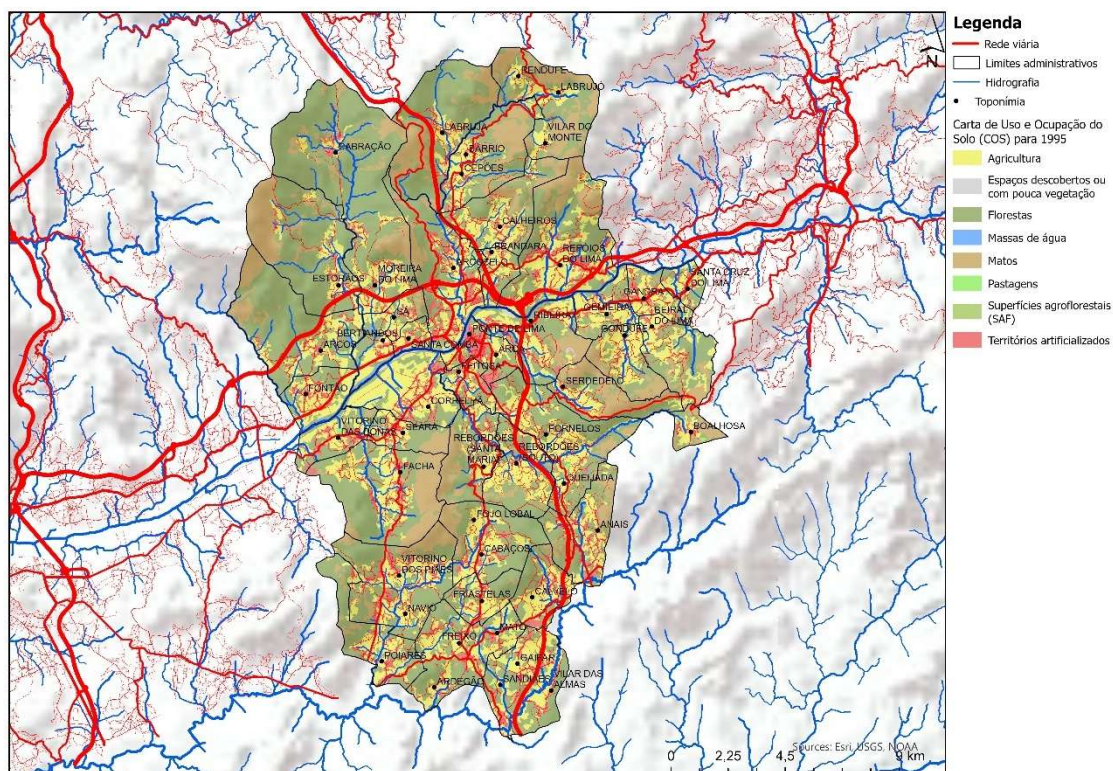


Figura 2.20- Carta de Ocupação do Solo do concelho de Ponte de Lima(Cos, 1995).

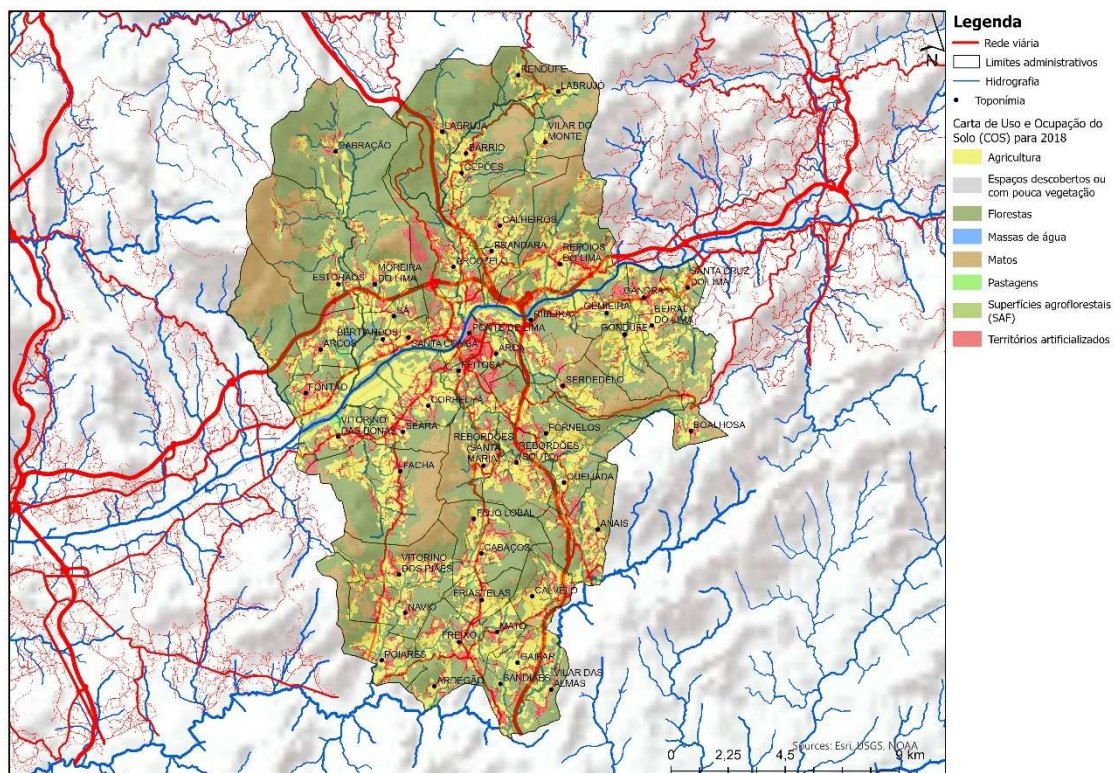


Figura 2.21- Carta de Ocupação do Solo do concelho de Ponte de Lima(Cos, 2018).

Alterações na ocupação e uso do solo entre 1995 e 2018 - Ponte de Lima

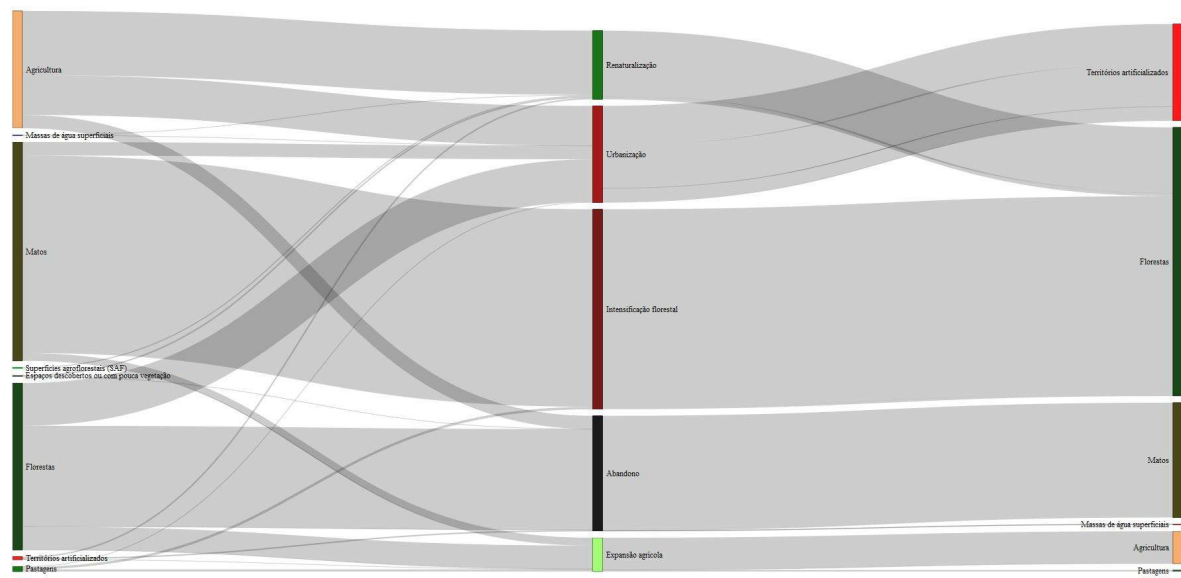


Figura 2.22- Alterações na ocupação e uso do solo no concelho de Ponte de Lima entre 1995 e 2018.

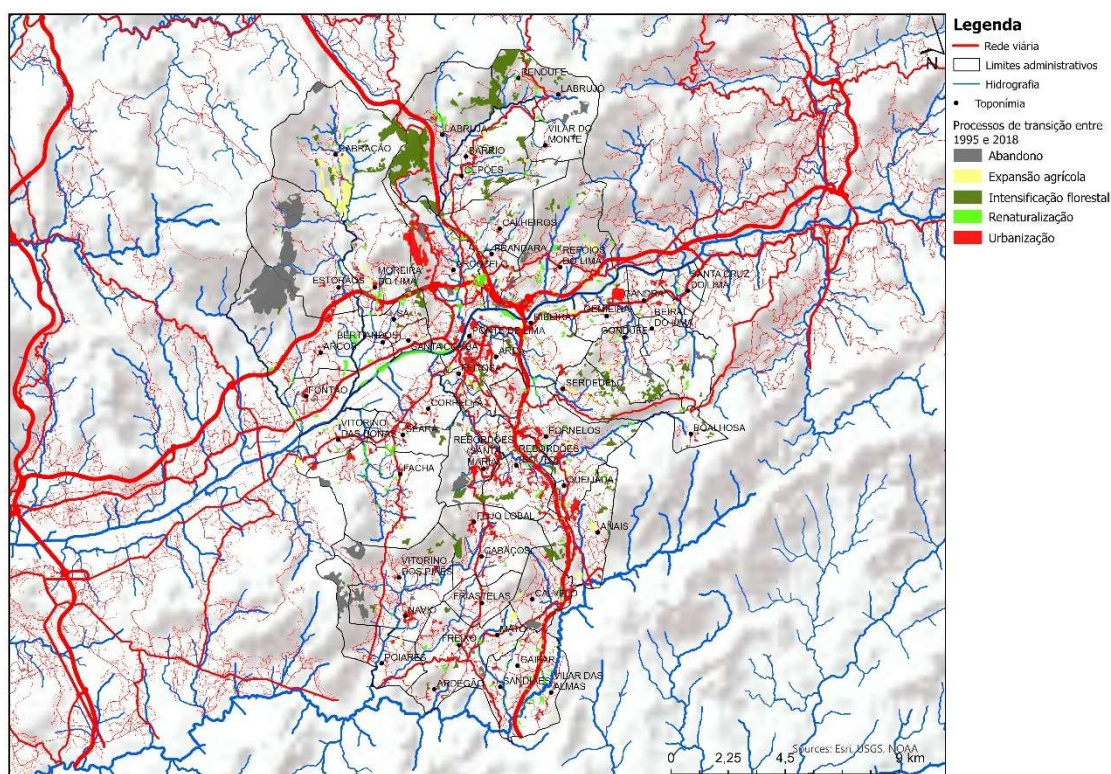


Figura 2.23- Carta de mudança do uso de solo e as principais infraestruturas.

As mudanças no uso do solo impactam diretamente os serviços dos ecossistemas essenciais para a sustentabilidade ambiental e socioeconómica do concelho. Em termos de armazenamento e sequestro de carbono, entre 1990 e 2012, aconteceu uma perda de 572.276 toneladas de carbono armazenado, com previsão de mais 697.980 toneladas perdidas até 2050. O controlo de seca é elevado em áreas florestais e de matos, mas reduzido em territórios urbanizados. As áreas agrícolas e a produção de alimentos acontece em áreas fragmentadas concentrando-se em vales e encostas suaves organizadas em torno das áreas urbanas e principais manchas rurais. A regulação climática é maioritariamente garantida por florestas, que absorvem CO_2 e regulam a temperatura, em contraste com áreas artificializadas. A qualidade do habitat é superior em zonas florestais e corredores ribeirinhos, sendo mais baixa em áreas urbanas e industrializadas.

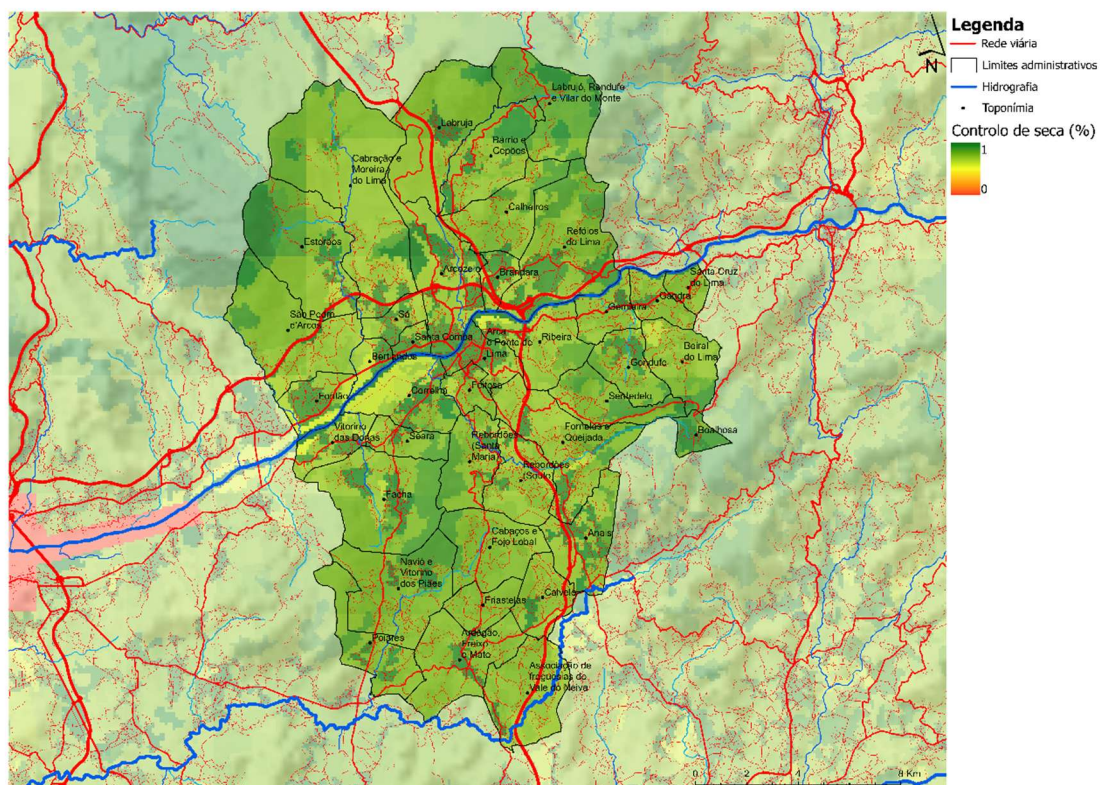


Figura 2.24- Serviços de ecossistema: Controle de Seca.

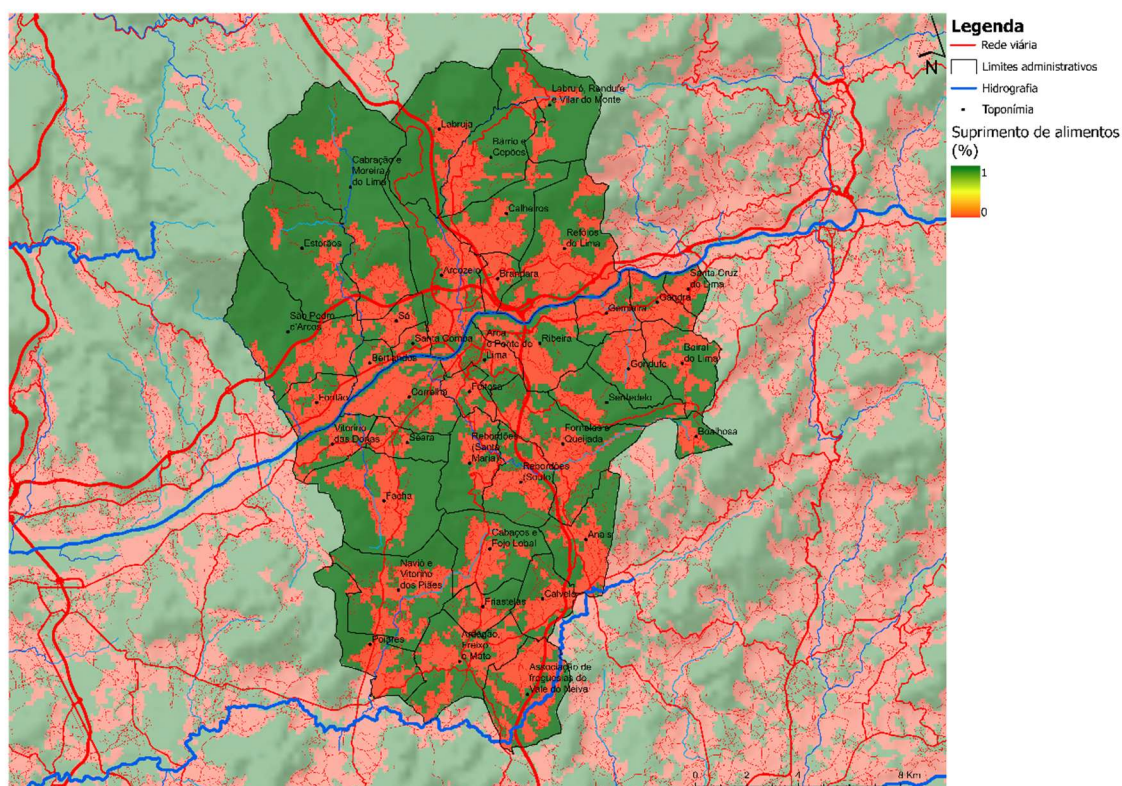


Figura 2.25- Serviços de ecossistema: Suprimento de Alimentos.

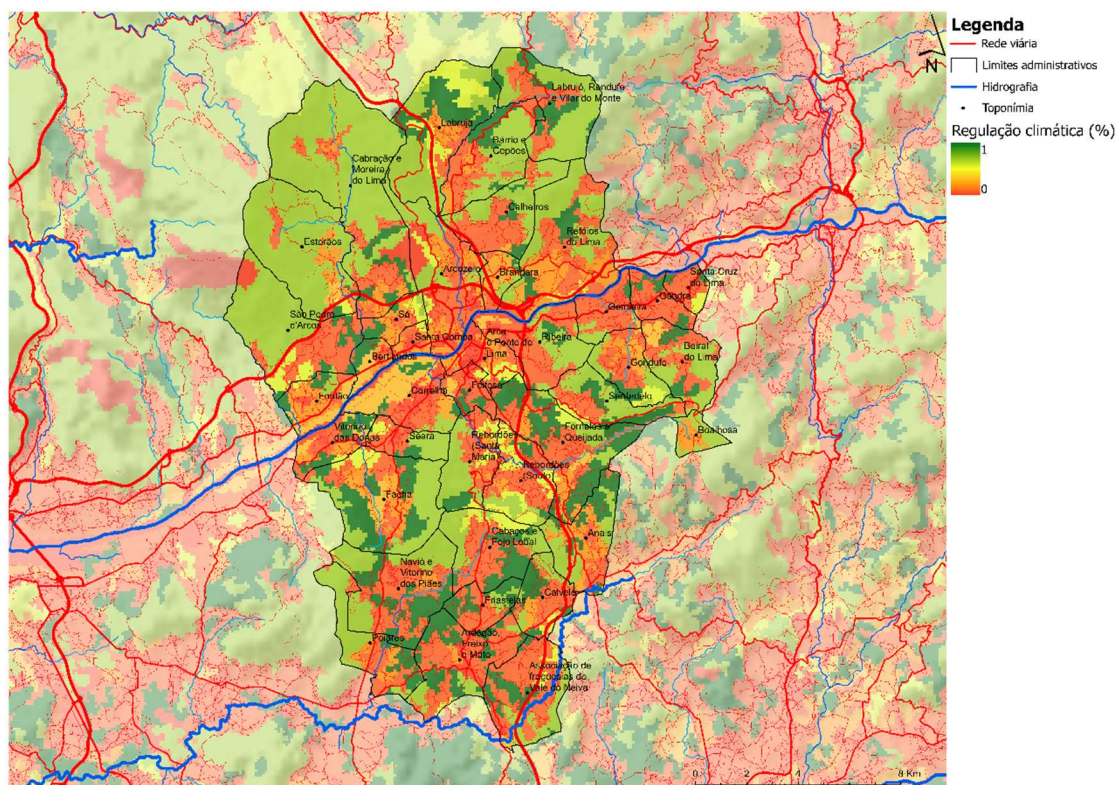


Figura 2.26- Serviços de ecossistema: Regulação climática.

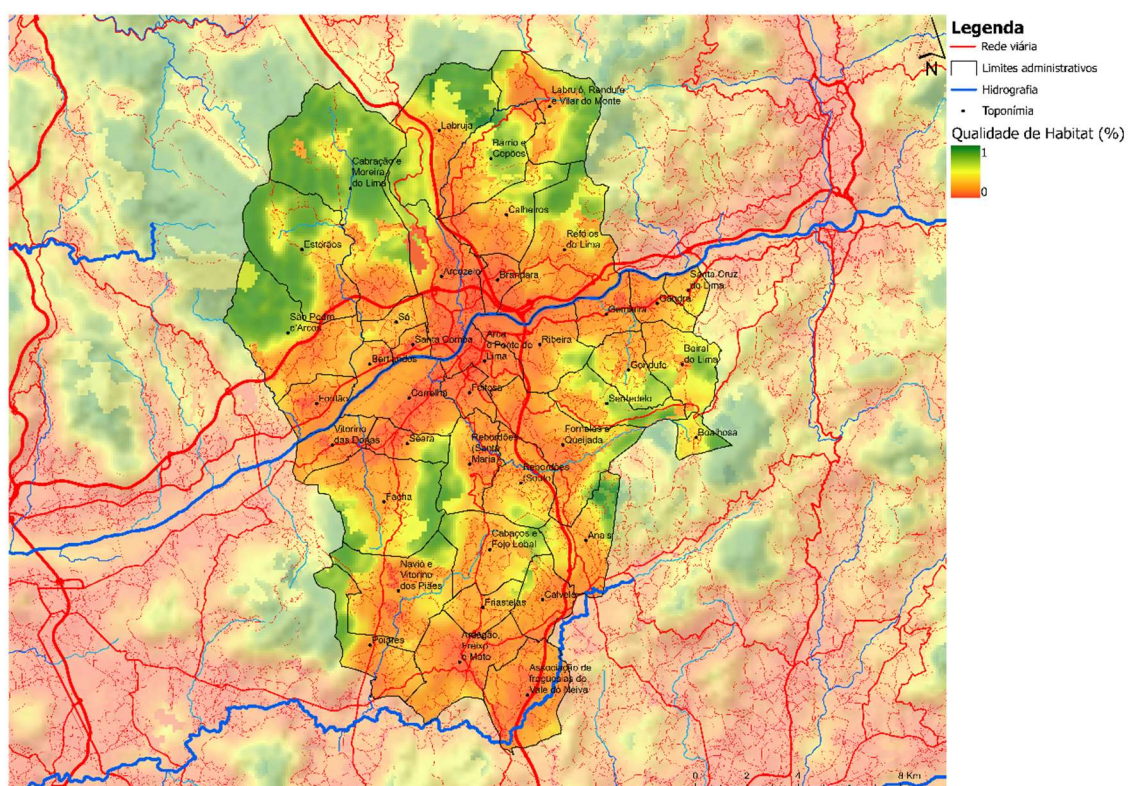


Figura 2.27- Serviços de ecossistema: Qualidade de Habitat.

Para mitigar os impactos negativos e promover um desenvolvimento equilibrado procura-se: i) a promoção do uso sustentável do solo e a conservação dos ecossistemas; ii) o incentivo à renaturalização de terras abandonadas e à conservação de áreas florestais; iii) o desenvolvimento de políticas de ordenamento do solo que equilibrem crescimento urbano com proteção ambiental; e iv) a implementação de medidas que reforcem a resiliência ecológica e promovam a sustentabilidade dos recursos naturais.

As alterações na ocupação do solo entre 1995 e 2018 evidenciam um processo de transição marcado pelo abandono progressivo da agricultura, expansão urbana e intensificação florestal. Estas transformações, associadas ao abandono, extensificação e a renaturalização dos ecossistemas, moldam um território de elevado valor ecológico e económico, mas também vulnerável a riscos climáticos e ambientais. Adicionalmente, o concelho enfrenta desafios relacionados à gestão de infraestruturas críticas e ao impacto das atividades humanas sobre os ecossistemas.

Paralelamente, a riqueza dos recursos naturais de Ponte de Lima desempenha um papel crucial na prestação de serviços de ecossistema fundamentais, como o controlo de seca, a regulação climática e a conservação da biodiversidade. No entanto, a fragmentação territorial, o aumento dos territórios artificializados e a pressão sobre recursos hídricos exigem uma abordagem integrada de planeamento e de gestão, que permita mitigar os impactos negativos e promover a resiliência ecológica e socioeconómica do concelho.

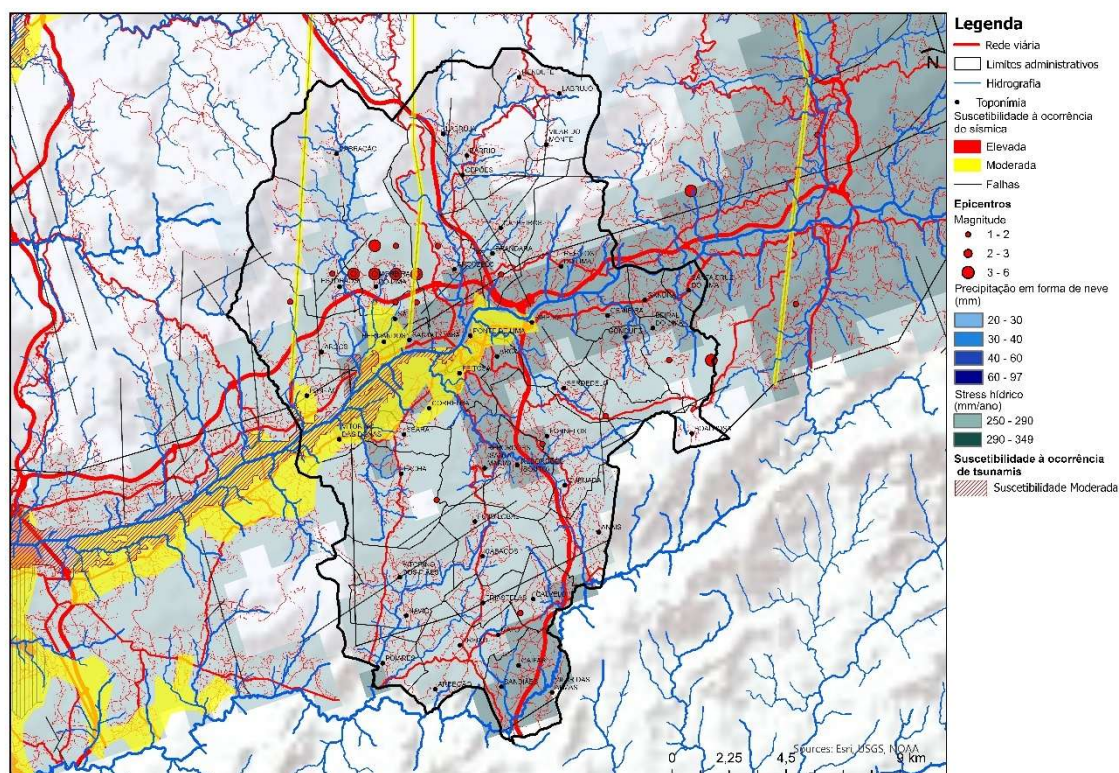


Figura 2.28- Síntese dos riscos naturais no concelho de Ponte de Lima

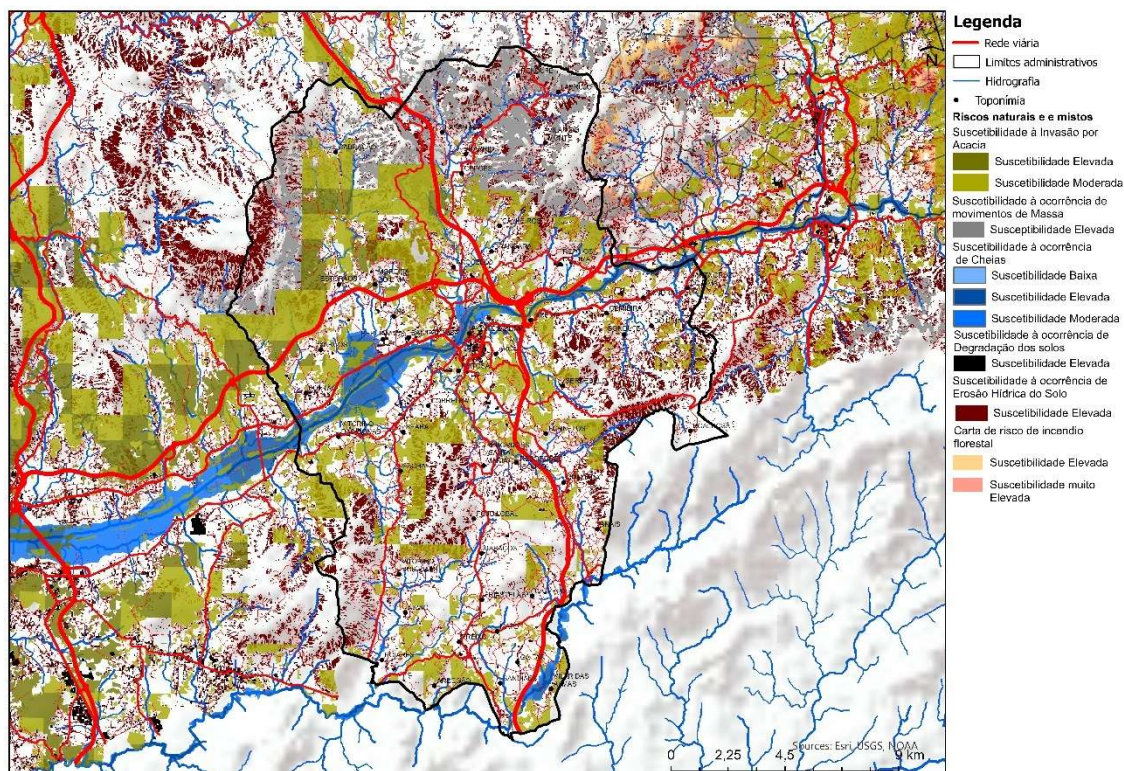


Figura 2.29- Síntese da distribuição das áreas de maior suscetibilidade e principais riscos naturais e mistos no Alto Minho.

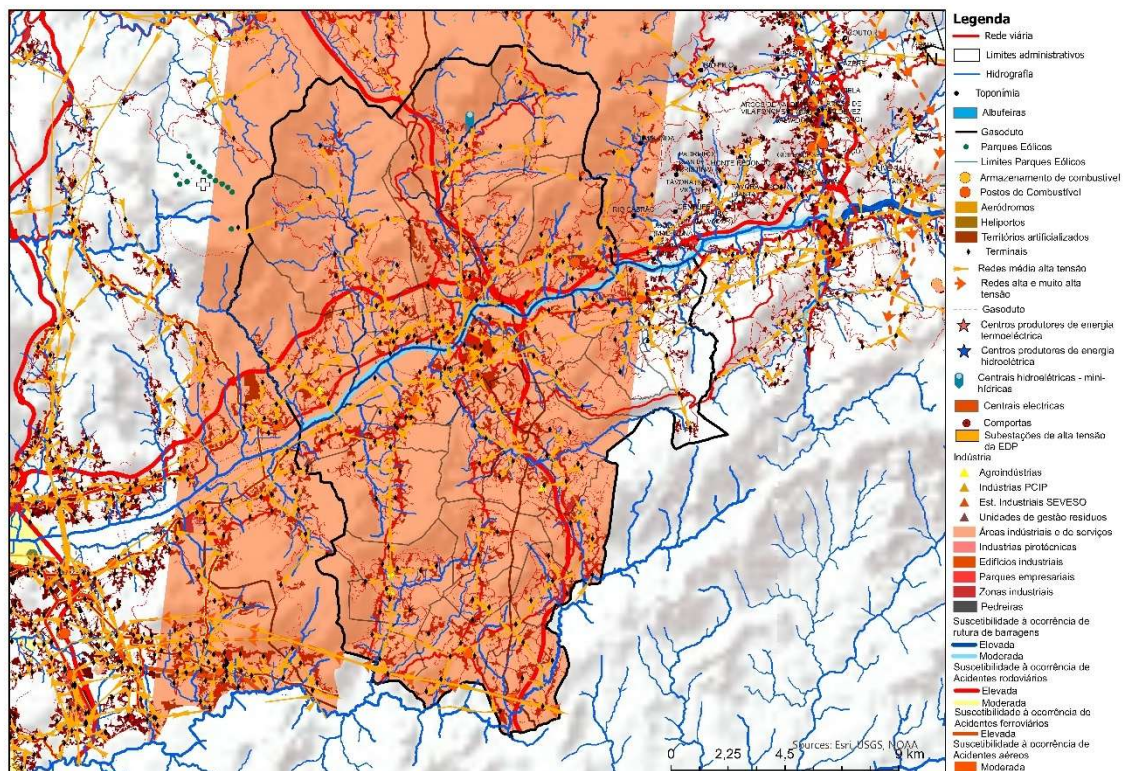


Figura 2.30- Síntese da distribuição das áreas de maior suscetibilidade e principais riscos tecnológicos no Alto Minho.

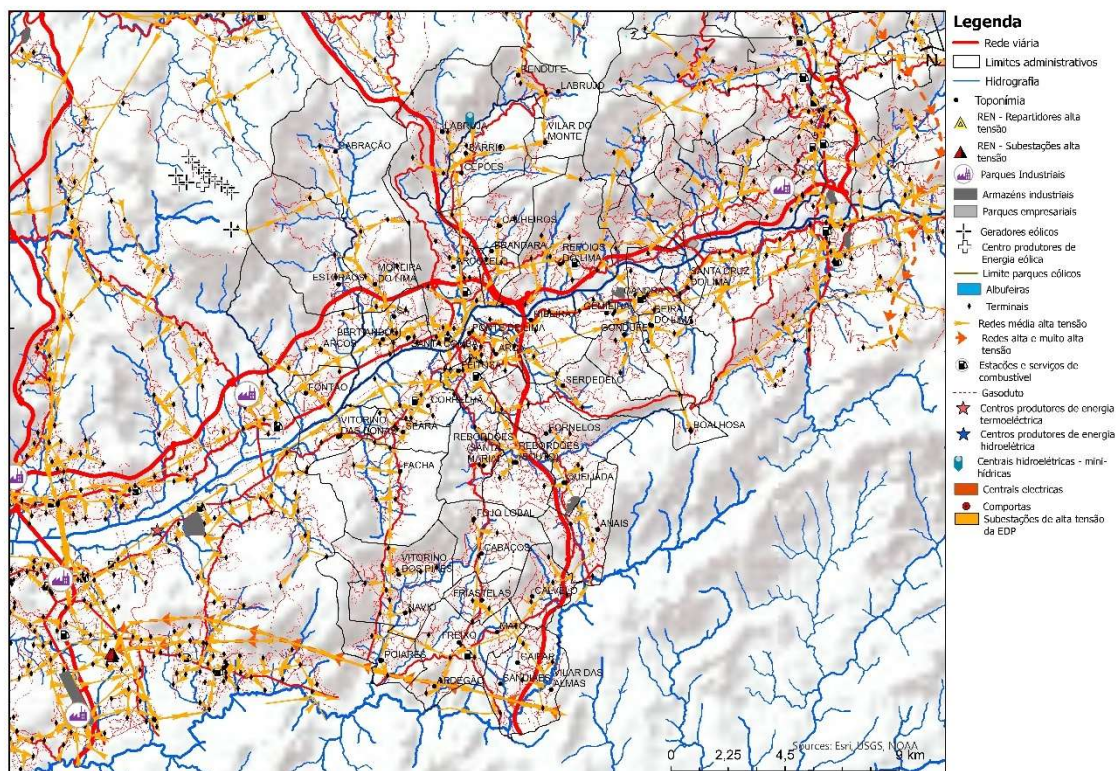


Figura 2.31- Zonas industriais, rede viária por tipologia, pontos de produção, distribuição e entrega energética sobre as manchas urbanas).

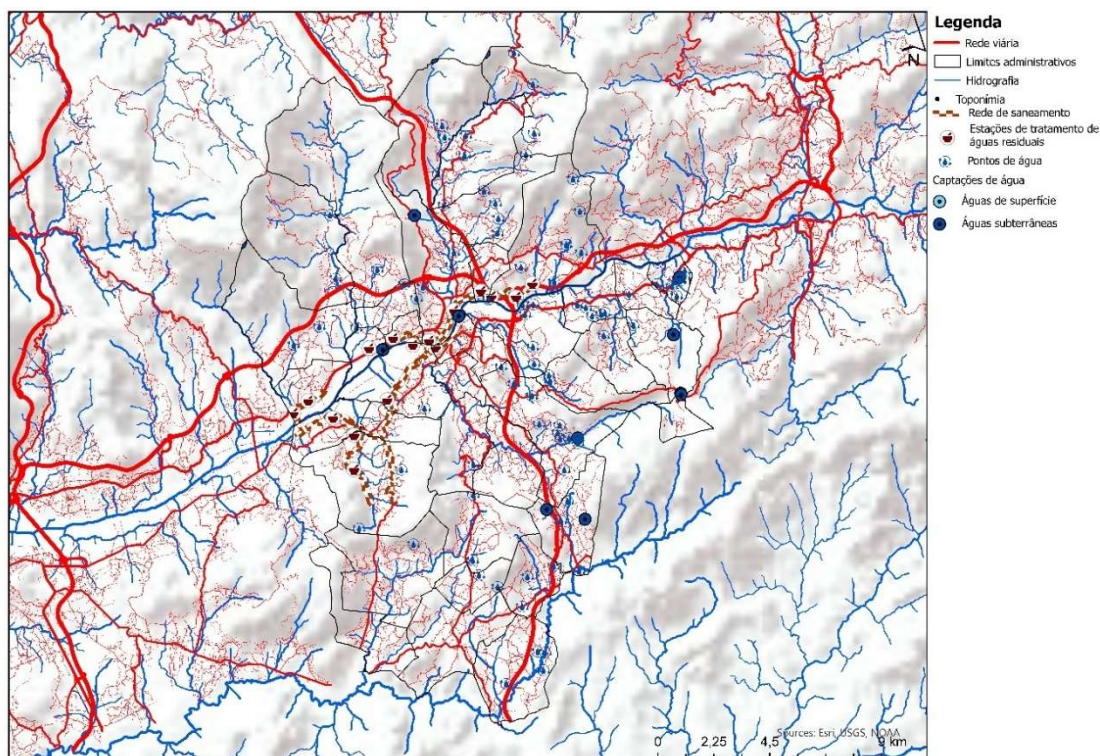


Figura 2.32- Rede/áreas de sistemas de abastecimento de água e águas residuais incluindo os sistemas de tratamento como as ETARs).

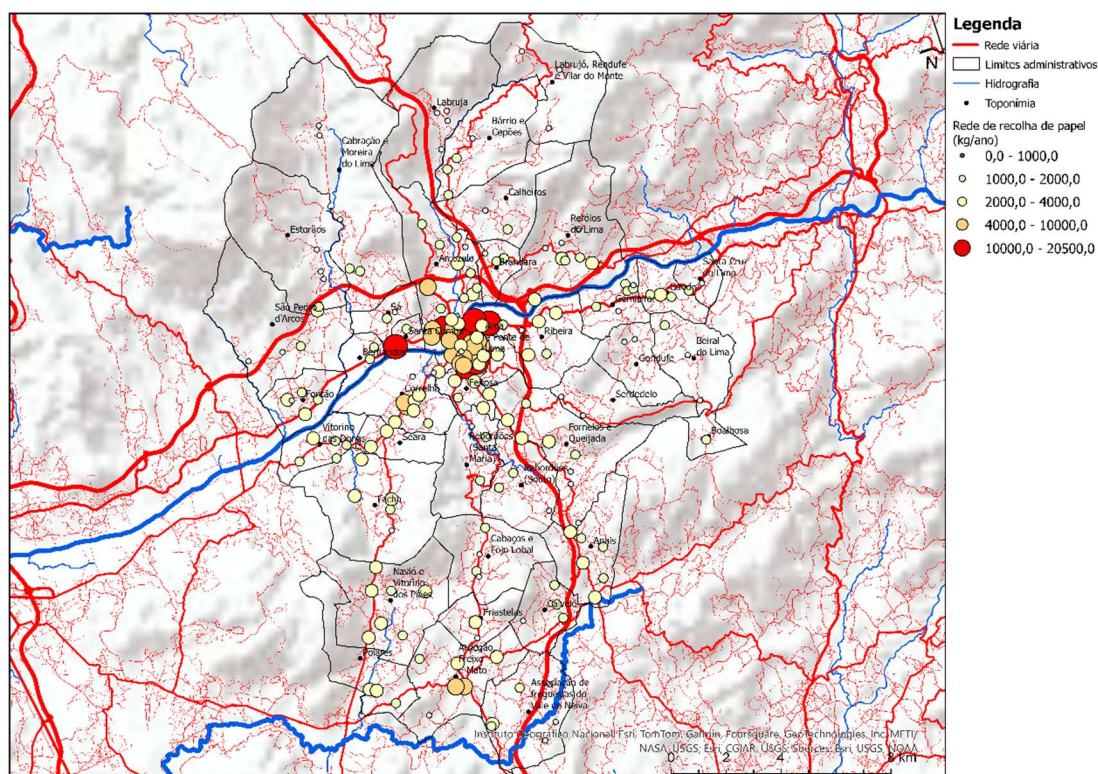


Figura 2.33- Rede de recolha de resíduos trifluxo: Ecoponto Amarelo – Papel e cartão.

2.4. Tipologias e distribuição geográfica dos elementos expostos, vulneráveis e sensíveis

O município de Ponte de Lima apresenta uma diversidade de riscos naturais, mistos e tecnológicos, que representam desafios significativos para o planeamento territorial e a mitigação de impactos socioeconómicos e ambientais. Estes riscos resultam da combinação de fatores físicos, climáticos e humanos, sendo particularmente relevantes em áreas urbanas, zonas montanhosas e infraestruturas críticas.

Riscos Naturais e Mistos; Os riscos naturais mais relevantes incluem: i) atividade sísmica, com maior suscetibilidade em áreas urbanas e próximas a falhas geológicas ativas; ii) cheias, que afetam vales e margens do rio Lima e seus afluentes, agravadas pelo assoreamento e erosão; iii) incêndios florestais, comuns em zonas de montanha e encosta, onde declives acentuados e vegetação densa favorecem a ignição e propagação do fogo; e iv) erosão e movimentos de massa, muitas vezes associados a incêndios ou pressão humana. Os incêndios florestais destacam-se como um dos principais riscos mistos, com consequências significativas para o solo e a biodiversidade, além de criar condições para movimentos de massa em pós- incêndio. Estes eventos comprometem a segurança das comunidades e a integridade ecológica do território.

Riscos Tecnológicos; Os riscos tecnológicos em Ponte de Lima estão associados a: i) infraestruturas críticas, como redes de energia e abastecimento de água; ii) transporte de materiais perigosos, que aumenta a vulnerabilidade das populações e ecossistemas; iii) concentração de atividades industriais, com riscos de acidentes tecnológicos e contaminação de solos. A rede viária, que conecta áreas urbanas e zonas industriais, desempenha um papel essencial na logística regional, mas também representa pontos críticos de risco devido à circulação de substâncias perigosas. Além disso, infraestruturas como parques eólicos, centrais hidroelétricas e subestações elétricas são suscetíveis a falhas em cenários de tempestades severas ou atividade sísmica.

Vulnerabilidades e Impactos; As áreas de maior vulnerabilidade concentram-se: i) nas zonas urbanas, que abrigam infraestruturas críticas e equipamentos públicos; ii) nos vales e corredores viários, que acumulam riscos naturais

e tecnológicos; e iii) nas áreas de montanha, sujeitas a eventos extremos e limitações de acesso. As zonas industriais e logísticas, localizadas próximas das principais vias de comunicação, desempenham um papel estratégico na economia local, mas também representam riscos consideráveis para as populações e ecossistemas. Por outro lado, áreas rurais e montanhosas, apesar de menos densamente ocupadas, desempenham um papel crucial na prestação de serviços ecossistémicos e na gestão dos recursos hídricos e energéticos.

Para mitigar os riscos identificados e reforçar a resiliência do território, recomenda-se: i) adoção de uma abordagem integrada de planeamento e gestão territorial; ii) reforço da monitorização de áreas vulneráveis; iii) investimento em infraestruturas mais resilientes; iv) sensibilização das populações sobre riscos e medidas de prevenção; e v) desenvolvimento de políticas que promovam a segurança ambiental e socioeconómica. Em suma, a complexidade dos riscos em Ponte de Lima exige soluções integradas que harmonizem o desenvolvimento económico com a conservação ambiental, assegurando a proteção das populações e a sustentabilidade do concelho.

3. MATRIZ DE EMISSÕES E CARBONO

3.1. Base metodológica

O primeiro passo para o diagnóstico da situação energética do município, centra-se nas suas matrizes energética e de emissões, elementos fundamentais na quantificação dos fluxos energéticos e na identificação de indicadores de sustentabilidade associados à energia e às inerentes emissões de CO₂.

Enquanto elemento de diagnóstico, a Matriz Energética identifica os fluxos energéticos dominantes, quer por vetor energético (eletricidade, gás natural, gásóleo, gasolina, entre outros), quer por setor de atividade mais representativos (serviços, doméstico, transportes, indústria, entre outros). Para realizar esta quantificação considerou-se uma série temporal entre 2011 e 2022, sendo que o ano de 2022 foi considerado como ano de referência para análises mais detalhadas. Todos estes dados foram extraídos da Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG).

3.1.1. Energia final

Os resultados obtidos para o consumo de energia final basearam-se na informação disponibilizada pela DGEG relativa ao consumo de energia elétrica e às vendas de gás natural e combustíveis petrolíferos, por setor de atividade e por ano.

Quando extraídos do portal da DGEG, os consumos de cada vetor energético apresentam unidades diferentes, sendo (i) a eletricidade em kWh, (ii) o gás natural em 10³ Nm³, e (iii) o petróleo e derivados em toneladas (t).

Posteriormente foram efetuadas as conversões necessárias para uniformização dos resultados em termos de unidades. Os fatores de conversão (Quadro 3. 1) dos vetores energéticos foram retirados do sítio da internet da DGEG – Conversões Energéticas (1990 a 2022).

Quadro 3. 1 – Fatores de Conversão. Adaptado de DGEG.

Vetor Energético	Unidade	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Eletricidade	tep/kWh	8,60E-05	8,60E-05	8,60E-05	8,60E-05	8,60E-05	8,60E-05	8,60E-05	8,60E-05	8,60E-05	8,60E-05	8,60E-05	8,60E-05
Gás Natural*	tep/10 ³ Nm ³	0,9263	0,9217	0,9176	0,9038	0,9134	0,9125	0,9178	0,9241	0,9209	0,9205	0,9163	0,9108
Butano	tep/t	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987
Propano	tep/t	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987
Gás Auto	tep/t	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987	1,0987
Gasolina IO 95	tep/t	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509
Gasolina IO 98	tep/t	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509
Nafta Química e Aromáticos	tep/t	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509	1,0509
Petróleo Iluminante/Carburante	tep/t	1,0450	1,0450	1,0450	1,0450	1,0450	1,0450	1,0450	1,0450	1,0450	1,0450	1,0450	1,0450
Gasóleo Rodoviário	tep/t	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0141	1,0194
Gasóleo Colorido	tep/t	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0141	1,0194
Gasóleo Colorido p/ Aquecimento	tep/t	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0175	1,0141	1,0194
Fuel	tep/t	0,9554	0,9554	0,9554	0,9554	0,9554	0,9554	0,9554	0,9554	0,9554	0,9554	0,9554	0,9554
Coque de Petróleo	tep/t	0,7643	0,7643	0,7643	0,7643	0,7643	0,7643	0,7643	0,7643	0,7643	0,7643	0,7640	0,7640
Lubrificantes	tep/t	1,0032	1,0032	1,0032	1,0032	1,0032	1,0032	1,0032	1,0032	1,0032	1,0032	1,0032	1,0032
Asfaltos	tep/t	0,9315	0,9315	0,9315	0,9315	0,9315	0,9315	0,9315	0,9315	0,9315	0,9315	0,9315	0,9315
Parafinas	tep/t	0,9554	0,9554	0,9554	0,9554	0,9554	0,9554	0,9554	0,9554	0,9554	0,9554	0,9554	0,9554
Solventes	tep/t	1,0414	1,0414	1,0414	1,0414	1,0414	1,0414	1,0414	1,0414	1,0414	1,0414	1,0414	1,0414
Biodiesel	tep/t	0,8840	0,8840	0,8840	0,8840	0,8840	0,8840	0,8840	0,8840	0,8840	0,8840	0,8840	0,8840

* No gás natural foi considerado o PCI

Assim, na Matriz Energética do Município de Ponte de Lima, optou-se pela apresentação de consumos de energia final em tep (tonelada equivalente de petróleo). Esta uniformização foi realizada através dos fatores de conversão disponibilizados no portal da DGEG.

É possível verificar a existência de um conjunto de vetores cuja origem é predominantemente o petróleo, cujo consumo não é para efeitos energéticos como, por exemplo, os asfaltos, lubrificantes, entre outros. Assim, é apresentado como vetor o Não Energético (referenciado no documento como “uso não energético”). Os vetores energéticos considerados foram a Eletricidade, Gás Natural, Produtos de Petróleo e Uso Não Energético (abrange o uso de outros produtos de petróleo que não são consumidos como combustível nem transformados noutra combustível).

Em termos de produtos energéticos foram consideradas as seguintes fontes de energia, agrupadas por vetor energético:

- i. Eletricidade: eletricidade;
- ii. Gás Natural: gás natural;
- iii. Produtos de Petróleo: butano, propano, gás auto, gasolina IO 95, gasolina IO 98, gasóleo, gasóleo colorido, gasóleo colorido para aquecimento, petróleo iluminante/carburante, fuel, coque de petróleo, biodiesel e jets;
- iv. Uso Não Energético: asfaltos, benzinas, lubrificantes, nafta química e aromáticos, parafinas e solventes.

No conjunto, destaca-se o facto de nas referências à utilização de energia final não constar o carvão nem as fontes de energia renováveis (biomassa, energia eólica, energia solar, energia geotérmica, energia hídrica, biogás e resíduos), na medida em que a energia final resultante da sua transformação é a eletricidade, sendo que toda a energia produzida, seja renovável ou não, está refletida indiretamente nos dados dos municípios.

Para facilitar a interpretação da informação, os produtos de petróleo foram agrupados da seguinte forma:

- i. GPL's: Butano, Propano e Gás Auto;
- ii. Gasolinas: Gasolina IO 95 e Gasolina IO 98;
- iii. Gasóleo Rodoviário: Gasóleo Rodoviário;
- iv. Gasóleos Coloridos: Gasóleo Colorido e Gasóleo Colorido para Aquecimento;
- v. Outros: petróleo iluminante/carburante, fuel, coque de petróleo, biodiesel e jets.

3.1.2. Energia renovável

Os resultados obtidos para a potência instalada e produção de energia elétrica a partir de fontes de energia renovável e basearam-se na informação disponibilizada no portal da DGEG a nível nacional por ano. Após solicitação, a DGEG disponibilizou os dados desagregados ao nível da CIM e do município, relativos à potência instalada por fonte de energia renovável por ano.

Quando extraídos do portal da DGEG, é possível verificar a existência de um conjunto de fontes renováveis, inclusive a distinção entre produção de energia elétrica a partir de centrais de energia hídrica com potências superiores ou iguais a 10 MW e centrais com potências inferiores a 10 MW. Assim, na Matriz Energética do Município de Ponte de Lima, optou-se pela apresentação da produção de energia elétrica e potência instalada nas centrais de produção de energia elétrica a partir fontes hídrica como energia hídrica como um todo. Também, relativamente à biomassa, esta inclui resíduos vegetais/florestais, licores sulfíticos, biogás e resíduos sólidos urbanos (RSU). Posto isto, foram consideradas as seguintes de fontes de energia renováveis:

- i. Hídrica: Hídrica > 10MW e Hídrica ≤ 10MW;
- ii. Biomassa;
- iii. Eólica;
- iv. Geotérmica;
- v. Fotovoltaica;
- vi. Ondas.

3.1.3. Inventário de Emissões

As emissões de dióxido de carbono (CO₂) de origem antropogénica relacionam-se, na sua maioria, com a utilização de combustíveis fósseis. Esta utilização pode ser direta, através do uso de produtos de petróleo ou gás natural, ou indireta, através da utilização de eletricidade ou calor de origem não renovável. Assim, juntamente com a caracterização de consumos de energia final presente nas Matriz Energética, apresenta-se também a quantidade de emissões de CO₂e associada a esses consumos.

A unidade de referência para a quantificação de emissões de CO₂ é a tonelada de dióxido de carbono equivalente (t CO₂e). Esta unidade expressa a quantidade GEE emitidos em termos equivalentes à quantidade de dióxido de carbono, considerando o potencial de aquecimento global de cada gás. Desta forma, 1 t CO₂e representa a quantidade de CO₂ que seria emitido se todos os GEE fossem CO₂.

A quantificação das emissões de CO₂e foi realizada por aplicação aos consumos de energia dos fatores de emissão específicos para cada produto energético. Os fatores de emissão (Quadro 3. 2) dos vetores energéticos foram retirados dos seguintes documentos:

- i. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories;
- ii. Fator de Emissão de GEE tendo por base apenas a eletricidade produzida nesse ano, para o Continente, do relatório da Agência Portuguesa do Ambiente;
- iii. Annex IV – Energy classes and emission factors used for the updates of the NEEFEs, Covenant of Mayors for CLimate and Energy: Default emission factors for local emission inventories, 2017.

Quadro 3. 2 – Fatores de emissão

Vetor Energético	Unidade	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Eletricidade*	kgCO ₂ e/kWh	0,294	0,346	0,262	0,254	0,328	0,267	0,338	0,282	0,224	0,175	0,151	0,151*
Gás Natural	kgCO ₂ e/kWh	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202
Butano	kgCO ₂ e/kWh	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227
Propano	kgCO ₂ e/kWh	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227
Gás Auto	kgCO ₂ e/kWh	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227
Gasolina IO 95	kgCO ₂ e/kWh	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Gasolina IO 98	kgCO ₂ e/kWh	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Nafta Química e Aromáticos	kgCO ₂ e/kWh	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265
Petróleo Iluminante/Carburante	kgCO ₂ e/kWh	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265
Gasóleo Rodoviário	kgCO ₂ e/kWh	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268
Gasóleo Colorido	kgCO ₂ e/kWh	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268
Gasóleo Colorido p/ Aquecimento	kgCO ₂ e/kWh	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268
Fuel	kgCO ₂ e/kWh	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280
Coque de Petróleo	kgCO ₂ e/kWh	0,352	0,352	0,352	0,352	0,352	0,352	0,352	0,352	0,352	0,352	0,352	0,352
Lubrificantes	kgCO ₂ e/kWh	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265
Asfaltos	kgCO ₂ e/kWh	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291
Parafinas	kgCO ₂ e/kWh	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265
Solventes	kgCO ₂ e/kWh	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265	0,265
Biodiesel	kgCO ₂ e/kWh	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

*Para a eletricidade, no ano de 2022, foi considerado o mesmo fator de emissão do ano anterior.

Paralelamente à análise às emissões de CO₂ acima descritas, foi também analisada a Distribuição Espacial de Emissões Nacionais (2015, 2017 e 2019).

A informação incluída neste documento diz respeito ao exercício de distribuição espacial por Concelho das emissões de poluentes atmosféricos e de gases com efeito de estufa estimadas, respetivamente, no âmbito da Convenção sobre Poluição Atmosférica Transfronteira a Longa Distância (CLRTAP) e da Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (UNFCCC), constituindo parte integrante do documento elaborado pela Agência Portuguesa do Ambiente, I.P./ Departamento de Alterações Climáticas, "Emissões de Poluentes Atmosféricos por Concelho - 2015, 2017 e 2019".

Os poluentes considerados no presente documento foram os seguintes:

- i. Compostos de enxofre (SO_x), expressos como dióxido de enxofre (SO₂); inclui o dióxido e trióxido de enxofre (respetivamente SO₂ e SO₃), e em menores quantidades o ácido sulfúrico (H₂SO₄) e compostos reduzidos de enxofre tais como sulfureto de hidrogénio (H₂S), mercaptano e dimetilsulfureto;
- ii. Óxidos de azoto (NO_x), expressos como dióxido de azoto (NO₂); inclui principalmente o monóxido, dióxido e trióxido de azoto (respetivamente NO, NO₂ e NO₃). Exclui o óxido nitroso (N₂O);
- iii. Amoníaco (NH₃);
- iv. Compostos orgânicos voláteis não-metânicos (COVNM), ou seja, todos os compostos orgânicos de origem antropogénica, com excepção do metano, que podem originar oxidantes fotoquímicos após reação com óxidos de azoto (NO₂) na presença de radiação solar;
- v. Monóxido de carbono (CO);
- vi. Partículas de diâmetro inferior a 2,5 µm (PM_{2,5});
- vii. Partículas de diâmetro inferior a 10 µm (PM₁₀);
- viii. Carbono negro (BC), ou seja, partículas que contêm carbono na sua constituição e absorvem radiação;
- ix. Chumbo (Pb);
- x. Cádmio (Cd);
- xi. Mercúrio (Hg);
- xii. Dioxinas e Furanos, ou seja, dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD), dibenzo-p-furanos policlorados (PCDF);
- xiii. Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs); para efeito de Inventários de Emissões, são considerados os quatro compostos: benzo(α)pireno, benzo(β)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno e indeno(1,2,3-cd)pireno;
- xiv. Hexaclorobenzeno (HCB);
- xv. Compostos Bifenilpoliclorados (PCBs);
- xvi. Metano (CH₄);
- xvii. Óxido nitroso (N₂O);
- xviii. Dióxido de carbono (CO₂);
- xix. Gases Fluorados com efeito de estufa abrangidos pelo Protocolo de Quioto (F-Gases).

3.1.4. Análise setorial

Nas subsecções seguintes é apresentada a caracterização de cada sector, por CAE e por vetores de energia considerados na quantificação dos seus consumos de energia. A caracterização dos consumos de energia em cada setor baseou-se na informação estatística anual disponibilizada pela DGEG relativas ao consumo de energia elétrica e às vendas de gás natural e combustíveis petrolíferos, por setor de atividade. Esta informação foi posteriormente complementada de forma individualizada para cada sector.

3.2.1. Consumo de Energia Final

No ano de 2022 o consumo de energia final no município de Ponte de Lima correspondeu a 35 441 tep, cerca de 0,2% e 10,6% do total de energia final consumida em Portugal Continental e na CIM Alto Minho, respetivamente (Quadro 3. 3). Os setores mais consumidores no município foram o setor dos transportes e o doméstico (Figura 3. 1).

Quadro 3. 3 – Comparação territorial do consumo de energia final em 2022. Fonte: DGEG, 2024.

Energia [tep]	Portugal Continental	CIM Alto Minho	Ponte de Lima	PTL – PTC	PTL – AM
Eletricidade	4107523	97129	10035	0,2%	10,3%
Gás Natural	4737932	116758	661	0,0%	0,6%
Produtos de Petróleo	6921727	118107	23421	0,3%	19,8%
Uso Não Energético	641557	2402	1324	0,2%	55,1%
Total	16408739	334396	35441	0,2%	10,6%

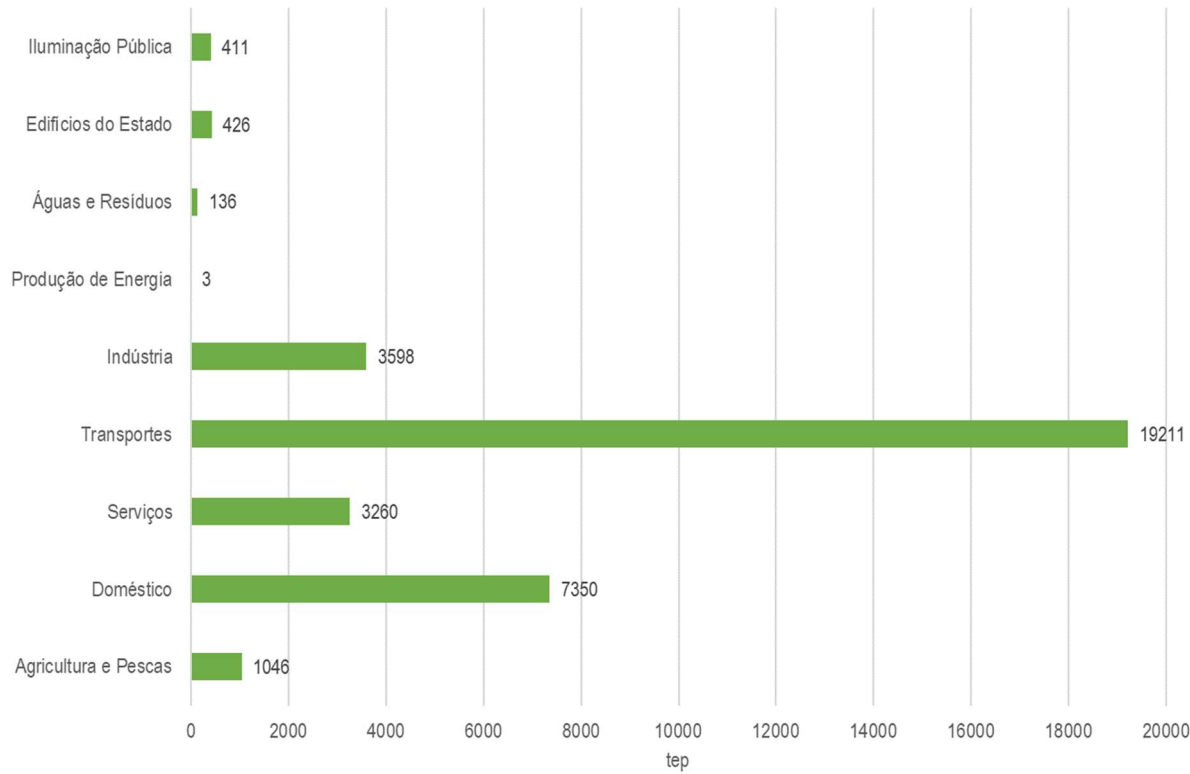


Figura 3. 1 – Consumo de energia final [tep] por setor consumidor de energia em Ponte de Lima, 2022. Fonte: DGEG, 2024.

A distribuição dos vetores energéticos variou em conformidade com o setor, destacando-se o peso da eletricidade na grande maioria dos setores, assim como dos produtos de petróleo na agricultura e pescas e nos transportes (Figura 3. 2). No setor da indústria destaca-se também o consumo de produtos de uso não energético.

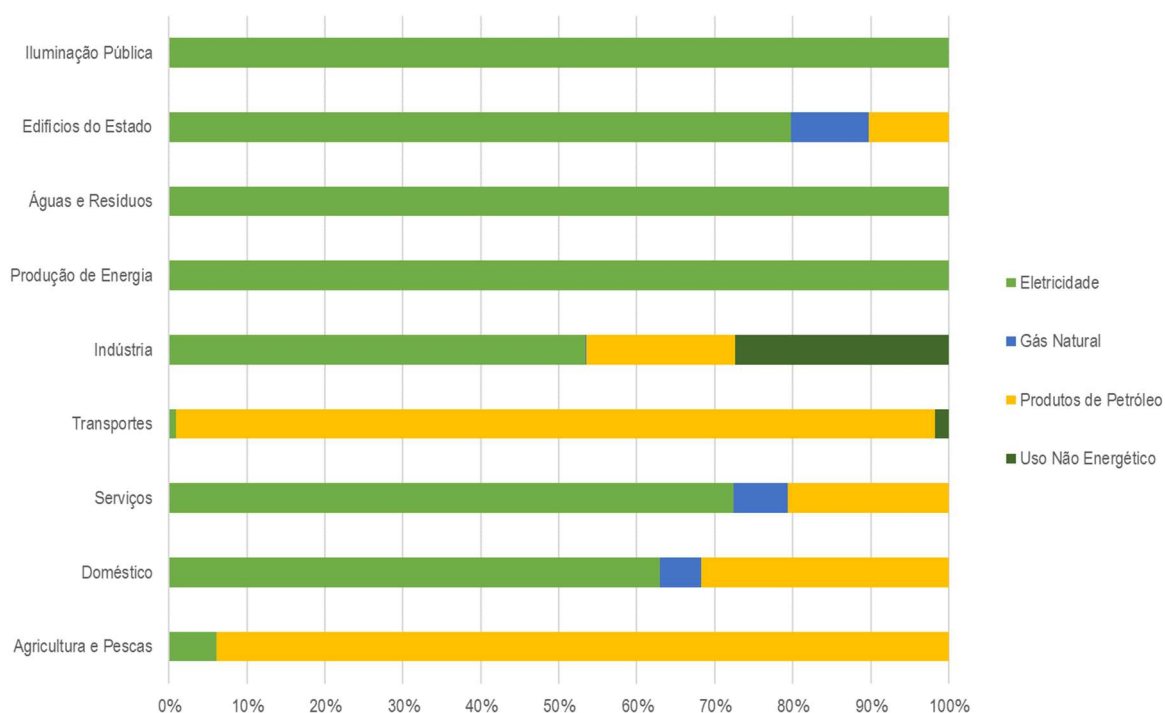


Figura 3. 2 – Utilização de energia final [tep] por setor consumidor de energia em Ponte de Lima, 2022. Fonte: DGEG, 2024.

No ano de 2022, o principal vetor energético no município de Ponte de Lima são os produtos de petróleo (66,1%), seguido da eletricidade (28,3%), os produtos de uso não energético (3,7%) e, por último, o gás natural (1,9%) (Figura 3. 3).

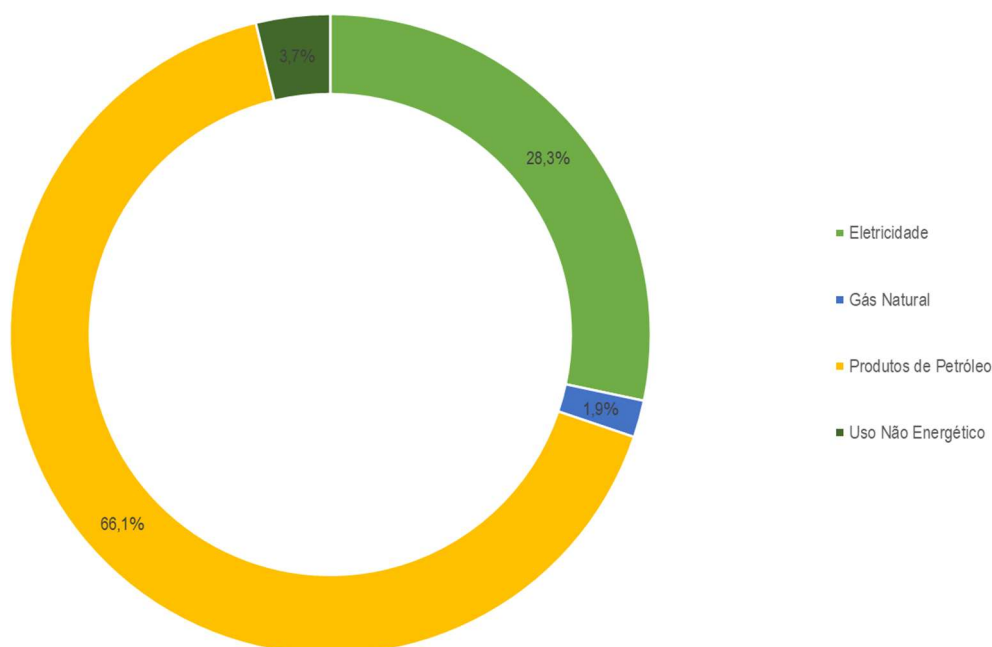


Figura 3. 3 – Utilização de energia final por vetor energético [%] em Ponte de Lima, 2022. Fonte: DGEG, 2024.

A distribuição de consumos energéticos por setor e vetor para o território de Ponte de Lima, em 2022 (Quadro 3.4) evidencia que os produtos de petróleo e a eletricidade representaram a maioria do consumo de energia final (66,1% e 28,3%, respetivamente). Relativamente aos produtos de petróleo, 79,8% são consumidos no setor dos transportes, representando 54,2% do consumo total por setor no território. Relativamente à eletricidade, 46,1% é consumida no setor doméstico e 23,5% no setor dos serviços, representando estes setores cerca de 20,7% e 9,2%, respetivamente, do consumo total do concelho.

Quadro 3. 4 – Matriz de consumo de energia final [tep] em Ponte de Lima em 2022. Fonte: DGEG, 2024.

Energia [tep]	Eletricidade	Gás Natural	Produtos de Petróleo	Uso Não Energético	Total	% Setores
Agricultura e Pescas	64	0	982	0	1046	3,0%
Doméstico	4626	390	2334	0	7350	20,7%
Serviços	2362	226	672	0	3260	9,2%
Transportes	171	0	18701	338	19211	54,2%
Indústria	1922	2	688	986	3598	10,2%
Produção de Energia	3	0	0	0	3	0,0%
Águas e Resíduos	136	0	0	0	136	0,4%
Edifícios do Estado	340	42	44	0	426	1,2%
Iluminação Pública	411	0	0	0	411	1,2%
Total	10035	661	23421	1324	35441	
% Vetores	28,3%	1,9%	66,1%	3,7%		

3.2.6. Conclusões da aplicação da matriz energética

O quadro energético do município de Ponte de Lima é marcado por um consumo energético consideravelmente inferior à média de Portugal Continental per capita, isto é, em energia final apresenta um consumo de 0,86 tep/hab face a 1,66 tep/hab da média continental.

O setor dos transportes (54,2%) e doméstico (20,7%), são os principais consumidores de energia no concelho, representando aproximadamente 74,9% do consumo total de energia. O setor dos transportes apresenta um consumo elevado nos produtos de petróleo, onde o gasóleo rodoviário representa 81,7% do consumo de energia final do município em 2022.

Os edifícios domésticos apresentam um consumo *per capita* muito semelhante à média nacional (1,8%), enquanto os serviços são consideravelmente inferiores (-34,8%). O setor dos transportes apresenta um consumo *per capita* inferior à média de Portugal Continental (-16,1%), bem como o setor da indústria que apresenta um valor 81,4% inferior ao registado para o país. Apesar do consumo industrial ter menos representatividade que o setor dos transportes e doméstico, os subsectores que contribuíram mais para o consumo neste setor foram são a promoção imobiliária/construção, fabricação de veículos automóveis e as indústrias alimentares, representando no conjunto cerca de 57,2% do consumo industrial.

A preponderância dos setores dos transportes e doméstico, leva a que os vetores mais consumidos sejam o gasóleo rodoviário (43,5%), a eletricidade (28,9%) e as gasolinas (9,3%), representando mais de 81,6% da energia final (Figura 3. 4).

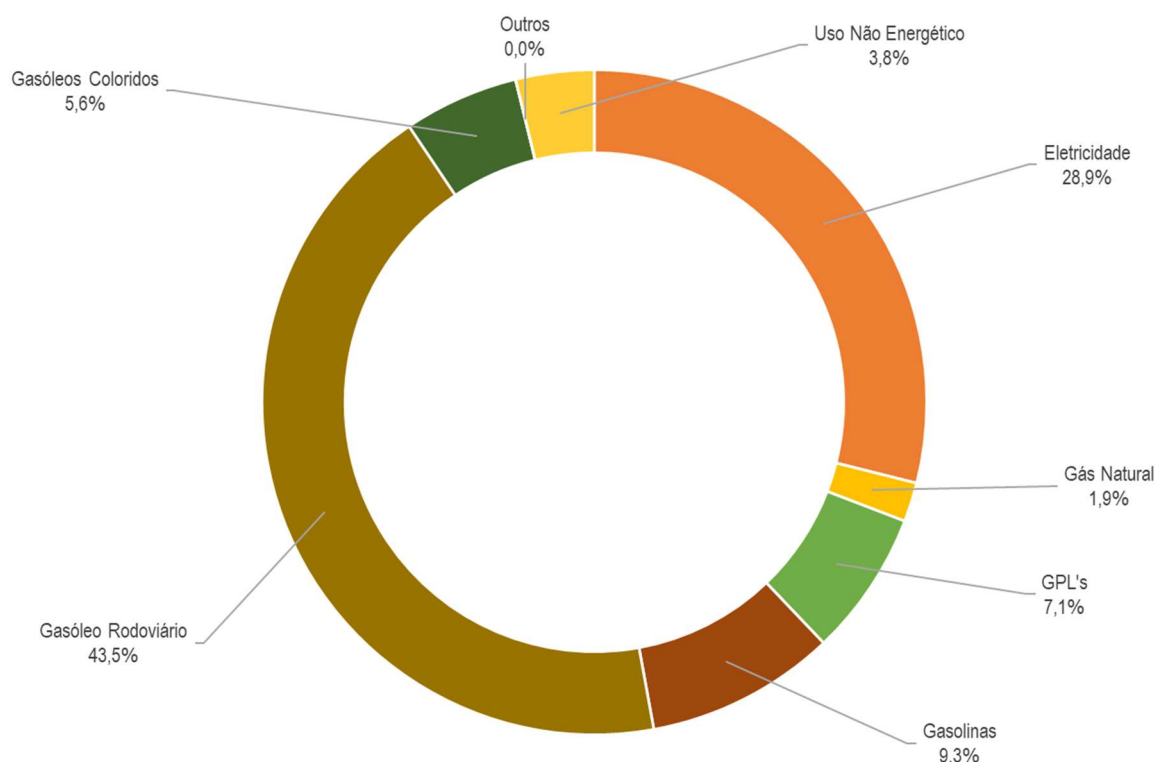


Figura 3. 4 – Consumo de produtos energéticos [%] em Ponte de Lima, 2022. Fonte: DGEG, 2024.

Relativamente à potência instalada nas centrais de produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis, o panorama em Ponte de Lima é consideravelmente inferior à média nacional, isto é, potência instalada *per capita* é de 0,12 MW/hab face a 1,77 MW/hab da média nacional. Ponte de Lima limita-se à exploração de fontes renováveis de energia hídrica e fotovoltaica, pelo que e dadas as circunstâncias geofísicas do concelho, poderão ser considerados investimentos futuros noutras fontes renováveis como a biomassa, eólica, bem como reforço da potência instalada nas fontes renováveis já exploradas.

3.3.5. Conclusões do Inventário de Emissões

O quadro energético do município de Ponte de Lima é marcado por emissões inferiores à média nacional, isto é, apresenta emissões *per capita* de 2,29 t CO₂e/hab face a 4,2 t CO₂e/hab da média de Portugal Continental (diferença de 45,6%). Avaliando as emissões *per capita* por setor, verifica-se que apenas o setor doméstico (6,2%) e o setor da iluminação pública (20,9%) apresentam um valor superior ao nacional.

No que diz respeito às emissões por unidade energética, verifica-se que o setor da indústria (-3,3%), produção de energia (-25,2%), águas e resíduos (-1,5%) e edifícios do Estado (-0,9%), apresentam valores inferiores aos valores para Portugal Continental. Com exceção do setor da iluminação pública que depende exclusivamente de energia elétrica para ambas as unidades territoriais, os restantes setores, carecem de uma maior descarbonização na sua matriz energética.

O setor dos transportes é o principal responsável pelas emissões no município, representando aproximadamente 62,4% das emissões. Salienta-se ainda o impacto que o setor doméstico possui no município, onde ao nível das emissões representa 18,2%, e onde os produtos de petróleo tem um peso de 41,7 % das emissões neste setor.

A preponderância dos setores dos transportes leva a que o vetor com maior contribuição ao nível das emissões seja o gásóleo rodoviário (50,8%), sendo que as gasolinas possuem um peso ainda significativo (10,4%). Associado ao consumo no setor doméstico, a eletricidade (18,7%) é o segundo vetor com maior contribuição, sendo que os GPL's representam cerca de 7,5% do total de emissões de CO₂e associadas ao consumo de produtos energéticos.

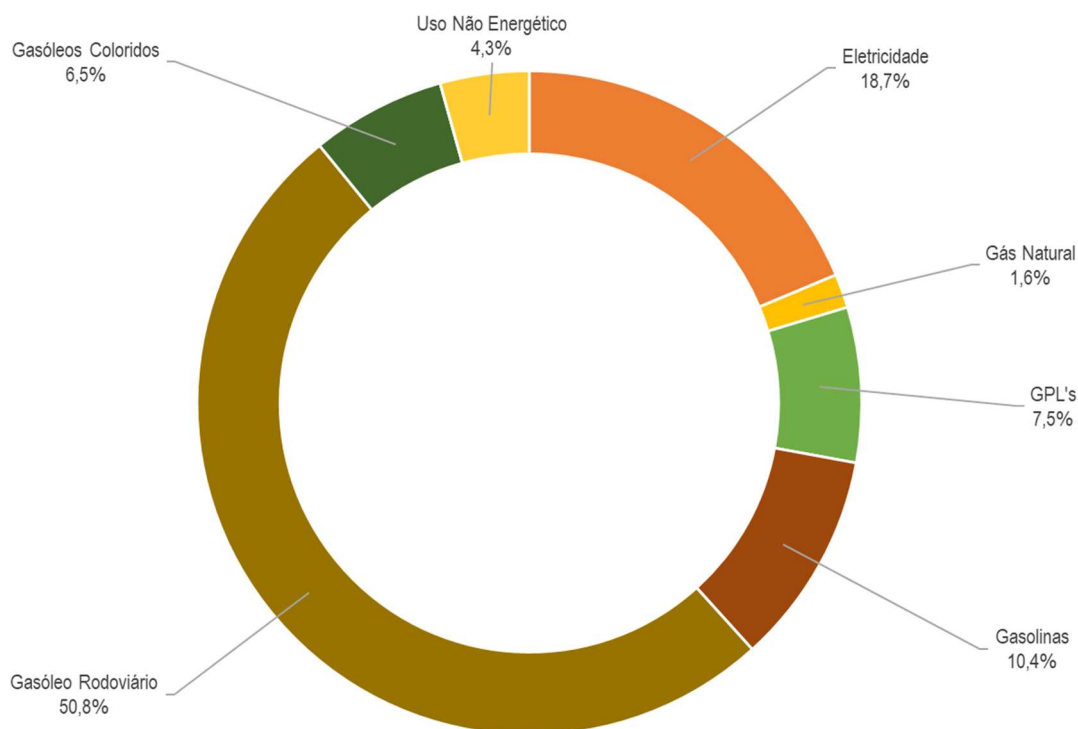


Figura 3. 5 – Emissões de CO₂e associadas ao consumo de produtos energéticos [%] em Ponte de Lima, 2022. Fonte: DGEG, 2024.

3.4. Emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE)

No âmbito dos trabalhos de elaboração do PMAC – Ponte de Lima desenvolveu-se um levantamento de Emissões de gases com efeito de estufa (GEE), com objetivo de conhecer as emissões totais e por setor do concelho de Ponte de Lima, bem como identificar as principais fontes de emissões e de remoções por sumidouros de carbono.

3.4.1 Inventário de emissões de GEE

O inventário de emissões de GEE visa conhecer as emissões totais e por setor no concelho, bem como identificar as principais fontes de emissões e de remoções por sumidouros de carbono, considerando:

- i) as diretrizes do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC – *Intergovernmental Panel on CLimate Change*) e o Protocolo Global para Inventários de Emissões de Gases com Efeito de Estufa em Escala Comunitária (GPC – *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*);
- ii) a identificação e definição dos setores relevantes considerados para o inventário de emissões de GEE do concelho de Ponte de Lima.

O inventário municipal de emissões de GEE elaborou-se com base nas diretrizes do IPCC, seguindo o Protocolo Global para Inventários de Emissões de Gases com Efeito de Estufa em Escala Comunitária (GPC), um padrão consistente e reconhecido globalmente para a realização de inventários de emissões para o nível subnacional. Atualmente, mais de uma centena de regiões e cidades por todo o mundo dispõem de inventários de emissões de GEE elaborados com base no GPC, com destaque para o Grupo de Grandes Cidades para a Liderança Climática (C40).

Desta forma, o inventário de emissões de GEE do concelho de Ponte de Lima será elaborado com recurso à ferramenta CIRIS (*City Inventory Reporting and Information System*), uma folha de cálculo desenvolvida em Excel. O CIRIS está alinhado com o relatório comum (*Common Reporting Framework*) do Pacto Global de Autarcas pelo CLima e Energia (*Global Covenant of Mayors for CLimate & Energy - GCoM*), servindo de base à elaboração de inventários de emissões de GEE para várias cidades e regiões em todo o mundo. A estimativa das emissões de GEE será feita através da multiplicação dos dados de atividade por um fator de emissão associado à atividade que está a ser medida, com os resultados a serem reportados em toneladas equivalentes de CO₂. Os dados de base necessários foram recolhidos a partir de uma variedade de fontes, designadamente serviços de estatística e outros serviços públicos. Na eventualidade dos dados de atividade disponíveis não corresponderem aos limites geográficos do concelho, serão desagregados para o âmbito concelhio com recurso a fatores de escala. Em todos os casos, as fontes, os dados de base e os fatores de escala serão devidamente apresentados.

A identificação e definição dos setores relevantes para o inventário de emissões de GEE do concelho de Ponte de Lima (Quadro 3. 5).

Quadro 3. 5 – Setores relevantes para o inventário de emissões de GEE

Setor	Definição
Usos estacionários de energia	Os usos estacionários de energia são um dos maiores contribuintes para as emissões de GEE, abrangendo emissões provenientes de atividades de combustão e de consumos de energia em edifícios residenciais, em edifícios e instalações comerciais e em edifícios públicos, em iluminação pública, em instalações industriais e atividades de construção, incluindo atividades de combustão para a geração de eletricidade e

Setor	Definição
	calor para autoconsumo na agricultura e silvicultura, bem como em indústrias de produção de energia para fornecimento por rede.
Transportes	O setor dos transportes é, atualmente, uma das principais fontes de emissões de GEE, abrangendo todas as viagens rodoviárias, ferroviárias, marítimas e aéreas, incluindo em itinerários intermunicipais e nacionais. As emissões dos transportes internacionais (navegação e aviação) não são contabilizadas, à semelhança do que sucede com o INERPA. As emissões de GEE resultam diretamente da combustão ou, indiretamente, do uso de eletricidade fornecida pela rede.
Resíduos	O tratamento e eliminação de resíduos e o tratamento e descarga de águas residuais produzem emissões de GEE por meio de processos aeróbios ou anaeróbios de decomposição ou por incineração. As emissões de GEE de resíduos sólidos são calculadas para a eliminação em aterro, tratamento biológico e incineração e queima a céu aberto, enquanto as emissões do tratamento e descarga de águas residuais são determinadas em função da carga efluente de matéria orgânica. As emissões de GEE resultantes de atividades de recuperação de metano e de incineração com aproveitamento energético são reportadas nos usos estacionários de energia (indústrias de energia).
Processos industriais e uso de produtos	Os processos industriais de transformação química ou física de materiais produzem emissões de GEE não relacionadas com o uso de energia. Por outro lado, podem identificar-se emissões de GEE resultantes do uso pela indústria e consumidores finais de determinados produtos (e.g., uso de lubrificantes para fins não energéticos, uso de solventes).
Agricultura, florestas e outros usos do solo	O setor agricultura, florestas e outros usos do solo engloba várias fontes de emissões e de remoções de GEE. Entre as fontes de emissões de GEE destacam-se a fermentação entérica, a gestão de estrume, a aplicação de fertilizantes inorgânicos e algumas mudanças de uso do solo. Por outro lado, as florestas, as zonas húmidas e os matos constituem-se como importantes sumidouros de carbono.

Fonte: Adaptado de GPC

O inventário agrupa as emissões em três âmbitos, de forma a abranger as emissões cujas fontes se localizam dentro dos limites do concelho, bem como aquelas que ocorrendo fora deste são imputáveis a atividades realizadas dentro dos respetivos limites.

Quadro 3. 6 – Definição de âmbito das emissões de GEE

Âmbito 1	Emissões de GEE de fontes localizadas dentro dos limites do concelho.
Âmbito 2	Emissões de GEE que ocorrem como consequência da utilização dentro dos limites do concelho de energia fornecida por rede integrada.
Âmbito 3	Todas as outras emissões de GEE que ocorrem no exterior do concelho imputáveis a atividades que têm lugar dentro dos limites do concelho.

Fonte: Adaptado de GPC

Os resultados do inventário são reportados em quantidade de equivalente de CO₂, unidade obtida com base nos potenciais de aquecimento global¹ dos diferentes GEE. No presente inventário foram utilizados

¹ O potencial de aquecimento global (Global Warming Potential - GWP) é uma métrica definida pelo IPCC, tendo por referência o CO₂, para determinar o contributo de cada GEE para o aquecimento global.

os fatores de aquecimento global definidos no Quinto Relatório de Avaliação (AR5) do IPCC, de forma a permitir a comparabilidade com o INERPA².

Quadro 3. 7 – GEE e potenciais de aquecimento global

GEE	Potencial de aquecimento global (GWP)
Dióxido de carbono (CO ₂)	1
Metano (CH ₄)	28
Óxido nitroso (N ₂ O)	265

Fonte: IPPC (AR5)

Os dados de base necessários foram recolhidos a partir de uma variedade de fontes e sempre que não correspondiam aos limites geográficos do concelho de Ponte de Lima foram desagregados para o âmbito municipal com recurso a fatores de escala (Anexo AI).

A partir do inventário de emissões de GEE realizado para o ano de referência (2022) serão elaboradas projeções de emissões para o concelho de Ponte de Lima até 2050. O exercício de elaboração de projeções de emissões de GEE para o concelho de Ponte de Lima será precedido do desenvolvimento de cenários socioeconómicos alternativos, construídos a partir da análise de indicadores biofísicos e socioeconómicos e de metas e objetivos estratégicos setoriais relevantes.

3.4.1.1. Área de Intervenção

A área de intervenção e unidade de análise do inventário de emissões de GEE refere-se ao concelho de Ponte de Lima ([Figura 3. 6](#)~~Figura 3-6~~).

² Em 2023, o INERPA passou a utilizar os potenciais de aquecimento global (GWP) definidos no AR5.

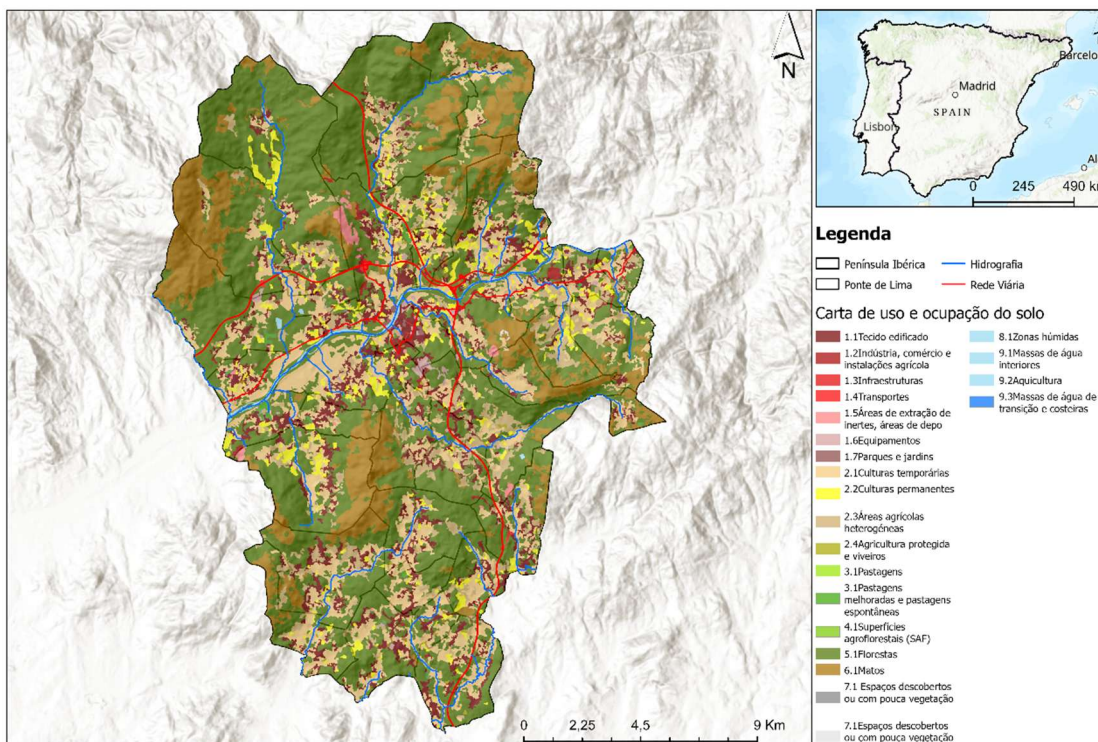


Figura 3. 6 – O concelho de Ponte de Lima no contexto do distrito e do país

3.4.1.2. Perfil Geral das Emissões de GEE

A partir do inventário realizado, estima-se que, no ano de 2022, as emissões de GEE no concelho de Ponte de Lima totalizaram 226 927 t CO_{2e}, sem contabilizar as emissões de uso do solo, alteração de uso do solo e florestas (LULUCF), e -118 647 t CO_{2e}, com a sua inclusão.

Quadro 3. 8 – Síntese do inventário de emissões de GEE de Ponte de Lima (2022)

Setores	Âmbito 1	Âmbito 2	Âmbito 3	TOTAL
Usos estacionários de energia	40510	17319	2022	59850
Transportes	59226	300	—	59526
Resíduos e águas residuais	12292	—	4444	16736
Processos industriais e uso de produtos (IPPU5)	1	—	—	1
Agricultura, florestas e outros usos do solo (AFOLU6)	90814	—	—	90814
Uso do solo, alteração de uso do solo e florestas (LULUCF)	-345574	—	—	-345574
Emissões totais (sem LULUCF)	202843	17619	6465	226927
Emissões totais líquidas (com LULUCF)	-142731	17619	6465	-118647

Unidade: t CO_{2e}

No Quadro 3. 9 apresentam-se as emissões de GEE no concelho de Ponte de Lima, em 2022, desagregadas por setores e subsetores.

Quadro 3. 9 – Emissões de GEE por setores e subsetores em Ponte de Lima (2022)

Setores	Âmbito 1	Âmbito 2	Âmbito 3	TOTAL
Usos estacionários de energia	40510	17319	2022	59850
Doméstico	23229	8123	—	31352
Comercial e institucional	3227	5704	—	8931
Indústrias transformadoras e construção	10067	3375	—	13442
Indústrias de energia	902	5	—	907
Agricultura, florestas e pescas	3064	113	—	3176
Usos não especificados	—	—	2022	2022
Emissões fugitivas	22	—	—	22
Transportes	59226	300	—	59526
Transporte rodoviário	59226	300	—	59526
Transporte ferroviário	—	—	—	—
Aviação	—	—	—	—
Resíduos e águas residuais	12292	—	4444	16736
Eliminação de resíduos sólidos	—	—	4422	4422
Tratamento biológico de resíduos	—	—	22	22
Incineração e queima a céu aberto	—	—	—	—
Tratamento e descarga de águas residuais	12292	—	—	12292
Processos industriais e uso de produtos (IPPU)	1	—	—	1
Processos industriais	—	—	—	—
Utilização de produtos	1	—	—	1
Agricultura, florestas e outros usos do solo (AFOLU)	-254760	—	—	-254760
Pecuária	41521	—	—	41521
Queima de resíduos agrícolas	1623	—	—	1623
Cortes e mortalidade natural	27000	—	—	27000
Matos	-2383	—	—	-2383
Uso de Solo, alterações de uso de solo e florestas (LULUCF)	-319334	—	—	-319334
Outras emissões	23053	—	—	23053
Emissões totais (com LULUCF)	-142731	17619	6465	-118646

Unidade: t CO₂e

Analisando as emissões de GEE por setores, sem contabilizar o LULUCF, constata-se que os transportes (26,2%) e os usos estacionários de energia (26,4%) e a agricultura, florestas e outros usos do solo (40%) repartiram entre si a responsabilidade por quase 93% das emissões registadas no concelho de Ponte de Lima, no ano de 2022.

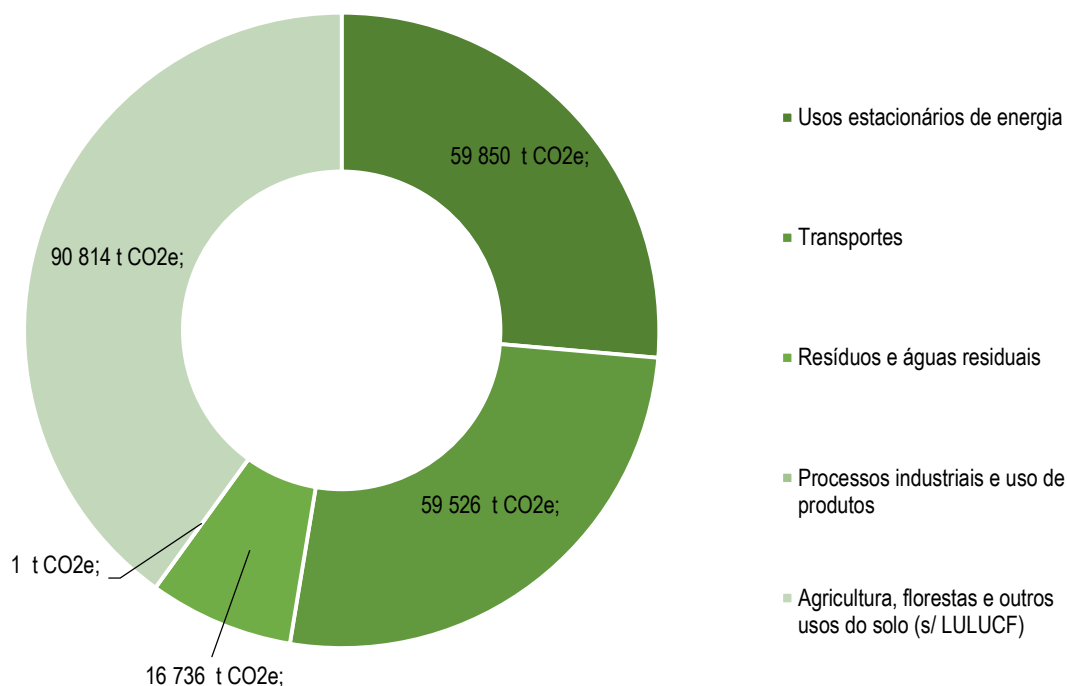


Figura 3. 7 – Emissões de GEE por setor, sem LULUCF, em Ponte de Lima (2022)

A Figura 3. 7 permite visualizar o resultado das emissões de GEE por âmbito e setor, em 2022, sem contabilizar o LULUCF, ressaltando o facto de 89,4% das emissões serem de Âmbito 1, originadas principalmente por atividades relacionadas com os transportes, usos estacionários de energia e agricultura, desenvolvidas dentro dos limites do concelho de Ponte de Lima. As emissões de Âmbito 2, advindas de usos estacionários de energia elétrica da rede integrada, representaram 7,8% das emissões totais de GEE, enquanto as emissões de Âmbito 3 foram as que tiveram menor expressão no concelho de Ponte de Lima (2,8%).

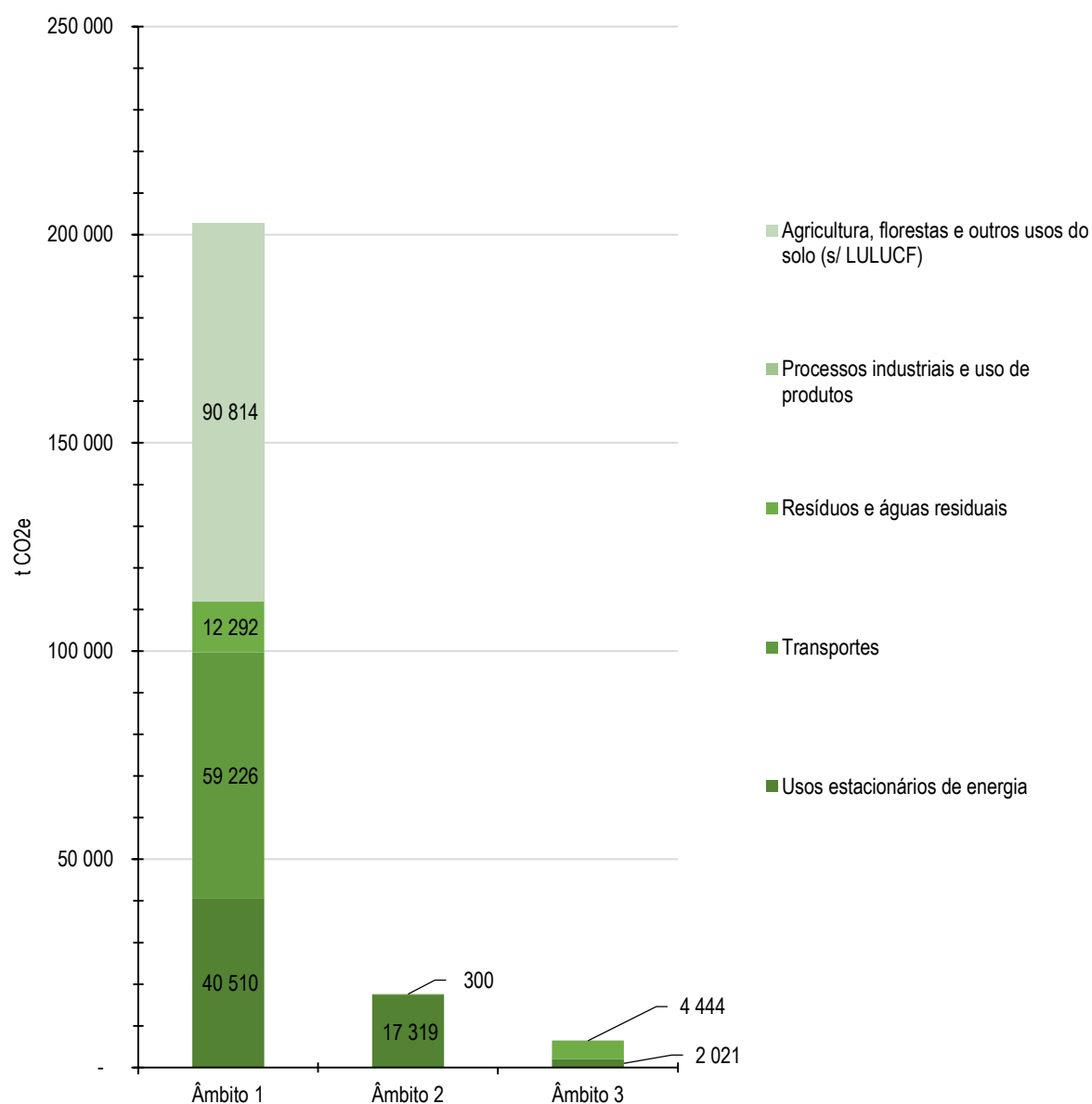


Figura 3. 8 – Emissões de GEE por âmbito e setor, sem LULUCF, em Ponte de Lima (2022)

O dióxido de carbono (CO_2) foi o principal GEE emitido no concelho de Ponte de Lima, em 2022, tendo correspondido a 60% das emissões totais, seguindo-se, em menor escala, o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), como pode ser observado na Figura 3. 9.

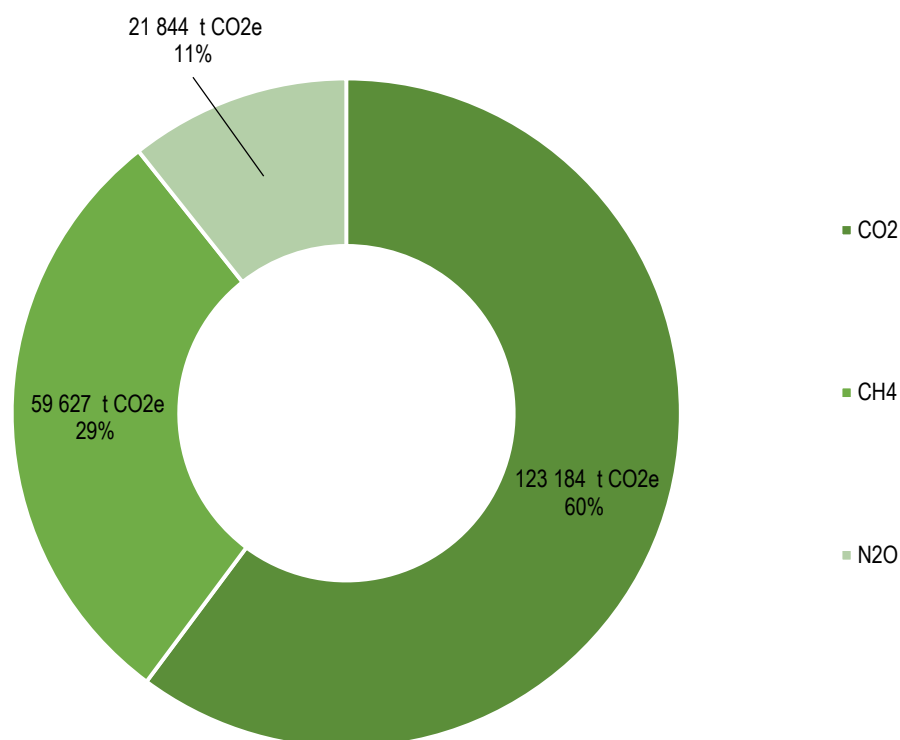


Figura 3. 9 – Emissões por tipo de GEE em Ponte de Lima (2022)

3.4.1.3. Perfil Setorial das Emissões de GEE

O setor dos transportes e os usos estacionários de energia foram os principais responsáveis pelas emissões de GEE registadas no concelho de Ponte de Lima, em 2022.

3.4.1.3.1. Usos estacionários de energia

Os usos estacionários de energia abrangem as emissões provenientes de atividades de combustão e de consumos de energia em edifícios residenciais, em edifícios e instalações comerciais e em edifícios públicos, em iluminação pública, em instalações industriais e atividades de construção, incluindo atividades de combustão para a geração de eletricidade e calor para autoconsumo, na agricultura, silvicultura e atividades de pesca, bem como em indústrias de produção de energia para fornecimento por rede.

Em 2022, as emissões de GEE imputadas aos usos estacionários de energia no concelho de Ponte de Lima foram de 59 850 t CO₂e, correspondendo a 26,3% das emissões totais. Os consumos domésticos (52,3%) destacaram-se como a principal fonte de emissões do setor, seguindo-se as atividades de combustão das indústrias transformadoras e construção (22,5%) e os usos comerciais e institucionais de energia (14,9%). As emissões dos usos estacionários de energia encontram-se, no essencial, repartidas pelos âmbitos 1 (67,7%) e 2 (28,9%), com as emissões de âmbito 3 a assumirem carácter quase residual (3,3%).

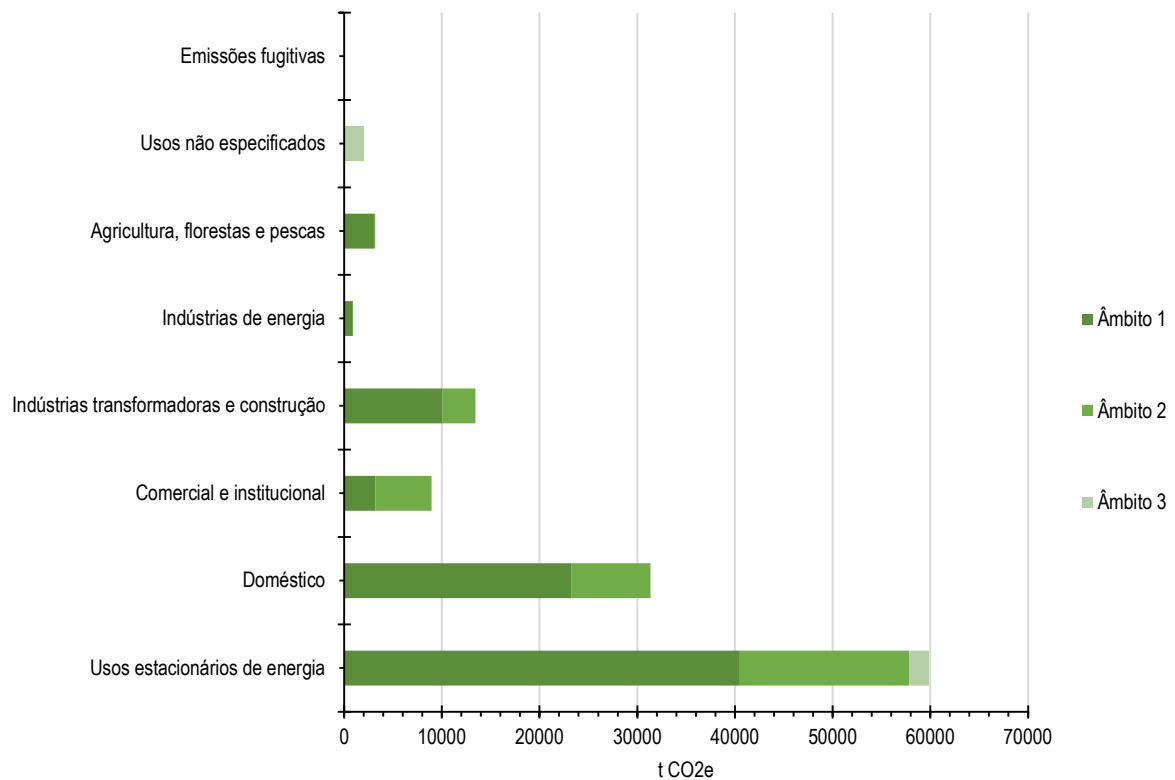


Figura 3. 10 – Emissões de GEE provenientes de usos estacionários de energia (2022)

Atendendo ao perfil das emissões dos usos estacionários de energia por tipo de gás, constata-se um domínio, quase absoluto, de CO₂ (95,7%), existindo ainda pequenas emissões de CH₄ (3,8%) e de N₂O (0,6%).

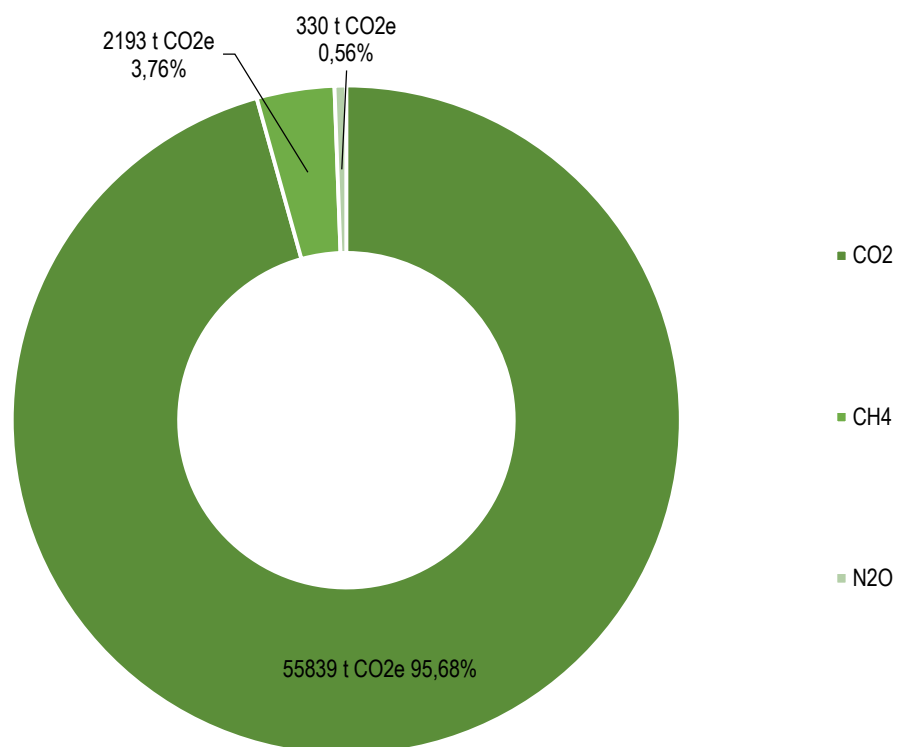


Figura 3. 11 – Emissões de usos estacionários de energia por tipo de GEE (2022)

Analisando as emissões de GEE dos usos estacionários de energia em função do vetor energético, verifica-se que o uso de biomassa, a eletricidade fornecida pela rede o gasóleo e o propano foram, no conjunto, responsáveis por mais de 88% das emissões do setor no concelho de Ponte de Lima, em 2022. Os restantes vetores energéticos que contribuíram para as emissões do setor foram o butano (3,3%), gás natural (2,7%) e outros vetores energéticos como o asfalto (5,7%).

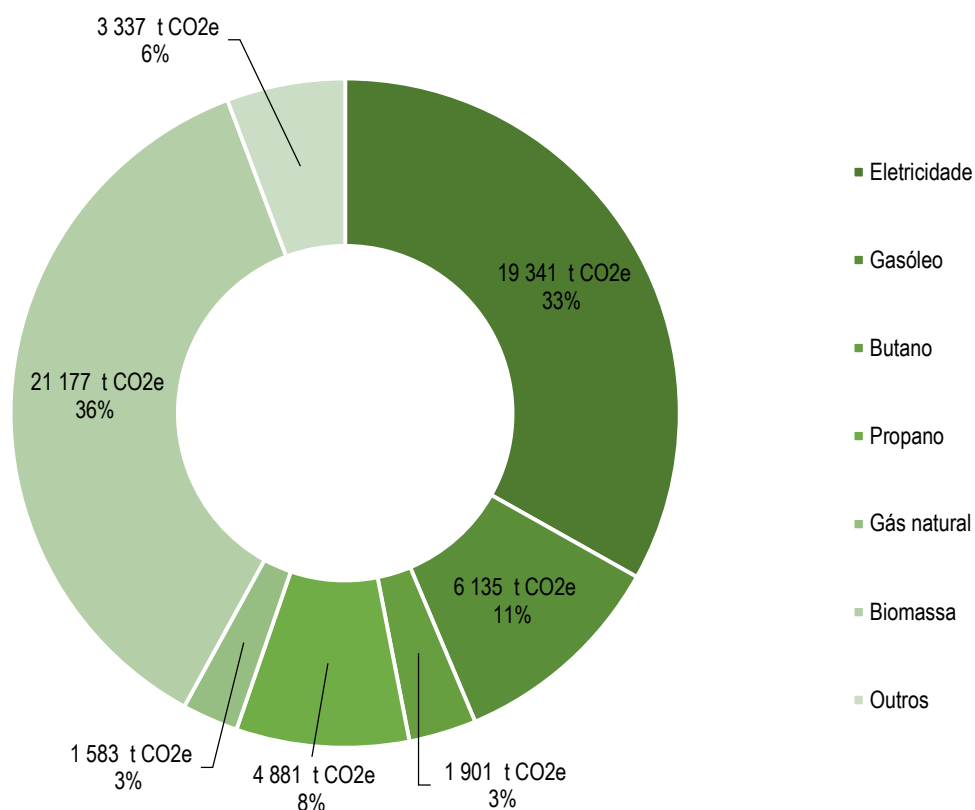


Figura 3. 12 – Emissões de usos estacionários de energia por vetor energético (2022)

Salienta-se que, em 2022, as emissões de GEE imputadas ao vetor energético da produção de eletricidade fornecida pela rede resultaram da valorização energética (biogás).

3.4.1.3.2. Transportes

O setor dos transportes abrange as emissões de GEE originadas em viagens rodoviárias. No ano de 2022, as emissões de GEE da responsabilidade do setor dos transportes no concelho de Ponte de Lima foram de 59526 t CO₂e, correspondendo a 26% das emissões totais do concelho.

O transporte rodoviário foi a fonte dominante de emissões de GEE do setor dos transportes.

As emissões do setor dos transportes na rodovia são quase todas de âmbito 1 e, residualmente, de âmbito 2.

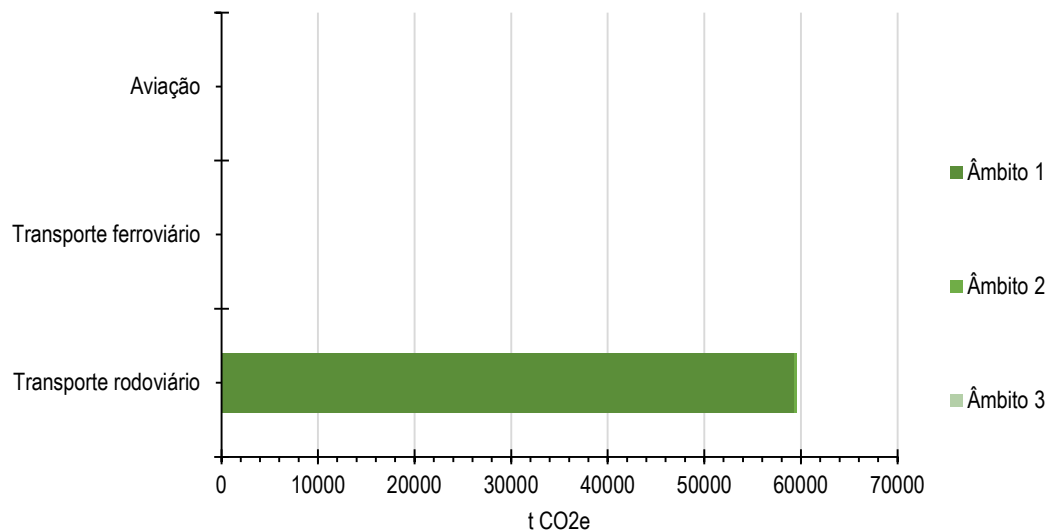


Figura 3. 13 – Emissões de GEE do setor dos transportes (2022)

No ano de 2022, as emissões de GEE do setor dos transportes no concelho de Ponte de Lima foram, na sua quase totalidade, de CO₂ (98,3%), existindo ainda pequenas emissões de N₂O (1,3%) e de CH₄ (0,4%).

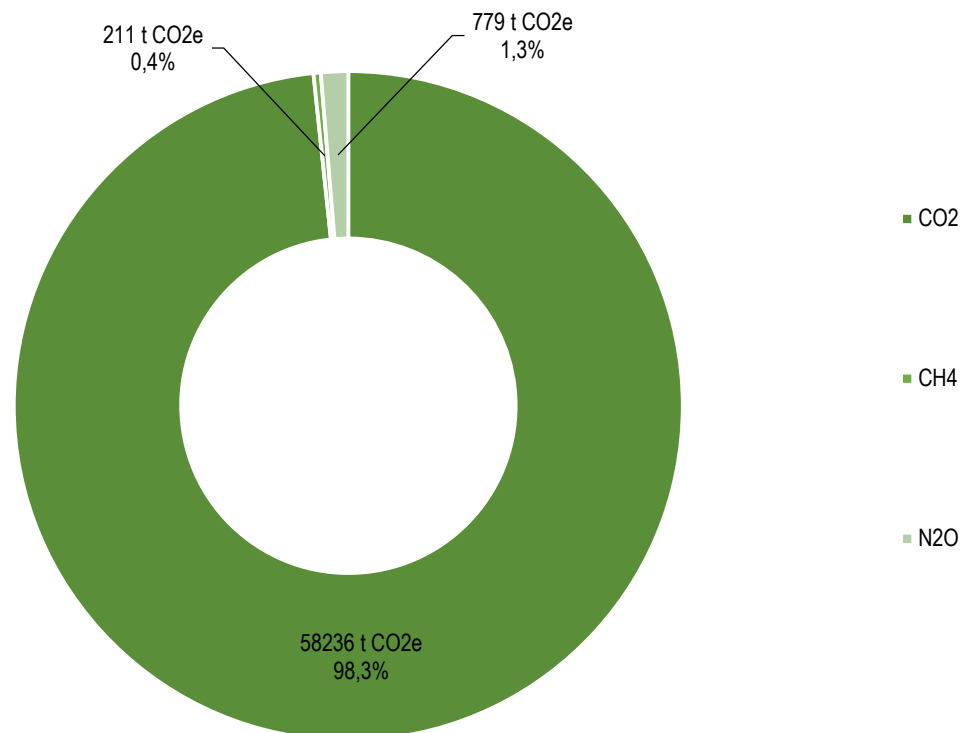


Figura 3. 14 – Emissões do setor dos transportes por tipo de GEE (2022)

Atendendo ao vetor energético, constata-se que, em 2022, as emissões de GEE do setor dos transportes no concelho Ponte de Lima foram essencialmente provenientes da combustão de gasóleo (80%) e

gasolinas de 95 e 98 octanas (17,0%), sendo que os restantes vetores energéticos (GPL auto, gás natural, uso de lubrificantes e eletricidade³) tiveram expressão residual.

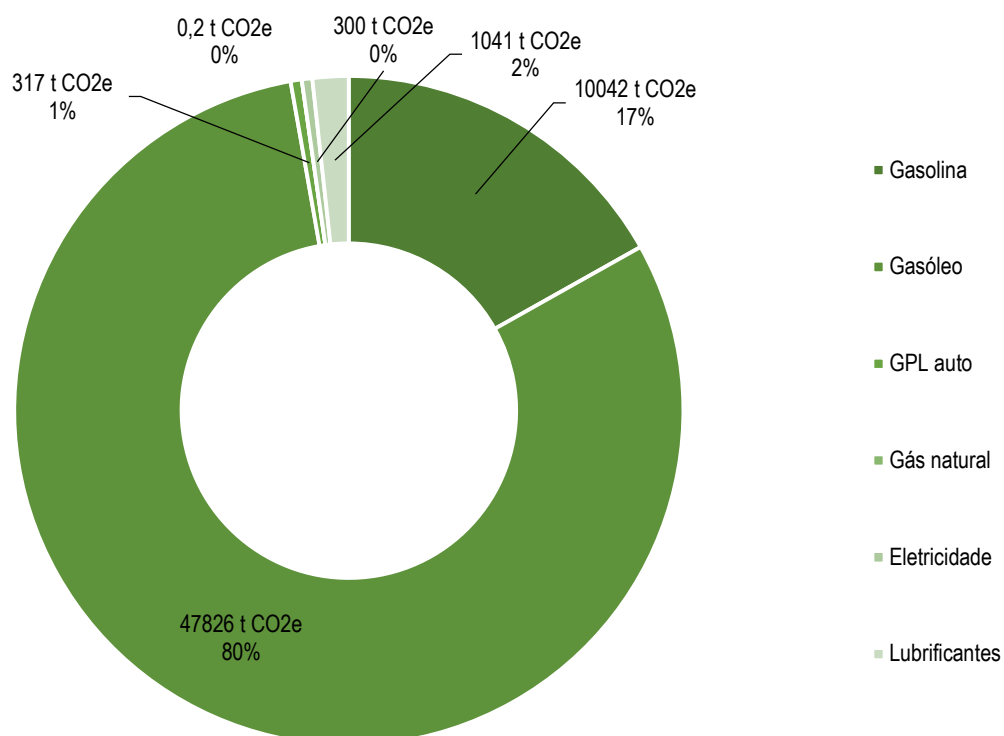


Figura 3. 15 – Emissões do setor dos transportes por tipo de GEE (2022)

3.4.1.3.3. Resíduos e águas residuais

As emissões de GEE deste setor têm origem nas operações de tratamento e eliminação de resíduos e de tratamento e descarga de águas residuais.

As emissões de GEE imputadas ao setor dos resíduos e águas residuais no concelho de Ponte de Lima foram de 16 736 t CO2e, em 2022, o correspondente a 7,4% das emissões totais registadas, sendo a maioria de âmbito 1 e o restante integrado no âmbito 3.

O subsetor das águas residuais foi responsável por 73,4% (12 292 t CO2e) das emissões deste setor, seguindo-se a eliminação de resíduos sólidos 26,4% (4 422 t CO2e) e os subsectores do tratamento biológico de resíduos 0,13% (22 t CO2e).

³ As emissões de GEE resultantes do consumo de eletricidade fornecida pela rede no setor dos transportes não consideram os carregamentos domésticos de veículos elétricos, estando as correspondentes emissões contabilizadas nos usos estacionários de energia.

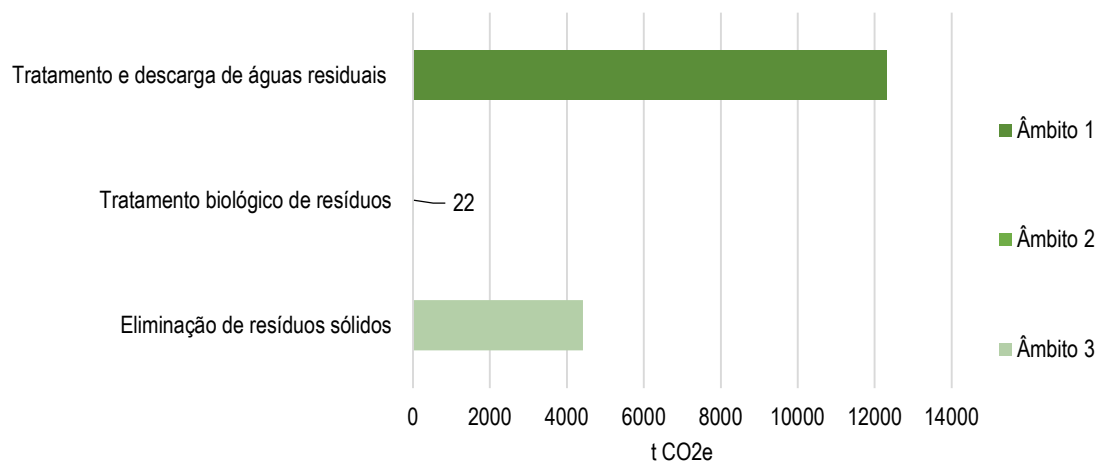


Figura 3. 16 – Emissões de GEE do setor dos resíduos e águas residuais (2022)

O perfil de emissões por tipo de gás do setor dos resíduos e águas residuais no concelho de Ponte de Lima, em 2022, era claramente dominado pelo CH₄ (94,6%), comportando ainda uma parcela de N₂O (5,33%).

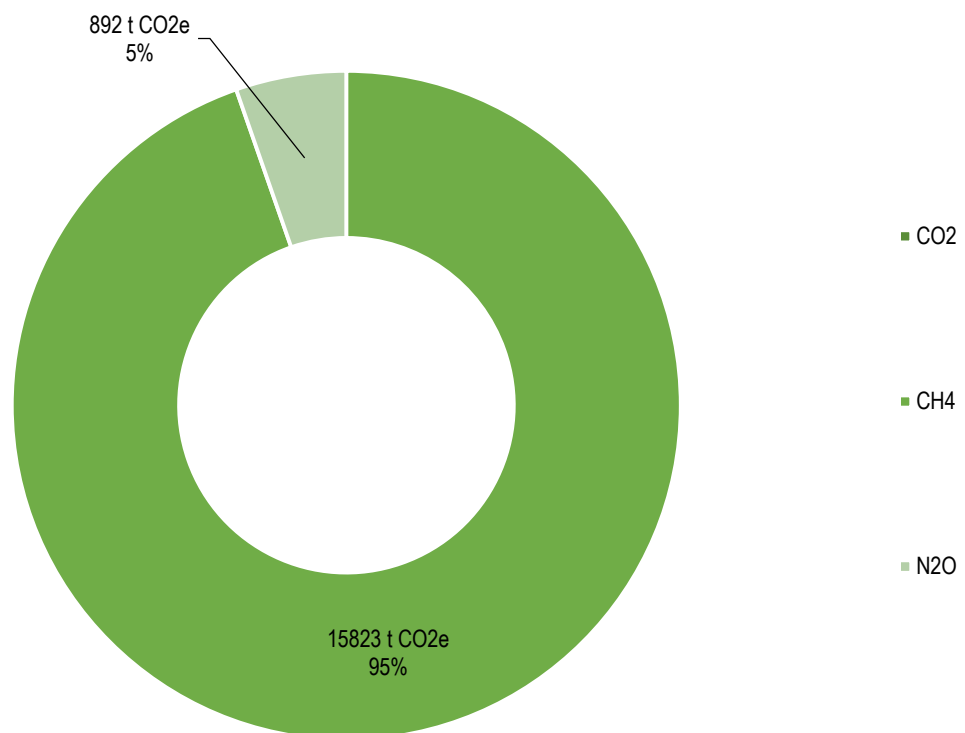


Figura 3. 17 – Emissões de GEE do setor dos resíduos e águas residuais (2022)

3.4.1.3.4. Processos industriais e uso de produtos

As emissões de GEE do setor de processos industriais e uso de produtos no concelho de Ponte de Lima não têm qualquer expressão no panorama das emissões do concelho.

3.4.1.3.5. Agricultura, florestas e outros usos do solo

As emissões de GEE do setor agricultura, florestas e outros usos do solo (AFOLU) têm origem na produção animal, no uso dos solos e na sua alteração de uso, bem como outras emissões agregadas, designadamente resultantes de incêndios florestais, da aplicação de fertilizantes e corretivos nos solos. Este setor integra ainda importantes sumidouros de carbono, como as florestas e matos.

Em 2022, as emissões do setor AFOLU, sem contabilizar o uso do solo, alteração de uso do solo e florestas (LULUCF), totalizaram cerca de 90814 t CO₂e, correspondendo a 40% das emissões totais no concelho de Ponte de Lima. A criação de gado, através da fermentação entérica e dos sistemas de gestão de estrumes, contribuiu para 64,2% (41521 t CO₂e) das emissões do setor e os restantes 35,7% (23053 t CO₂e) correspondem a outras emissões de fontes agregadas, designadamente, incêndios florestais, queima de resíduos agrícolas, aplicação de fertilizantes orgânicos e inorgânicos, incorporação de resíduos de culturas no solo, e emissões indiretas da gestão de estrume.

As emissões do setor AFOLU integraram unicamente o âmbito 1.

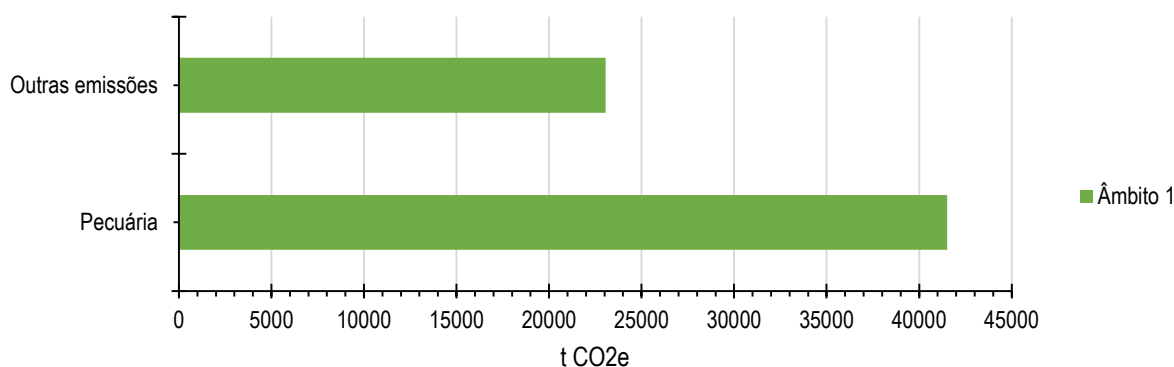


Figura 3. 18 - Emissões de GEE do setor AFOLU, sem LULUCF (2022)

No ano de 2022, as emissões de GEE do setor AFOLU, sem LULUCF, no concelho de Ponte de Lima foram 52% de CH₄, 42% de CO₂ e 6% de N₂O, conforme se mostra na Figura 3. 19.

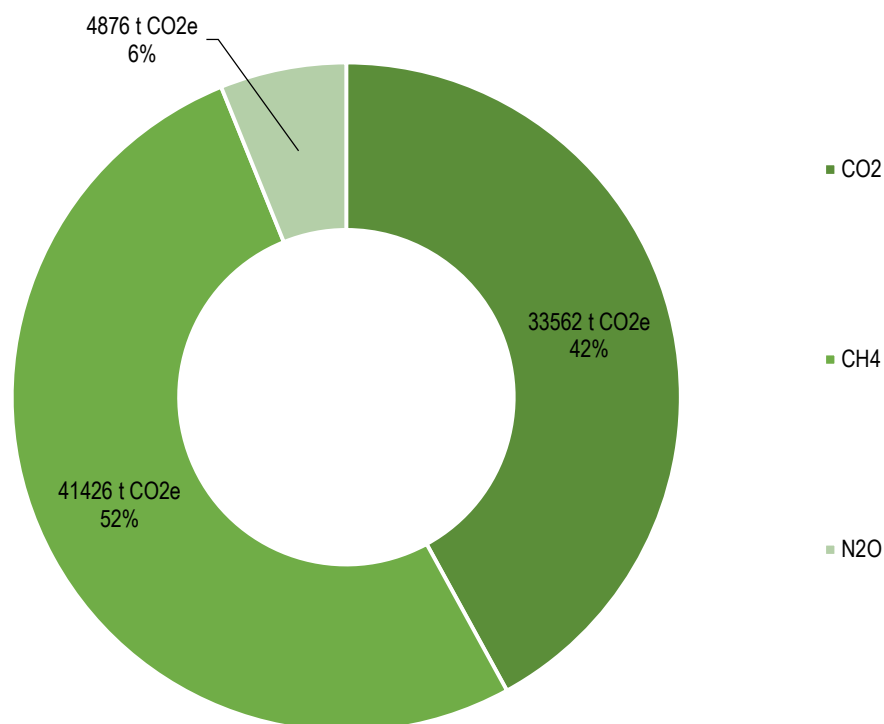


Figura 3. 19 – Emissões do setor AFOLU, sem LULUCF, por tipo de GEE (2022)

No ano de 2022, o balanço entre as emissões e as remoções de carbono da atmosfera do subsetor uso do solo, alteração de uso do solo e florestas (LULUCF) contribuiu para uma remoção efetiva de 345 574 t CO₂e no concelho de Ponte de Lima.

Consequentemente, no referido ano, o setor AFOLU (contabilizando o LULUCF) contribuiu em termos de emissões líquidas para a remoção de 254 760t CO₂e⁴.

3.4.2 Projeções de emissões de GEE

O conhecimento das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) é um importante instrumento de análise e apoio à tomada de decisão e, quando complementado com a elaboração de projeções de emissões, permite uma visão abrangente e prospetiva das possíveis trajetórias de desenvolvimento e seus impactes.

As estimativas de emissões ajudam na formulação de políticas e medidas para mitigar as alterações climáticas, permitindo identificar oportunidades e desafios, ponderar alternativas estratégicas e operacionais, e desenvolver políticas e investimentos mais eficazes e sustentáveis. As projeções de emissões contribuem, ainda, para aumentar a consciência cívica sobre os impactes das atividades humanas no clima global, alertando para a importância da ação, individual e coletiva, para reduzir as

⁴ A capacidade de sumidouro de carbono assegurada pela floresta é condicionada pelas perdas de biomassa viva, designadamente por corte de madeira. No presente inventário, face à ausência de informação relativa a cortes de madeira no concelho de Ponte de Lima, consideraram-se apenas as perdas de biomassa imputadas ao corte raso da área de floresta ardida no ano anterior (2020).

emissões de GEE. A partir do inventário de emissões de GEE realizado para o ano de referência (2022) foram elaboradas projeções de emissões para o concelho de Ponte de Lima no horizonte de 2050.

3.4.2.1. Cenários Socioeconómicos Prospetivos

Para a elaboração de projeções de emissões de GEE desenvolveram-se cenários de evolução socioeconómica alternativos formados com a quantificação e análise de indicadores biofísicos e socioeconómicos e propostas de metas e objetivos estratégicos setoriais que possam influir nas trajetórias de emissões, nomeadamente:

- i) Identificação das dinâmicas ou atividades contribuintes para as fontes de emissão ou de sequestro de GEE;
- ii) Análise sintética da situação atual, designadamente das forças motrizes (e.g., instrumentos de planeamento, políticas setoriais, investimentos estruturantes) dos setores geradores de maiores emissões ou remoções de GEE;
- iii) Identificação, quantificação e análise sintética de variáveis exógenas cuja evolução pode condicionar as emissões e a capacidade de sumidouro de GEE, nomeadamente indicadores demográficos e socioeconómicos, opções de políticas públicas, investimentos, avanços tecnológicos e preferências dos consumidores, que se perspetivam para o concelho e os setores abrangidos.

No final, formularam-se três cenários socioeconómicos para o concelho e horizonte de 2050 (um cenário de manutenção ou continuidade das tendências recentes das rotinas económicas e sociais - *business as usual*) e dois cenários extremos (um de estagnação económica e social, e outro caracterizado por uma alteração estrutural continua e significativa em contexto de desenvolvimento sustentável).

Quadro 3. 10 – Descrição dos cenários socioeconómicos prospetivos

C1 Estagnação	Considera a manutenção do essencial das estruturas de produção, dos padrões de mobilidade e dos hábitos de consumo, pouca inovação ou incremento de políticas de descarbonização, o que se traduz numa economia que perde competitividade, estagnando ou entrando em recessão, a par com um ligeiro declínio demográfico, fruto de um saldo natural tendencialmente negativo e da falta de capacidade para reter população ativa e atrair migrações.
C2 Crescimento Moderado	Prevê o crescimento moderado das rotinas económicas e sociais, com ligeiras alterações nas estruturas de produção, nos padrões de mobilidade e nos hábitos de consumo, com uma incorporação modesta de modelos de economia circular e de descarbonização no contexto das políticas já adotadas ou em vigor, e uma aposta comedida na inovação e na tecnologia, traduzindo-se numa economia com alguma competitividade e crescimento económico moderado, acompanhada por um tímido crescimento da população, em resultado de um saldo natural tendencialmente nulo e de um saldo migratório tendencialmente positivo.
C3 Desenvolvimento Inteligente	Caracteriza-se por uma alteração estrutural e transversal dos processos produtivos, na generalização de padrões de mobilidade sustentáveis e na mudança de estilo de vida, consubstanciada numa economia crescentemente inovadora, circular, descarbonizada e tecnológica, altamente competitiva, geradora de crescimento económico e promotora de atratividade do território, em termos que possibilitam um ligeiro crescimento demográfico, por via um saldo natural tendencialmente positivo e do reforço do saldo migratório.

A cenarização dividiu-se em seis subperíodos (2022-2025, 2026-2030, 2031-2035, 2036-2040, 2041-2045 e 2046-2050) considerando-se para cada cenário, os seguintes indicadores:

- População residente;
- Produto Interno Bruto (PIB);
- Estrutura do Valor Acrescentado Bruto (VAB);
- Consumos estacionários de energia;
- Transportes;
- Produção e tratamento de resíduos;
- Estrutura da ocupação do solo.

As projeções consideradas para a elaboração dos indicadores e trajetórias de emissões de GEE apresentam-se estimados ou modelados para cada subperíodo (**Anexo All**).

3.4.2.2. Projeções de Emissões de GEE

No Quadro 3.11 apresentam-se as projeções de emissões de GEE no concelho de Ponte de Lima, por setor e por cenário, até 2050.

Quadro 3.11 – Projeções de emissões de GEE para o concelho de Ponte de Lima até 2050

Setores	Inventário 2022	Cenário	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Energia Estacionário e Processos Industriais	59850	C1	59797	57664	56118	54637	52858	51105
		C2	58174	56572	54583	52381	52175	47384
		C3	57496	53740	49324	45372	45089	37288
Transportes	59526	C1	57887	57011	55068	53175	50182	47319
		C2	54474	50951	47619	44135	40407	36558
		C3	50782	45840	38399	30585	26222	21764
Resíduos e Águas Residuais	16736	C1	16568	16292	15968	15650	15226	14893
		C2	16679	16585	16271	16021	15520	15102
		C3	16603	16240	15571	14740	13806	12919
Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo*	-254760	C1	-263212	-261620	-260037	-258461	-256893	-255332
		C2	-264651	-265453	-267063	-268680	-271938	-275228
		C3	-268991	-277185	-290709	-304781	-323161	-342478
Emissões Totais Líquidas	-118648	C1	-128961	-130653	-132883	-134999	-138627	-142015
		C2	-135324	-141345	-148589	-156143	-163836	-176184
		C3	-144110	-161365	-187415	-214084	-238044	-270507
Uso de Solo, Alterações de Uso de Solo e Florestas	-345574	C1	-350414	-348717	-347029	-345349	-343678	-342015
		C2	-351947	-352802	-354518	-356241	-359714	-363221
		C3	-356573	-365307	-379722	-394722	-414313	-434903
Emissões Totais	226926	C1	221453	218064	214146	210351	205051	200000
		C2	216623	211457	205928	200098	195878	187037
		C3	212463	203942	192307	180638	176269	164396

*Valor proveniente da diferença entre as emissões do setor AFOLU (90 814 t CO₂e) com o sequestro estimado para o concelho de Ponte de Lima (345 574 t CO₂e)

A Figura 3. 20 representa as trajetórias modeladas das emissões totais de GEE, com e sem LULUCF, no concelho de Ponte de Lima, para o período de cenarização.

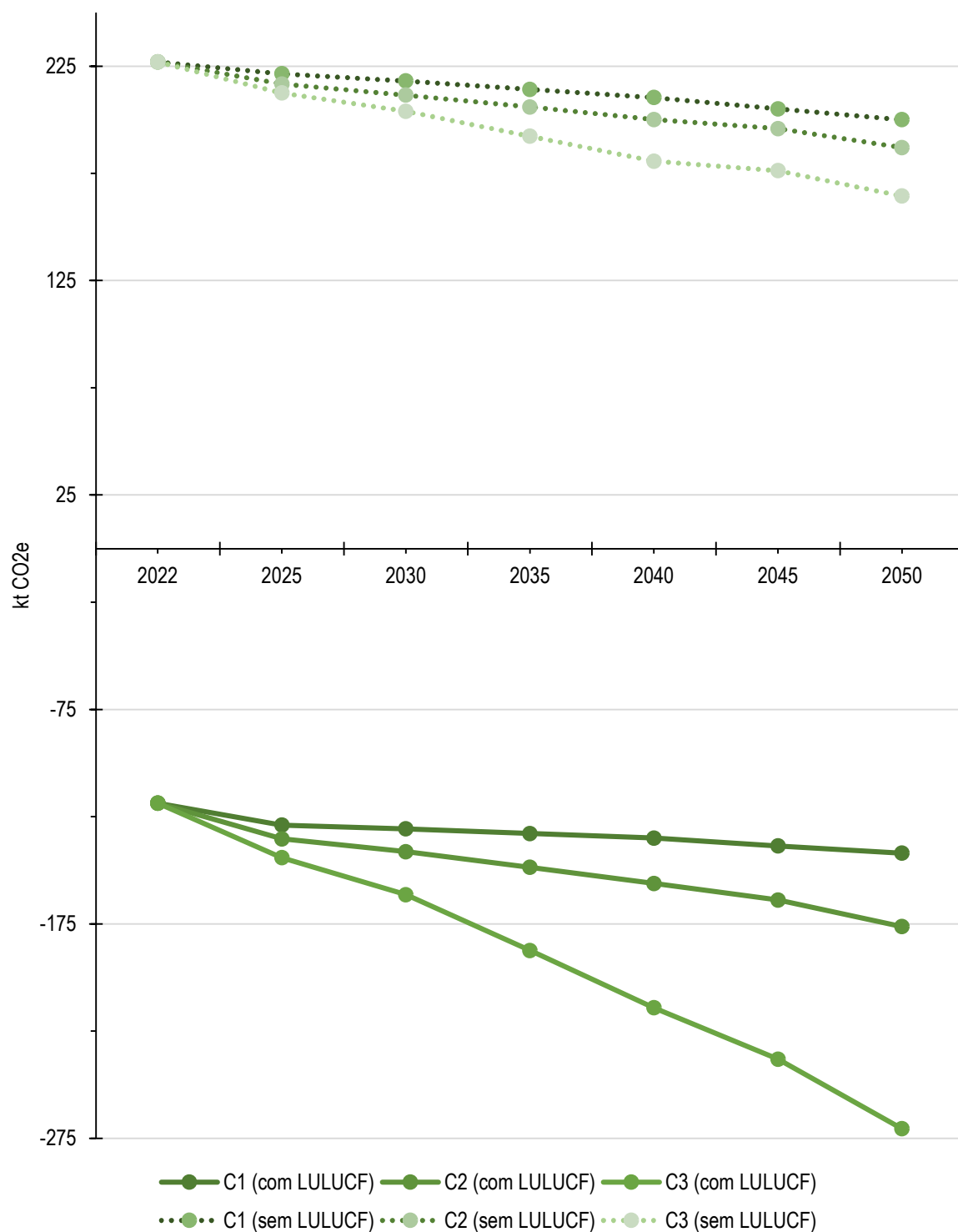


Figura 3. 20 – Trajetórias de emissões de GEE para o concelho de Ponte de Lima

Por sua vez, a Figura 3. 21 ilustra os contributos dos diversos setores para as trajetórias de emissões de GEE no concelho de Ponte de Lima.

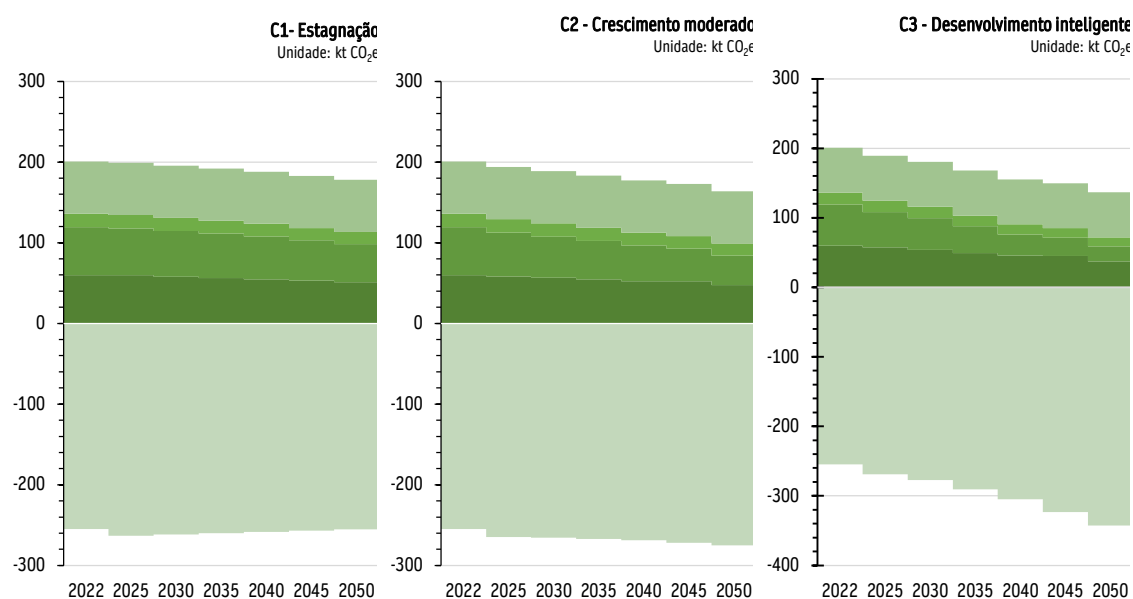


Figura 3. 21 - Contribuição por setor para as trajetórias de emissões de GEE no concelho de Ponte de Lima

Em todos os cenários identificam-se trajetórias de redução das emissões de GEE no concelho de Ponte de Lima, bastante mais acentuadas em C3 do que em C1 e C2. Do exercício efetuado resulta evidente que os processos de descarbonização do transporte rodoviário e de redução da intensidade carbónica da produção de energia elétrica, com a consequente diminuição do uso de combustíveis fósseis, têm impacto significativo nas trajetórias modeladas, em todos os cenários, conferindo especial relevância aos setores Transporte e Energia.

O contributo do setor dos resíduos e águas residuais não apresenta alterações significativas nas trajetórias modeladas para a generalidade dos cenários, representando um ligeiro aumento das emissões no cenário C2, por efeito do projetado aumento da população residente. O setor AFOLU é o menos expressivo em termos de emissões brutas de GEE no concelho de Ponte de Lima, apresentando emissões líquidas negativas, pelo contributo do subsector LULUCF, situação que se mantém ao longo de todo o período de cenarização, embora com trajetórias distintas os diversos cenários, ou seja, com tendência de diminuição da capacidade de remoção nos cenários C1 e C2 (mais acentuada em C2) e de incremento da mesma no cenário C3.

As trajetórias de emissões de GEE são muito semelhantes nos cenários C1 e C2, embora conformadas por fatores substancialmente distintos. A evolução das emissões no cenário C1 é, no essencial, condicionada pela redução da população residente, pela ligeira recessão da atividade económica e, sobretudo, pelos de descarbonização do transporte rodoviário, considerando, designadamente, o disposto na Lei de Bases do Clima quanto ao fim da comercialização em Portugal de novos veículos ligeiros movidos exclusivamente a combustíveis fósseis. Já a trajetória das emissões no cenário C2 é moldada pelas estratégias e políticas de sustentabilidade em vigor, com enfoque para a descarbonização do transporte rodoviário, o que permite reduzir, embora modestamente, as emissões líquidas de GEE, mesmo em contexto de aumento ligeiro da população residente e de evolução positiva dos indicadores macroeconómicos.

A cenarização efetuada permite concluir, com segurança, e conforme evidencia o cenário C3, que um efetivo processo de descarbonização não pode deixar de estar associado à intensificação e generalização

de políticas de sustentabilidade, de inovação social e a uma reconfiguração tecnológica, que assegurem a competitividade e a sustentabilidade futura em setores críticos, como a energia, a mobilidade, os recursos hídricos, o uso dos solos, as florestas e a biodiversidade. A ação climática é, assim, uma oportunidade para a dinamização de territórios de qualidade ambiental, científica e tecnológica, com capacidade para fixar pessoas e atrair movimentos migratórios, gerando um efetivo desenvolvimento e riqueza económica.

4. CENARIZAÇÃO CLIMÁTICA E DESAFIOS CLIMÁTICOS

Os modelos climáticos são ferramentas computacionais capazes de representar os feedbacks entre os diferentes constituintes dos sistemas climáticos (IPCC, 2010) e são distinguidos em modelos globais de clima (GCM), que geram projeções para toda a superfície terrestre, e modelos climáticos regionais (RCM) que geram projeções climáticas à escala regional. A coleção de projeções GCM e RCM (denominado de modelo Ensemble) permite analisar numa única projeção as condições iniciais e as diferentes evoluções do sistema, criando uma maior multiplicidade de cenários considerados, padronizando as incertezas e erros associados (IPCC, 2013). O espaço temporal das projeções climáticas utilizadas compreende um período passado e três períodos futuros: 2011-2040, 2041-2070, e 2071-2100.

Por forma a facilitar o acesso e interpretação da informação, resultante de processos de modelação, foram analisadas projeções de um modelo Ensemble de duas fontes open source (Quadro 3.5). A primeira fonte é o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) que, através da plataforma web Portal do CLima no sítio <http://portaldoclima.pt/pt/>, torna acessível um conjunto de simulações do projeto *EURO-CORDEX: Coordinated Downscaling Experiment – European Domain*, da iniciativa da *World Climate Research Programme*. A informação disponibilizada possibilita a desagregação até ao nível NUTS III e permite o estudo da evolução climática de diversas variáveis para diferentes períodos de tempo e vários índices (ex. índice de seca e índice climático de risco de incêndio).

Quadro 4.1 - Modelos e cenarização climática

Modelos e cenarização climática	
Modelos utilizados	Modelo 1: ENSEMBLE, disponibilizado pelo Portal do cLima, IPMA - modelo regionalizado a partir de CLMcom-CCLM 4-8-17, DMI-HIRHAM 5, KNMI-RACMO22E, SMHI-RCA4; Modelo 2: ENSEMBLE, disponibilizado pela CLimateEU - Modelo regionalizado a partir da média de 15 modelos: anESM2, ACCESS1.0, IPSL-CM5A-MR, MIROC5, MPI-ESM-LR, CCSM4, HadGEM2-ES, CNRM-CM5, CSIRO Mk 3.6, GFDL-CM3, INM-CM4, MRI-CGCM3, MIROC-ESM, CESM1-CAM5, GISSER2R
Resolução espacial	Modelo 1: grelha de ≈ 20 km Modelo 2: grelha de ≈ 1 km
Formato dos ficheiros	Modelo 1: NetCDF Modelo 2: Raster
Projeções	RCP4.5 e RCP8.5
Espaço temporal analisado	Modelo 1: 200-1970; Modelo 2: 1960-1990 [Presente] 2041-2070 (meio do século) [2050]; 2071-2100 (final do século)

Para as diversas variáveis climática foram calculadas médias mensais, sazonais e anuais, assim como alguns indicadores relativos (Quadro 4.2).

Quadro 4.2 - Análise de parâmetros, indicadores e índices climáticos.

Variáveis	Parâmetros, indicadores e índices
Temperatura	Temperaturas médias, mínimas e máximas anuais e sazonais, na relação com as amplitudes e anomalias expectáveis para os diferentes cenários e datas, incluindo a probabilidade de ocorrência de geada, ondas de frio e calor na relação com o somatório/absorção de graus-dia com uma temperatura inferior a 0°C e superior a 18 e 35°C. Neste ponto analisam-se ainda o número de dias muito quentes ($\leq 35^\circ\text{C}$) e o número de noites tropicais ($\leq 20^\circ\text{C}$)

Precipitação	Precipitação média, mínima e máxima anual e sazonal (em particular os eventos extremos) associada a formas de precipitação, neve e humidade relativa do ar
Radiação	Radiação solar na relação com os restantes parâmetros e os índices de referência, a evapotranspiração associada ao défice de humidade e ao índice de seca
Vento	Alterações da intensidade, velocidade e direção do vento a diferentes alturas (10 e 30m), associadas ao clima e influência sobre aspetos como tempestades e produção de energia

4.1. Identificação de impactes climáticos

A identificação de impactes climáticos desenvolveu-se considerando:

- i) o levantamento de eventos climáticos e ocorrências desencadeadas registadas por órgãos de comunicação social nacionais ou entidades municipais e nacionais, por forma a identificar os principais impactes que atingiram o concelho na última década e a análise de variáveis climáticas, resultantes de projeções, a fim de identificar e quantificar alterações mensais, sazonais e anuais;
- ii) os padrões médios de temperatura (mínima, média e máxima), na precipitação (acumulada), na velocidade do vento (máxima) e indicadores de eventos extremos através da identificação dos principais impactes causados por fenómenos meteorológicos para o Cávado, bem como as ameaças e oportunidades que implicam o desenvolvimento de um perfil de impactes climáticos locais (Dias et al., 2016) (Quadro 4.3).

Quadro 4.3 - Análise de parâmetros, indicadores e índices climáticos

Variáveis	Parâmetros, indicadores e índices
Temperatura	Temperaturas médias, mínimas e máximas anuais e sazonais, na relação com as amplitudes e anomalias expectáveis para os diferentes cenários e datas, incluindo a probabilidade de ocorrência de geada, ondas de frio e calor na relação com o somatório/absorção de graus-dia com uma temperatura inferior a 0°C e superior a 18 e 35°C. Neste ponto analisam-se ainda o número de dias muito quentes ($\leq 35^{\circ}\text{C}$) e o número de noites tropicais ($\leq 20^{\circ}\text{C}$)
Precipitação	Precipitação média, mínima e máxima anual e sazonal (em particular os eventos extremos) associada a formas de precipitação, neve e humidade relativa do ar
Radiação	Radiação solar na relação com os restantes parâmetros e os índices de referência, a evapotranspiração associada ao défice de humidade e ao índice de seca
Vento	Alterações da intensidade, velocidade e direção do vento a diferentes alturas (10 e 30m), associadas ao clima e influência sobre aspetos como tempestades e produção de energia

4.2. Identificação de impactes climáticos

A identificação de impactes climáticos desenvolveu-se considerando:

- i) o levantamento de eventos climáticos e ocorrências desencadeadas registadas por órgãos de comunicação social nacionais ou entidades municipais e nacionais, por forma a identificar os principais impactes que atingiram o concelho na última década e a análise de variáveis climáticas, resultantes de projeções, a fim de identificar e quantificar alterações mensais, sazonais e anuais;
- ii) os padrões médios de temperatura (mínima, média e máxima), na precipitação (acumulada), na velocidade do vento (máxima) e indicadores de eventos extremos através da identificação dos principais impactes causados por fenómenos meteorológicos para o Cávado, bem como as ameaças e oportunidades que implicam o desenvolvimento de um perfil de impactes climáticos locais (Dias et al., 2016) (Quadro 4.4).

Quadro 4.4 - Identificação de impactes

	Impactes
01	Eventos climáticos (diretos e indiretos) que possam afetar a região, com base nas projeções climáticas
02	Descrição dos principais impactes das alterações climáticas tanto em termos de impactes negativos (ameaças), como positivos (oportunidades)
03	Levantamento e avaliação dos riscos climáticos, bem como a sua propensão de agravamento ou desagravamento
04	Identificação dos riscos não climáticos e respetiva relação com riscos climáticos
05	Incertezas associadas às projeções climáticas (cenários climáticos) e a sua influência na tomada de decisão na adaptação

O Plano Distrital de Emergência e Proteção Civil do distrito de Braga (PDEPC, 2016) na relação com os Planos Municipais de Emergência e Proteção Civil identificam os riscos possíveis na região que se relacionam com os riscos naturais, tecnológicos e mistos onde se incluem a meteorologia, a hidrologia e a geodinâmica interna e externa (Quadro 4.5).

Quadro 4.5 - Riscos naturais, tecnológicos e mistos

	Designação	Ocorrência
Riscos Naturais	Meteorologia adversa	Furacões, nevões, ondas de calor, vagas de frio e seca
	Hidrologia	Inundações e galgamentos dos rios e ribeiras
	Geodinâmica interna	Sismos
	Geodinâmica externa	Movimentos de massa em vertentes
Riscos Tecnológicos	Acidentes graves de transporte	Rodoviários, aéreos e transporte terrestre de mercadorias perigosas
	Infraestruturas	Acidentes em infraestruturas, incêndios urbanos e colapso de pontes e infraestruturas
	Indústria e comércio	Afetação da atividade industrial e comercial, derrame de substâncias perigosas, colapso de edifícios
Riscos Mistos	Atmosféricos	Incêndios florestais
	Estruturais	Rutura de condutas e reservatórios de água

4.3. Vulnerabilidades e capacidade adaptativa

A vulnerabilidade consiste na predisposição que determinado sistema tem para sofrer impactes negativos e tem em linha de conta o grau de:

- i) exposição;
- ii) suscetibilidade;
- iii) severidade;
- iv) capacidade para lidar com as adversidades;
- v) capacidade de adaptação.

De todos os componentes que a caracterizam, a exposição é o único diretamente ligado aos parâmetros climáticos, ou seja, à magnitude do evento, às suas características e à variabilidade existente nas diferentes ocorrências. Os fatores de exposição incluem temperatura, a precipitação, a evapotranspiração e o balanço hidrológico, bem como os eventos extremos associados, nomeadamente chuva intensa ou torrencial e secas meteorológicas (Dias et al, 2016). A ocorrência de modificações nestes fatores poderá aumentar o nível de stress a que o sistema está exposto (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

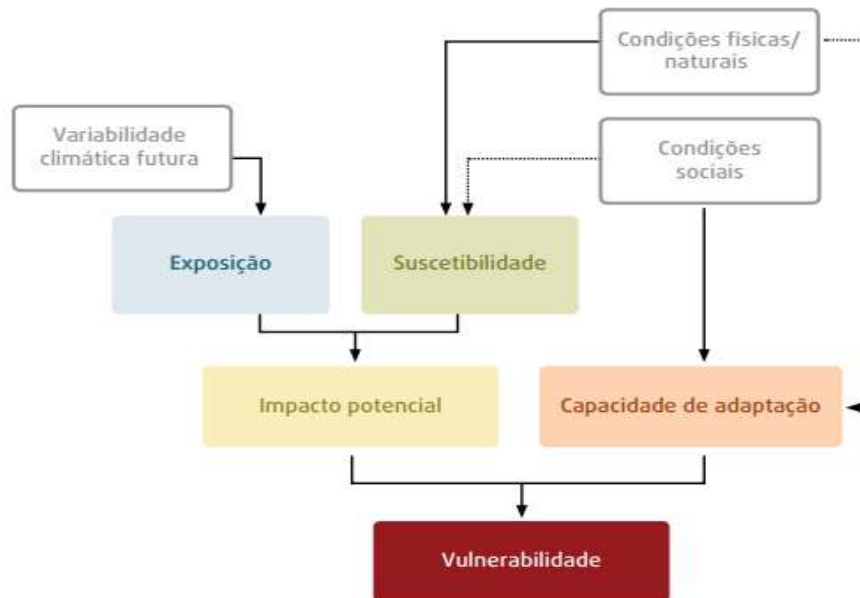


Figura 4.1 - Esquema do processo de análise de vulnerabilidades (adapt. de Fritzsche et al., 2014)

O processo de identificação dos principais impactes para o Cávado apresenta uma oportunidade para a elaboração de uma matriz de risco que sirva de base de apoio à tomada racional de decisões em adaptação. A avaliação de risco considera a frequência da ocorrência de um evento climático e a magnitude dos impactes diretos e indiretos. Para o efeito, foi avaliada entre '1' (baixa frequência) e '3' (alta frequência) por forma a caracterizar qualitativamente a frequência de um evento climático associado a um determinado impacte.

Para a magnitude das consequências de cada impacte foi atribuído um valor entre '1' (baixa consequência) e '3' (alta consequência), de forma a ser avaliada qualitativamente a magnitude da consequência dos impactes. A multiplicação dos fatores origina uma matriz onde os eventos climáticos que ocorrem com maior frequência e que terão consequências mais graves serão considerados impactes de prioridade elevada e de maior risco, e os eventos com baixa frequência e com baixa consequências dos impactes serão considerados impactes de baixa prioridade e de menor risco ([Figura 4.2](#)[Figura 4.2](#)).

Frequência de ocorrência do evento	Alta	3	6	Maior risco 9 Prioridade elevada
	Média	2	4	6
	Baixa	Menor risco 1 Prioridade baixa	2	3
		Baixa	Média	Alta
		Consequência do impacto		

Figura 4.2 - Matriz de risco (Fonte: Adaptado de CLimadaPT.Local, ISBN: 978-989-99084-9-9 (2016))

As vulnerabilidades territoriais encontram-se intrinsecamente ligadas a processos de humanização através de ações de impermeabilização do solo, ocupação de áreas vulneráveis do território, gestão deficiente dos recursos hídricos, abandono dos espaços florestais, e ainda a fatores sociais como rendimento, habilitações literárias e o peso das faixas etárias presentes no território (Santos et al., 2006). O Programa Nacional para o Ordenamento do Território (PNOT), sintetiza um conjunto de tendências, impactes e vulnerabilidades comuns a nível nacional onde se cruzam as mudanças climáticas com os potenciais impactes.

No entanto, é provável que os riscos climáticos sofram alterações na sua periodicidade e magnitude ao longo do tempo e que potenciem processos, riscos e mesmo diversos impactes com características não climáticas. O processo de tomada de decisão deve levar em conta a necessidade de reanálise da matriz de risco (Dias et al., 2016). Assim, é importante proceder ao levantamento e classificação dos riscos e fatores que os potenciem e promovam através da troca de dados entre as entidades locais para a criação de bases de dados pertinentes para a avaliação dos diversos riscos identificados (Alonso et al., 2014).

4.4. Síntese das alterações climáticas projetadas até ao final do século

As alterações climáticas não são fenómenos com manifestação potencial futura uma vez que os dados que o clima atual já apresenta diferenças face ao passado recente. Em ambos os modelos utilizados, existe um padrão claro de alteração climática em Ponte de Lima sendo esperado que no futuro o território seja, mais quente (com subida da temperatura média até ao final do século) mais propenso a fenómenos de seca e a ondas de calor, com concentração das chuvas nos meses de inverno. As tendências esperadas para o clima ao longo do século e as alterações projetadas nas variáveis climáticas estudadas para o RCP 4.5 e RCP 8.5 encontram-se sintetizadas no Quadro 4.6.

Quadro 4.6 - Síntese de principais tendências e projeções climáticas até ao final do século.

Tendências	Alterações Projetadas
Aumento da temperatura média anual e máxima (em especial das temperaturas mínimas) bem como a ocorrência de ondas de calor e, aumento das amplitudes térmicas mensais e diárias, com diminuição de períodos de geadas e ondas de frio.	Subida da temperatura média até ao final do século. Aumento da temperatura máxima até ao final do século. Diminuição do número de dias e do período com temperaturas inferiores a 0°C. Aumento do número de dias consecutivos muito quentes ($\geq 35^{\circ}\text{C}$) e noites tropicais ($\geq 20^{\circ}\text{C}$). Aumento da amplitude térmica mensais e diárias nas estações de verão e outono em especial nas zonas de montanha.
Diminuição média anual da precipitação até ao final do século e concentração das precipitações no Inverno e menores períodos.	Redução da precipitação média durante os períodos de verão e outono. Diminuição da precipitação sobre a forma de neve. Ocorrência de episódios de forte precipitação e aumento do número de dias com muita chuva no inverno. Tendência de descida da humidade relativa, em especial no verão.
Ligeiro aumento da radiação em particular nos meses de verão. Aumento da evapotranspiração. Aumento do défice hídrico.	Aumento da evapotranspiração e do défice hídrico global com ênfase nas zonas interiores do território. Aumento das necessidades hídricas.
Maior intensidade média do vento estabilizando nas zonas de vale do território e aumentando progressivamente nas zonas interiores de montanha. Diminuição e aumento da amplitude da velocidade do vento a 10 m e 30 m.	Para a intensidade do vento a 10 e 30 m não são expectadas grandes alterações (o padrão de intensidades na sua generalidade mantém-se até sendo expectável uma ligeira diminuição mais evidenciada no RCP 8.5 num segundo momento (2070-2100)). Observa-se uma ligeira tendência de aumento dos dias sem vento para ambos os RCP. O número de dias com ventos muito fortes não sugere grandes alterações em relação a média anual de referência.
Aumento dos fenómenos extremos de temperatura, precipitação, de fortes episódios de vento, ondas de calor e frio, secas e cheias	Aumento dos fenómenos extremos em particular de precipitação muito intensa. Aumento da periodicidade e severidade das ondas de calor. Aumento da ocorrência de tempestades de Inverno acompanhados de chuva e vento forte.

4.4.1. Cénarização da temperatura média

Os resultados da cenarização climática indicam uma clara tendência de aumento da temperatura em Ponte de Lima em todos os cenários analisados. Este aumento é especialmente evidente no cenário RCP 8.5, que projeta um crescimento significativo da temperatura média anual até ao final do século XXI. No cenário RCP 4.5, a temperatura média anual apresenta anomalias entre 1,7 °C e 2,3 °C para o período 2041-2070 e entre 2,1 °C e 2,3 °C para 2071-2100. No cenário RCP 8.5, as anomalias são mais acentuadas, variando de 2,3 °C a 3,6 °C no período 2041-2070 e chegando até 3,8 °C no período 2071-2100. Estes valores

refletem um aquecimento significativo, com maior impacto nos meses mais quentes, como julho e agosto, onde a temperatura pode subir até 4,9 °C.

As projeções mostram alterações significativas nas quatro estações do ano. O verão e o outono são as estações mais afetadas, com subidas de temperatura de até 5,2 °C no verão e 4,6 °C no outono no cenário RCP 8.5 para o período 2071-2100. As temperaturas de inverno e primavera também aumentam, mas com intensidade menor, situando-se entre 1,3 °C e 3,3 °C dependendo do cenário. Este aumento das temperaturas pode ter consequências significativas para o concelho, incluindo maior frequência de ondas de calor, com impacto na saúde pública e nos ecossistemas, alterações nos padrões de precipitação, afetando a disponibilidade de recursos hídricos, e impactos na agricultura, devido às alterações no ciclo das culturas e à maior ocorrência de períodos de seca. A cenarização climática sublinha a necessidade de medidas de adaptação para mitigar os efeitos do aumento das temperaturas em Ponte de Lima. Estas projeções fornecem informações cruciais para o planeamento e gestão do território, assegurando a resiliência e sustentabilidade do concelho face às alterações climáticas.

4.4.2. Cenarização da amplitude térmica

A cenarização climática para Ponte de Lima evidencia uma tendência de aumento na amplitude térmica anual, que reflete a diferença entre as temperaturas médias do mês mais quente e do mais frio. Este fenómeno é mais pronunciado em regiões de maior altitude e está associado ao impacto das alterações climáticas em todos os cenários analisados.

Os cenários climáticos projetam um aumento médio da amplitude térmica anual até ao final do século. No cenário RCP 4.5, verifica-se um aumento de 1,3 °C para a amplitude máxima e de 1,2 °C para a mínima. No cenário RCP 8.5, este aumento é mais acentuado, chegando a 2,2 °C para a amplitude máxima e 1,9 °C para a mínima. Este crescimento traduz-se num maior contraste entre os períodos mais quentes e os mais frios do ano, particularmente em áreas montanhosas.

A amplitude térmica diária também apresenta uma tendência de aumento ao longo do tempo. Até ao final do século, a amplitude diária pode alcançar os 8 °C em média. No verão, julho destaca-se como o mês com maior variação térmica diária, podendo atingir 12 °C no cenário RCP 8.5. Estes valores refletem um aquecimento mais intenso durante o dia, seguido por uma descida mais acentuada das temperaturas à noite.

As projeções indicam uma redução significativa no número de dias com geada. No cenário RCP 8.5, o período de geadas torna-se quase inexistente até ao final do século, em comparação com os registos históricos de 1970-2000. Este fenómeno está relacionado com o aumento generalizado das temperaturas médias, que reduz as condições para a formação de geada.

As alterações na amplitude térmica em Ponte de Lima apontam para um aumento do contraste térmico, tanto em escala anual como diária. Estas mudanças podem influenciar diversos aspetos do território, como os padrões de conforto térmico, a biodiversidade e a agricultura. A redução do período de geadas é outro indicador das mudanças climáticas em curso, exigindo medidas de adaptação para minimizar os impactos na comunidade e nos ecossistemas locais.

4.4.3. Cenarização do número consecutivo de dias muito frios

A cenarização climática em Ponte de Lima projeta uma redução significativa no número de dias consecutivos com temperaturas inferiores a 7 °C, considerados como dias muito frios. Esta diminuição é observada em ambos os cenários climáticos analisados, RCP 4.5 e RCP 8.5, refletindo os impactos do aquecimento global.

No cenário RCP 4.5, a redução no número de dias muito frios ronda os 30 a 40%. Já no cenário RCP 8.5, mais severo, esta quebra é ainda mais acentuada, situando-se entre 50 e 65%. Estes valores demonstram uma tendência clara de diminuição dos períodos de frio intenso ao longo do século XXI.

Estas mudanças podem ter implicações relevantes para o território de Ponte de Lima, nomeadamente na biodiversidade, nos ciclos agrícolas e nas condições de conforto térmico das populações. A redução de dias muito frios pode beneficiar alguns setores, mas também representa desafios, como a maior vulnerabilidade a pragas e alterações nos ecossistemas naturais.

4.4.4. Cenarização do número de dias em onda de frio

As ondas de frio, definidas como períodos prolongados de temperaturas significativamente abaixo da média, estão em claro declínio nos cenários climáticos projetados para Ponte de Lima. No cenário RCP 4.5, observa-se uma redução moderada no número de dias em onda de frio, refletindo o impacto de políticas climáticas que visam limitar o aquecimento global. No entanto, no cenário RCP 8.5, caracterizado por altas emissões e ausência de medidas mitigadoras, a redução é mais drástica. Este fenómeno quase desaparece até ao final do século, o que evidencia a influência direta do aquecimento global na redução de extremos climáticos frios. Esta diminuição pode ter repercussões significativas em aspetos ecológicos, como o controlo de pragas que dependem de condições de frio intenso para limitar a sua reprodução.

4.4.5. Cenarização do número de dias com temperaturas superiores a 35 °C

O aumento do número de dias com temperaturas superiores a 35 °C é uma das tendências mais marcantes das projeções climáticas para Ponte de Lima. No cenário RCP 4.5, o incremento médio anual é de 4 a 5 dias, enquanto no cenário RCP 8.5 este valor pode chegar a 25 dias. Este aumento é particularmente acentuado durante o verão e o início do outono, indicando uma intensificação das condições de calor extremo. Além disso, as ondas de calor, períodos prolongados de temperaturas excecionalmente altas, tornam-se mais frequentes e duradouras. No cenário RCP 8.5, estas podem aumentar até 16 dias por ano, representando desafios significativos para a saúde pública, a agricultura e a biodiversidade, bem como para a gestão dos recursos hídricos no concelho.

4.4.6. Cenarização do somatório do índice de absorção de graus-dias 5 °C

O índice de graus-dia, que mede a acumulação de temperaturas acima de 5 °C ao longo do ano, é um indicador crucial para avaliar o impacto das alterações climáticas na agricultura. Em Ponte de Lima, este índice apresenta um aumento significativo, refletindo o prolongamento dos períodos quentes e a aceleração dos ciclos fenológicos das culturas. No cenário RCP 4.5, o aumento médio é de 37%, enquanto no cenário RCP 8.5 este valor sobe para 56%. As áreas de vale são as mais afetadas, registando os valores mais elevados, o que poderá impactar a produtividade agrícola, alterando os ciclos de crescimento das culturas e aumentando a necessidade de gestão hídrica e de pragas. Estas alterações reforçam a importância de estratégias de adaptação para a sustentabilidade do setor agrícola local.

4.4.7. Cenarização do somatório do índice de absorção de graus-dias 18 °C

O índice de graus-dia com temperaturas superiores a 18 °C apresenta uma tendência de aumento significativo em Ponte de Lima, particularmente nas áreas de vales de baixa altitude. Este aumento é mais acentuado no cenário RCP 8.5, refletindo as projeções climáticas para o final do século. Os dados históricos modelados indicam valores mínimos e máximos entre 90 e 313 graus-dia no período de referência (1960-1990). Para o cenário RCP 4.5, as anomalias projetadas para 2050 variam entre 136 e 231 graus-dia, mantendo-se dentro desse intervalo até 2080. No entanto, no cenário RCP 8.5, as anomalias

são muito mais elevadas, com valores entre 197 e 324 graus-dia em 2050, aumentando para 349 a 552 graus-dia em 2080.

As projeções demonstram que as zonas de maior absorção térmica coincidem com áreas de menor altitude e vales, onde as temperaturas médias são naturalmente mais altas. Estas alterações terão impactos diretos na fenologia das culturas, acelerando os ciclos vegetativos e aumentando a necessidade de gestão hídrica. Além disso, a intensidade do aquecimento poderá criar desafios para a biodiversidade e a resiliência dos ecossistemas locais.

4.4.8. Cenarização da precipitação média

As projeções climáticas para Ponte de Lima apontam para uma redução geral da precipitação média anual até ao final do século. Contudo, a magnitude dessa redução varia consoante o cenário climático e o modelo analisado. No cenário RCP 4.5, que pressupõe emissões moderadas, a diminuição é menos acentuada do que no cenário RCP 8.5, onde as emissões de gases com efeito de estufa permanecem elevadas.

A precipitação sazonal apresenta diferenças marcantes. Na primavera, verão e outono, observa-se uma redução generalizada, sendo o verão a estação com a maior diminuição proporcional. No cenário RCP 8.5, os valores de precipitação de outono poderão diminuir até 133 mm, enquanto o verão poderá sofrer reduções entre 41 mm e 63 mm. Para o inverno, as projeções são menos consistentes, variando entre ligeiros aumentos e pequenas diminuições de precipitação, dependendo do modelo e do cenário.

A precipitação sob a forma de neve, já limitada no território atual, tende a praticamente desaparecer até ao final do século, especialmente no cenário RCP 8.5. Os valores históricos de precipitação com neve, que variam entre 3 e 23 mm, poderão reduzir-se até 18 mm nesse cenário.

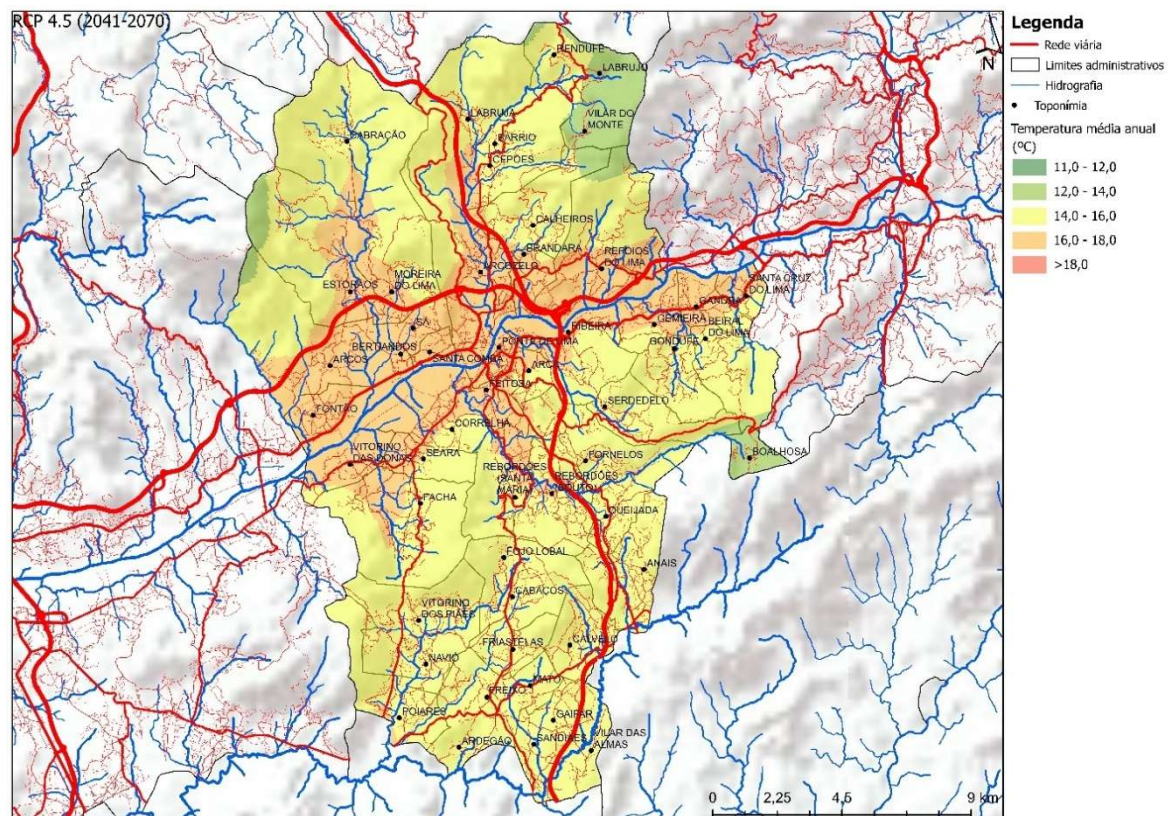


Figura 4.3 - Temperatura média anual de PONTE DE LIMA, RCP 4.5(2041-2070)

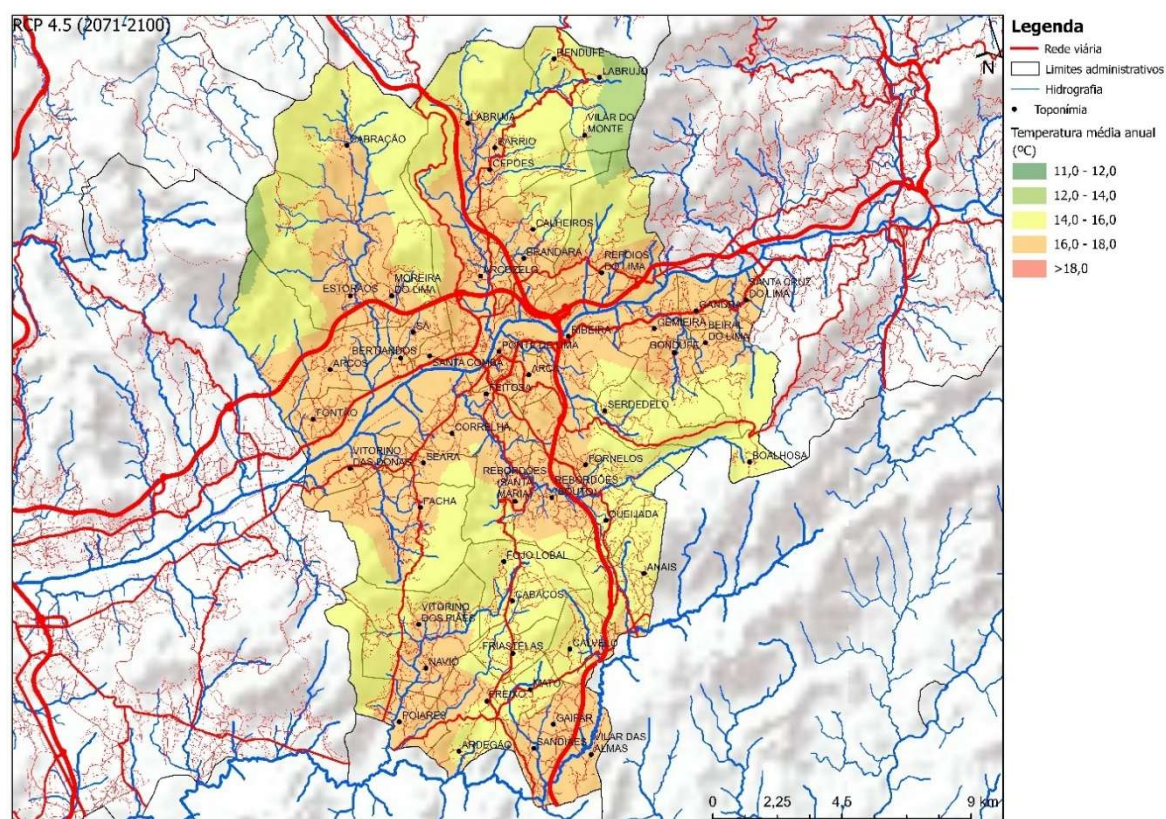


Figura 4.4 - Temperatura média anual de PONTE DE LIMA, RCP 4.5(2071-2100)

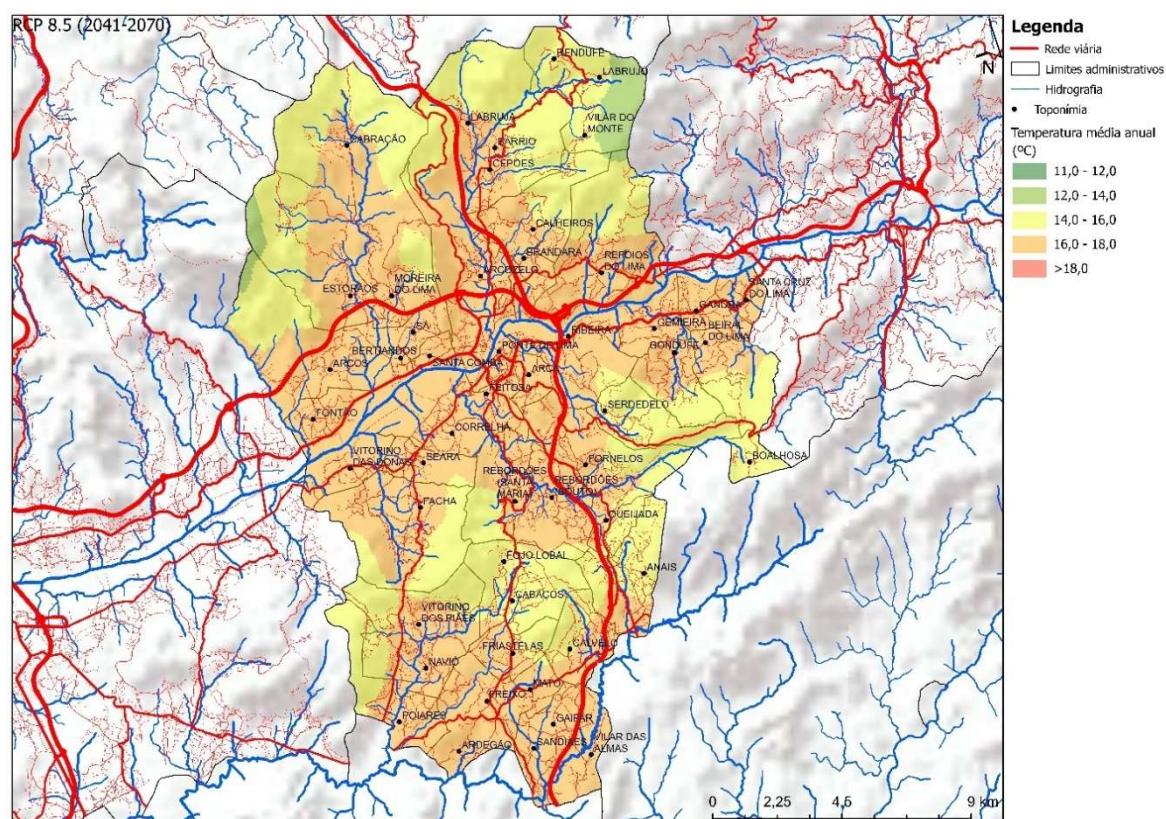


Figura 4.5 - Temperatura média anual de Ponte de Lima, RCP 8.5 (2041-2070).

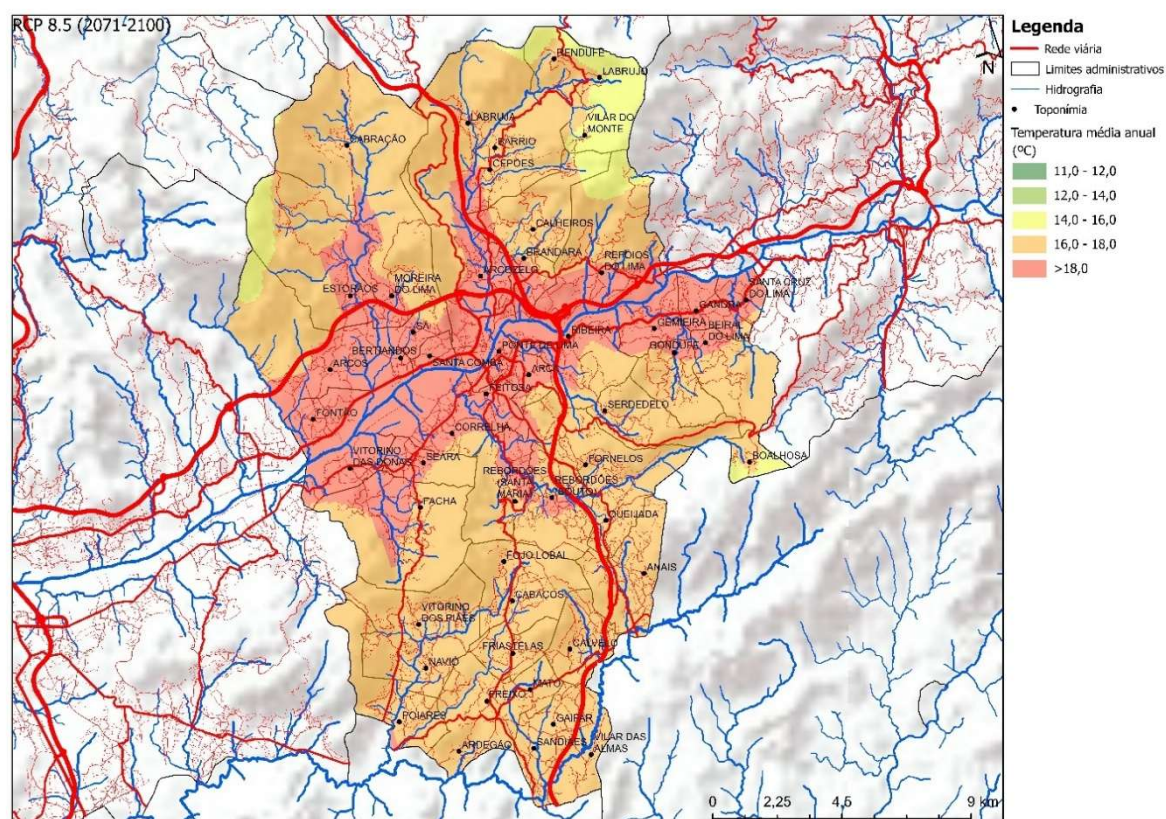
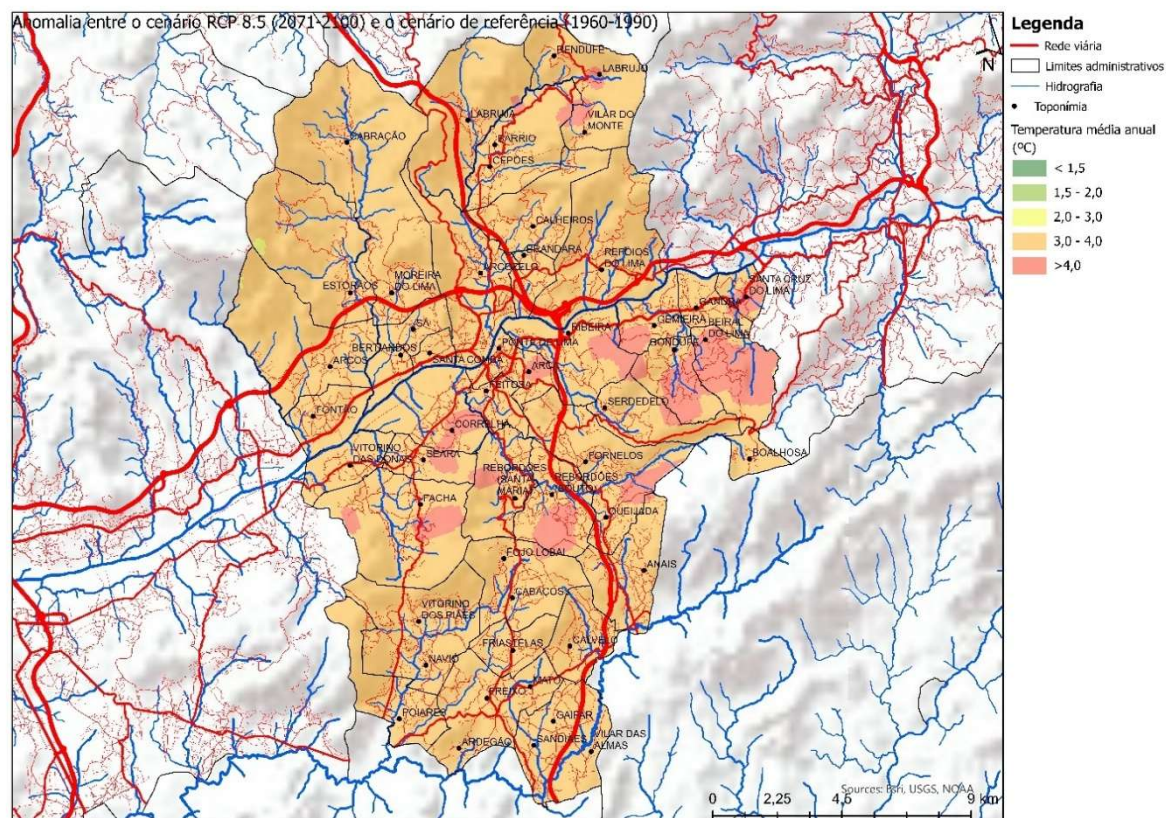
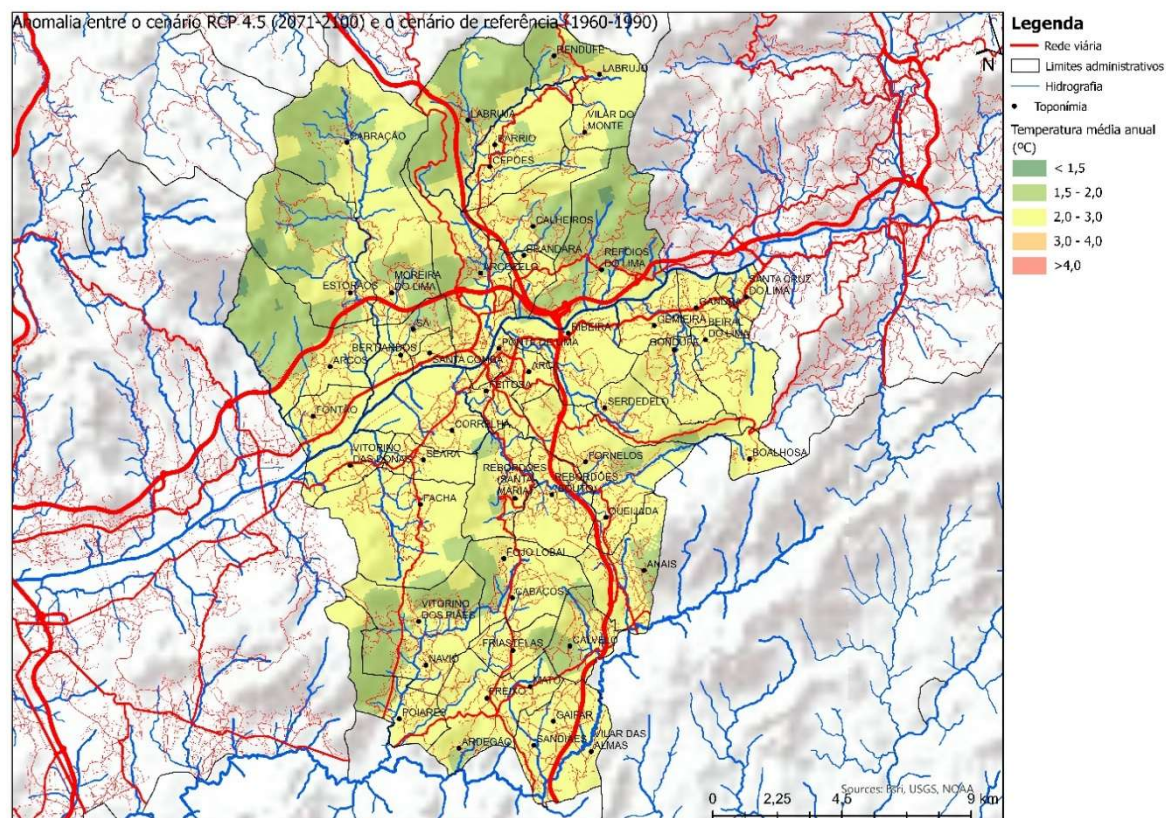


Figura 4.6 - Temperatura média anual de PONTE DE LIMA, RCP 8.5 (2071-2100)



Quadro 4.7 - Anomalias na amplitude térmica anual de PONTE DE LIMA.

Período	Histórico modelado		Anomalias							
			RCP 4.5				RCP 8.5			
	Min	Max	2041-2070		2071-2100		2041-2070		2071-2100	
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Amplitude térmica anual	10,2	11,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,9	2,2

Fonte: Alonso et al., 2019b.

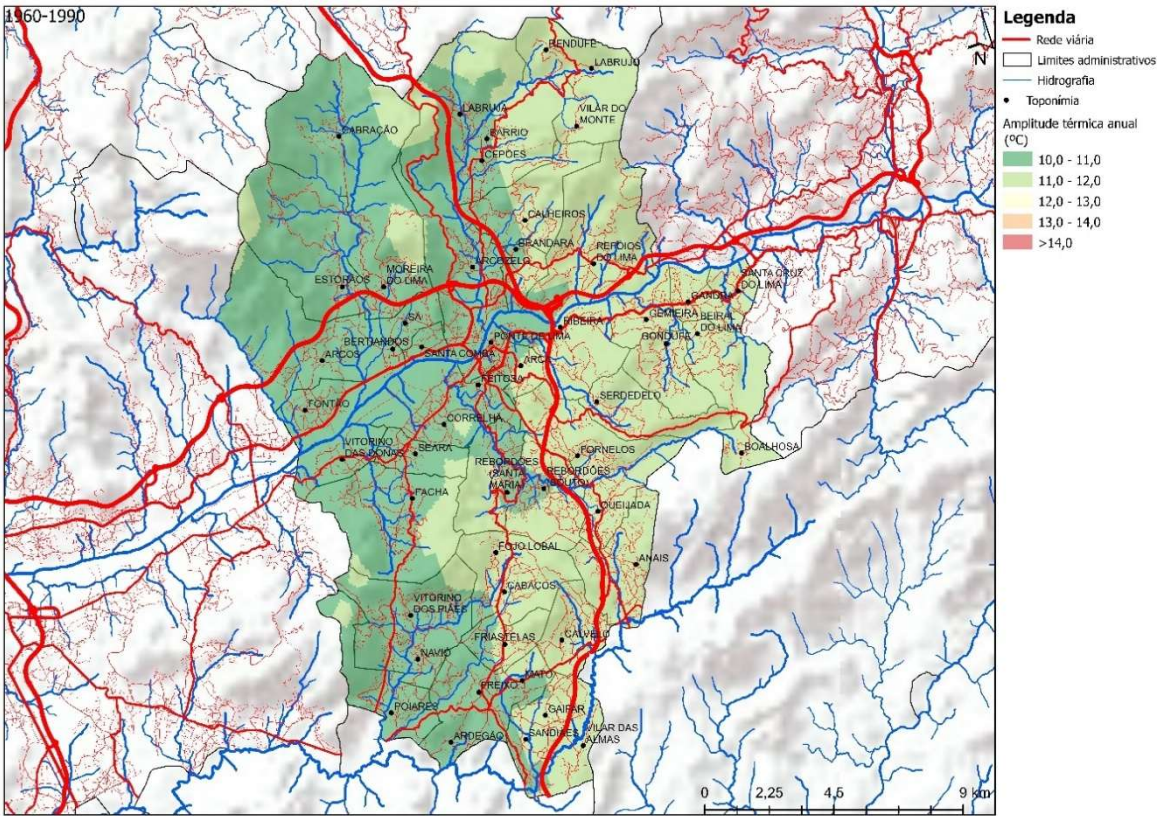
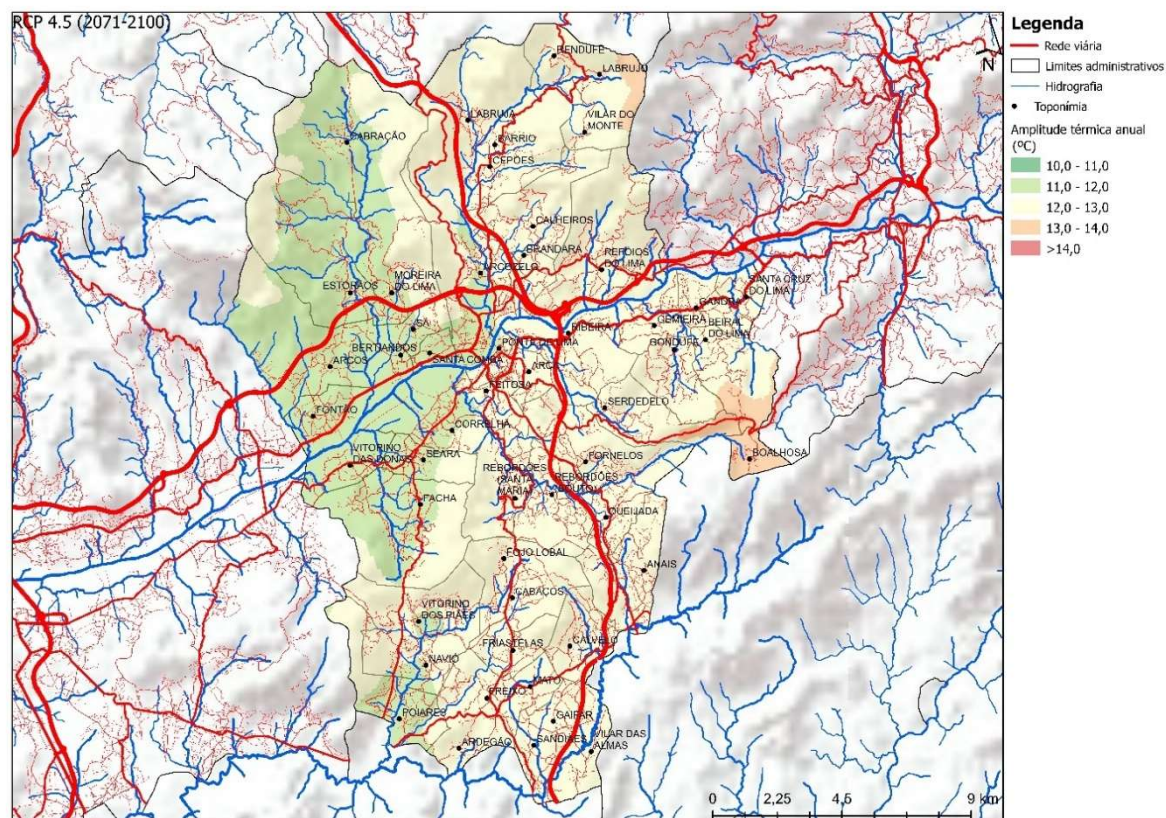
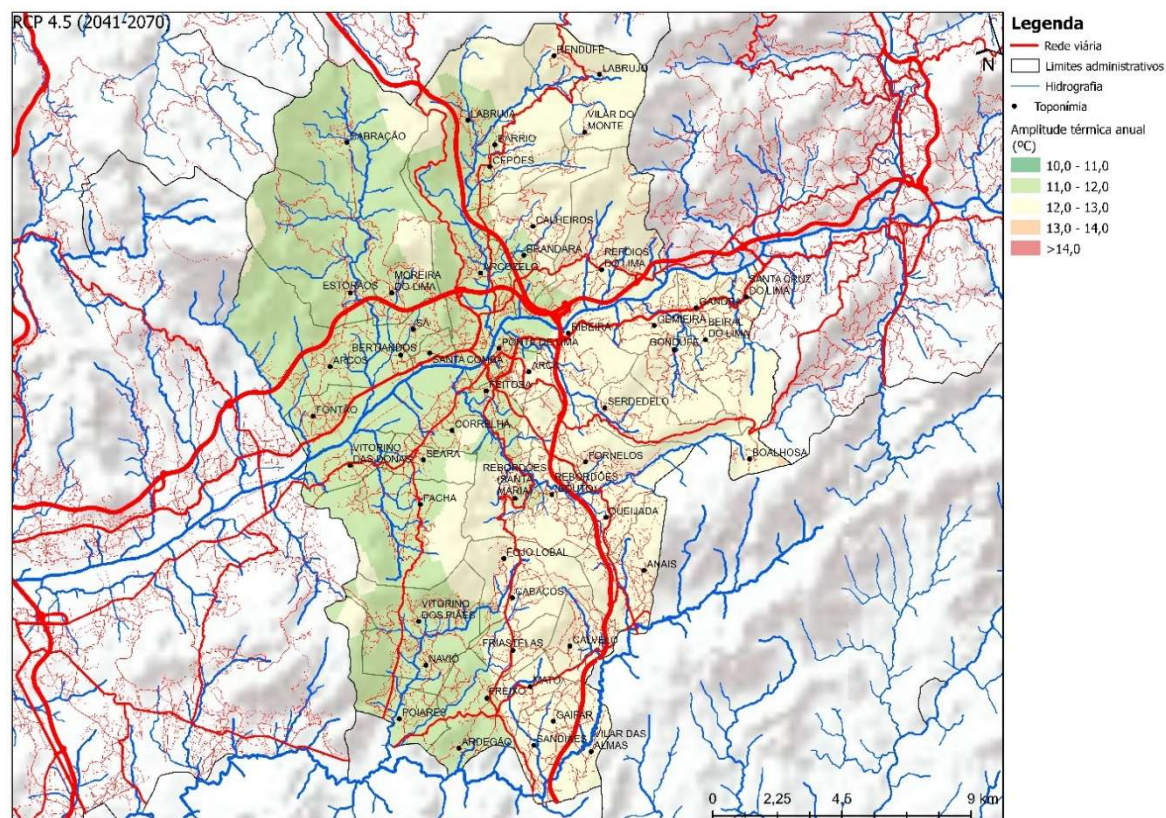
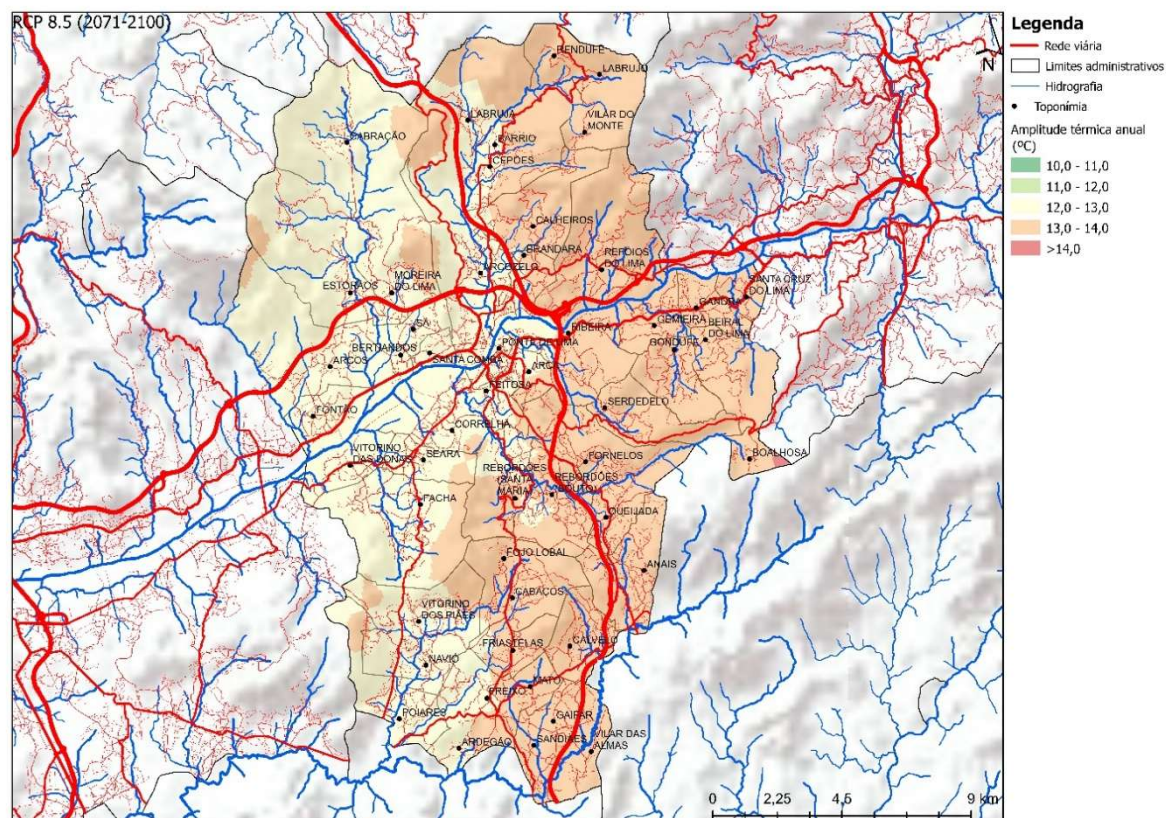
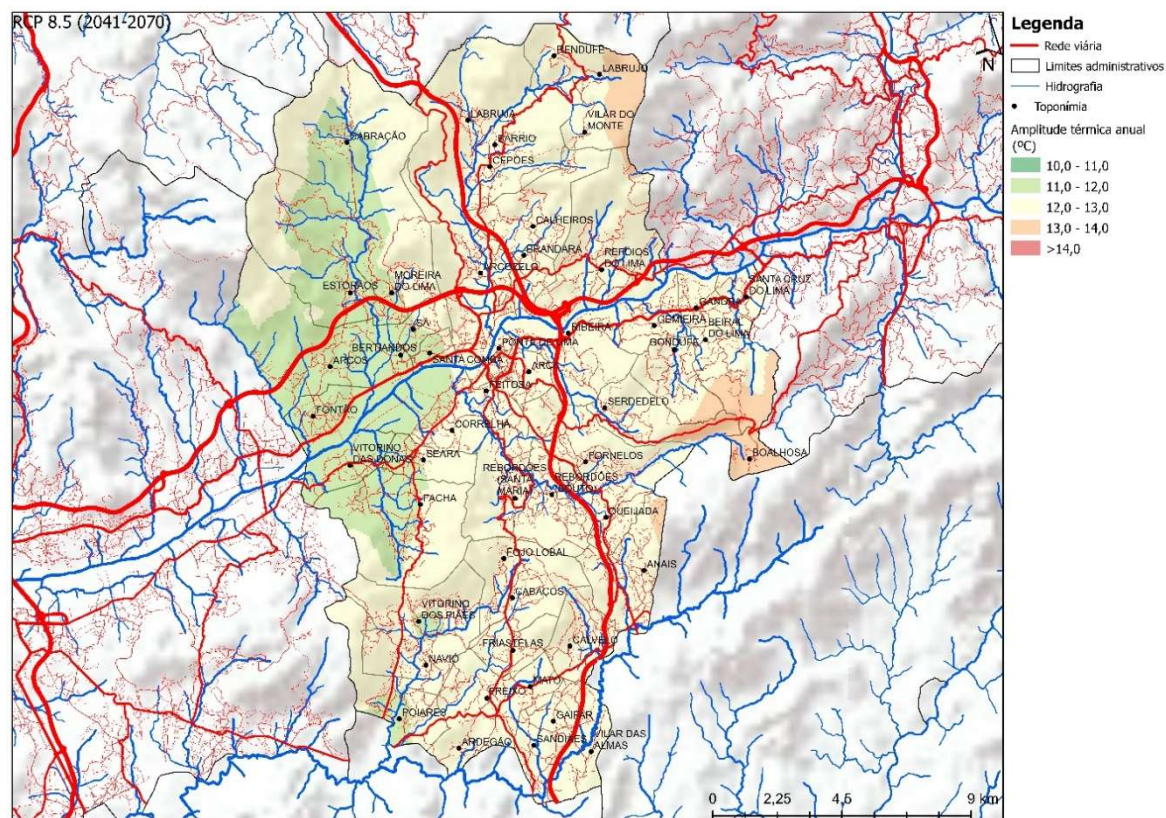


Figura 4.9 - Amplitude térmica anual de referência (1960-1990) de PONTE DE LIMA





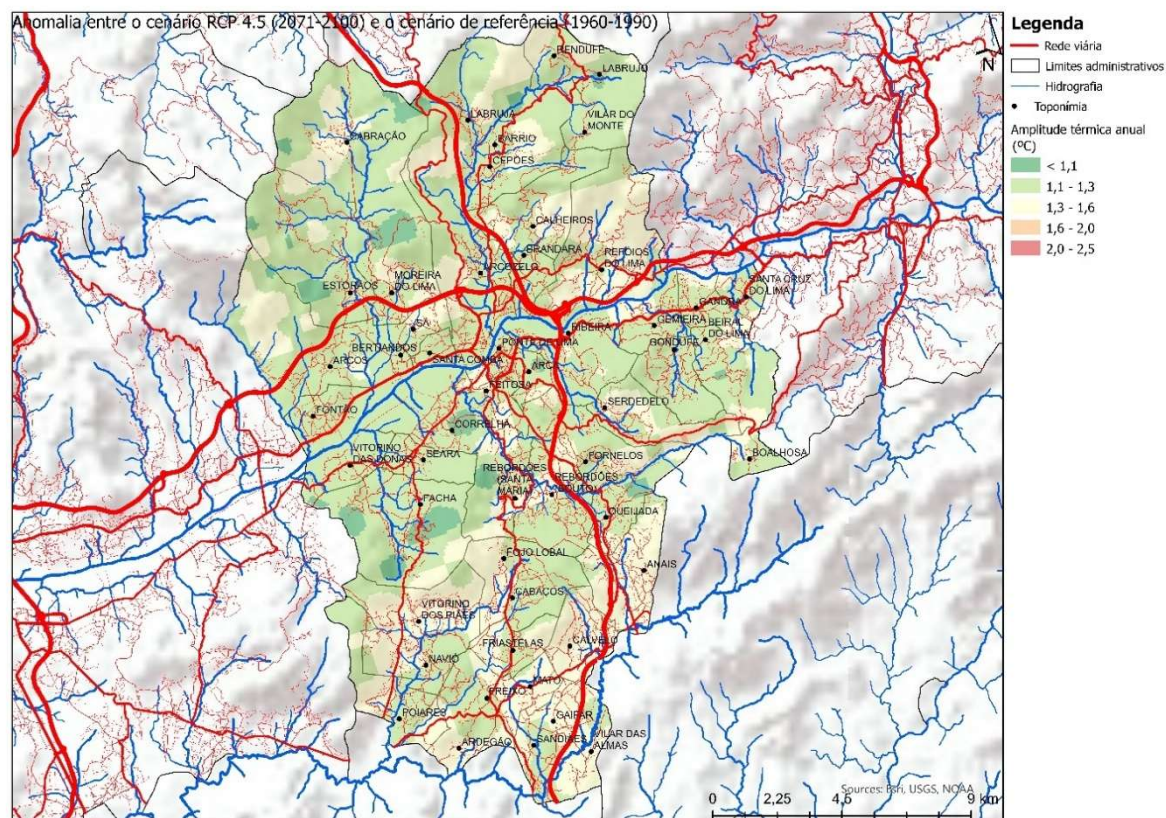


Figura 4.14 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e co cenário de referência (1960 – 1990).

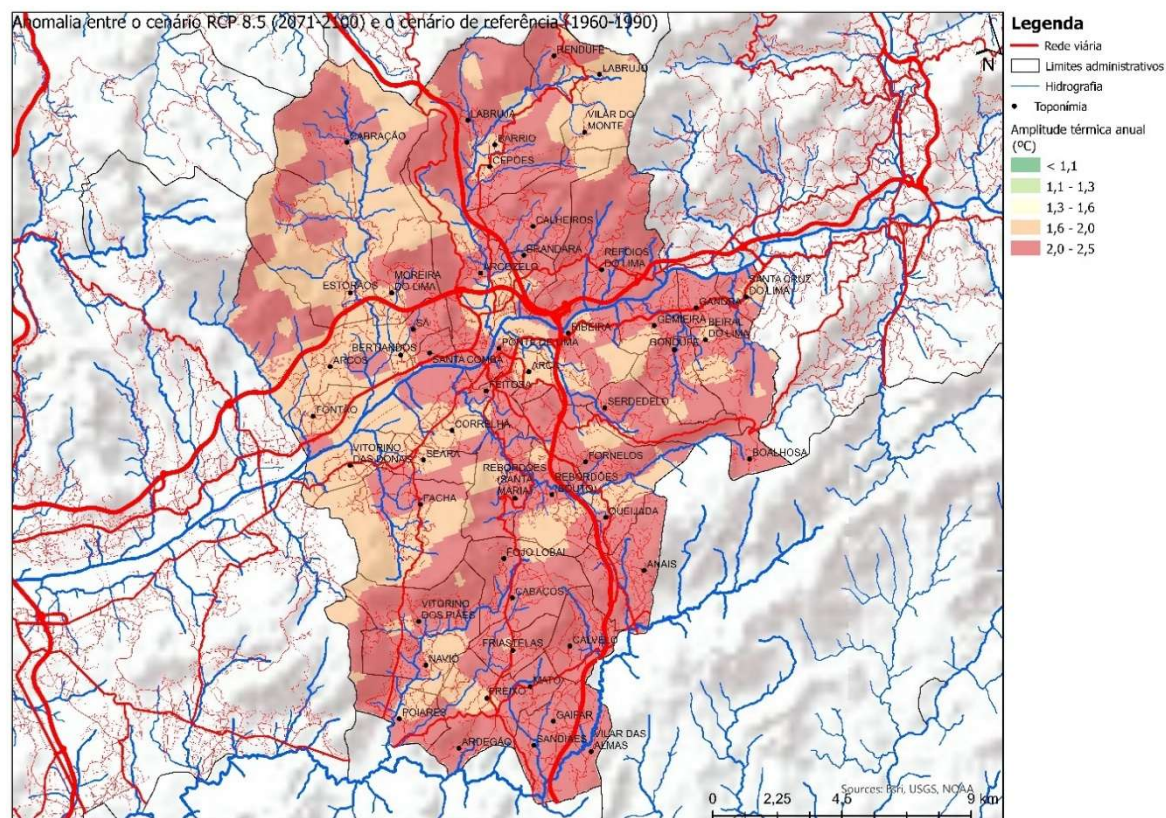


Figura 4.15 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e o cenário de referência (1960 – 1990).

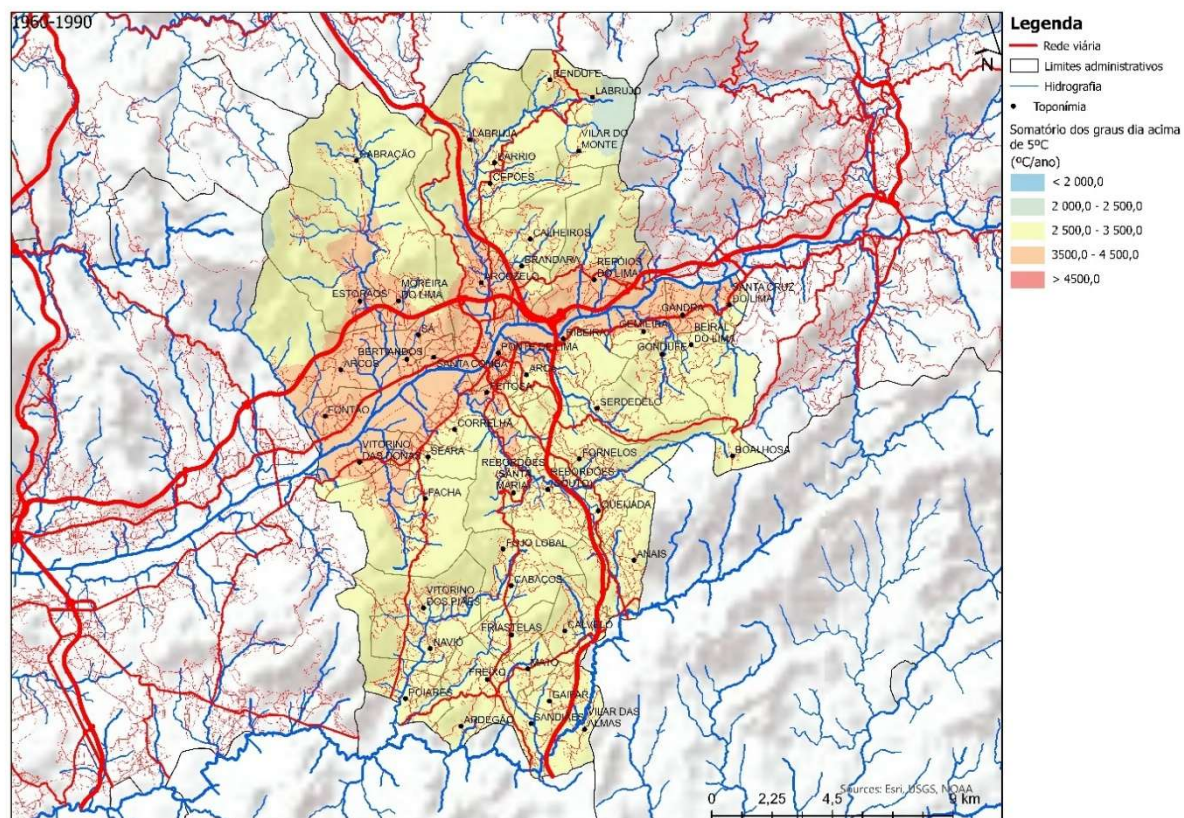


Figura 4.16 - Índice graus-dia superior a 5 °C em PONTE DE LIMA, no presente (1960-1990).

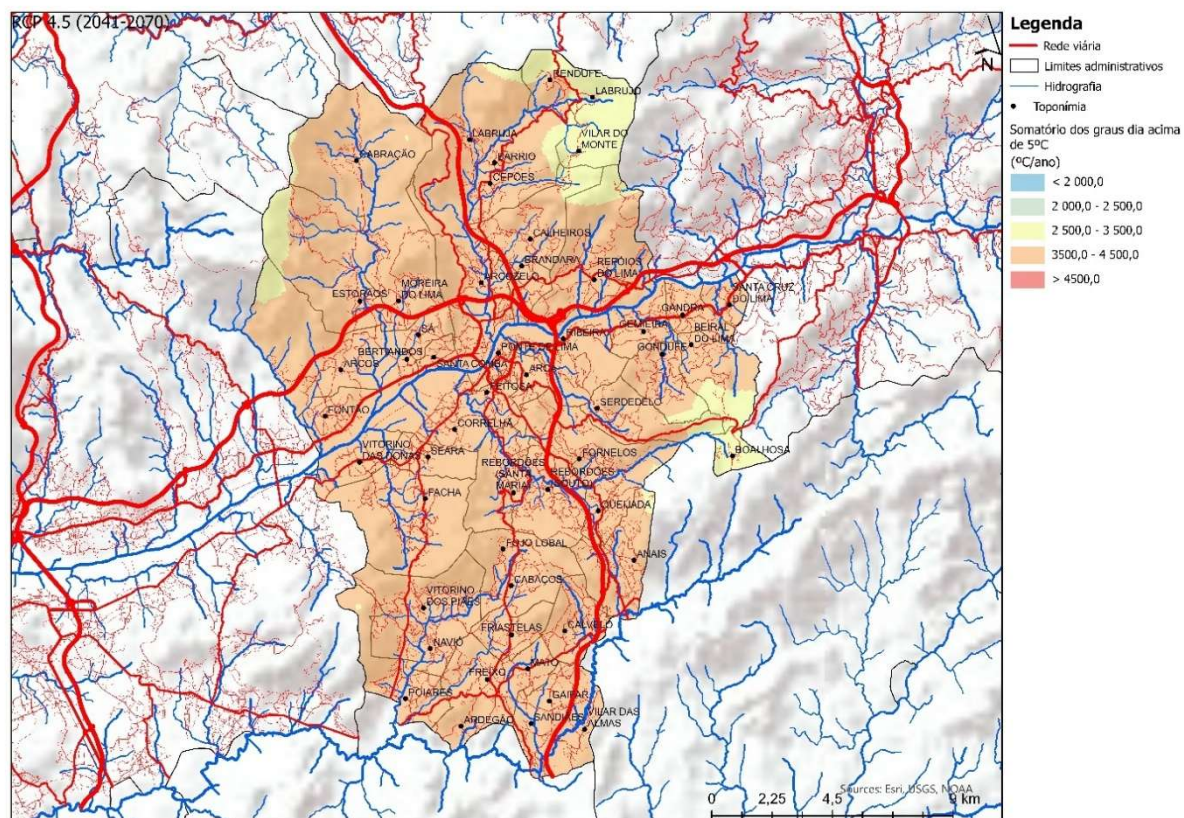


Figura 4.17 - Índice graus-dia superior a 5 °C em Ponte de Lima RCP 4.5 (2041-2070)

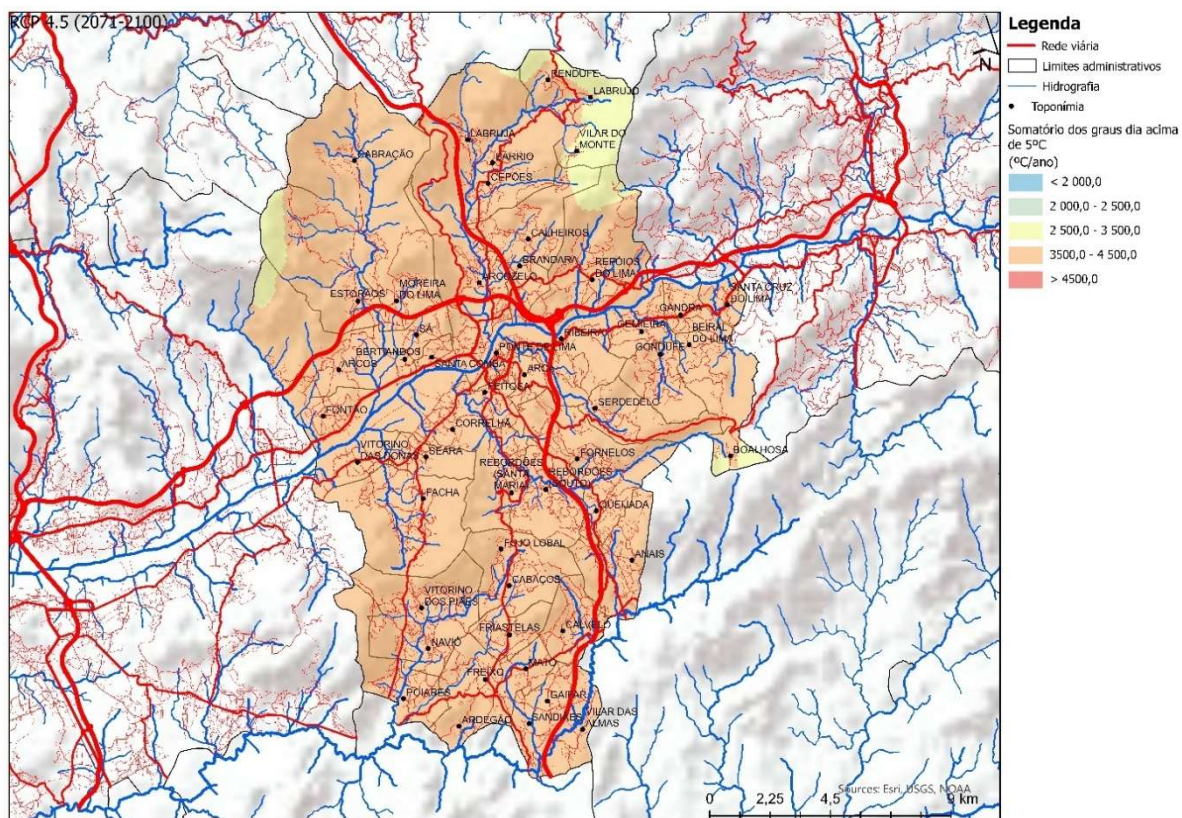


Figura 4.18 - Índice graus-dia superior a 5 °C em Ponte de LimaRCP 4.5 (2071-2100)

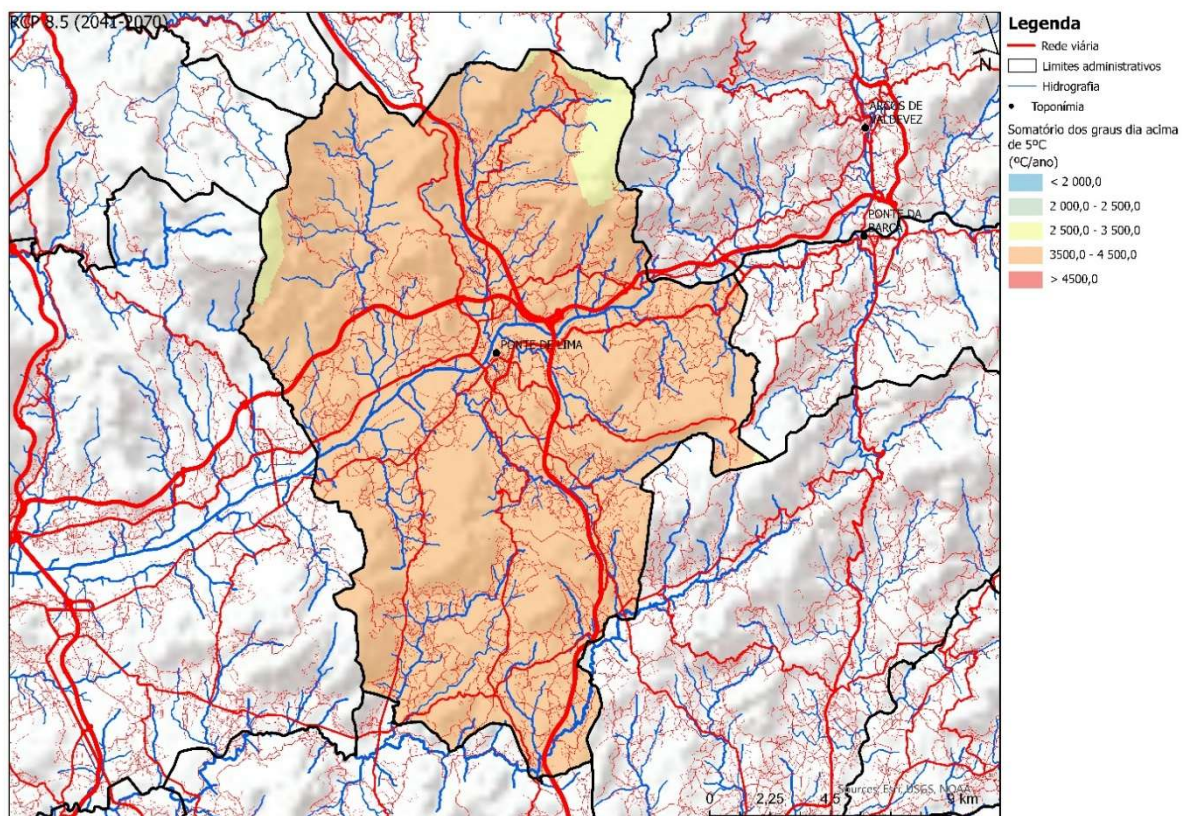


Figura 4.19 - Índice graus-dia superior a 5 °C em Ponte de LimaRCP 8.5 (2041-2071)

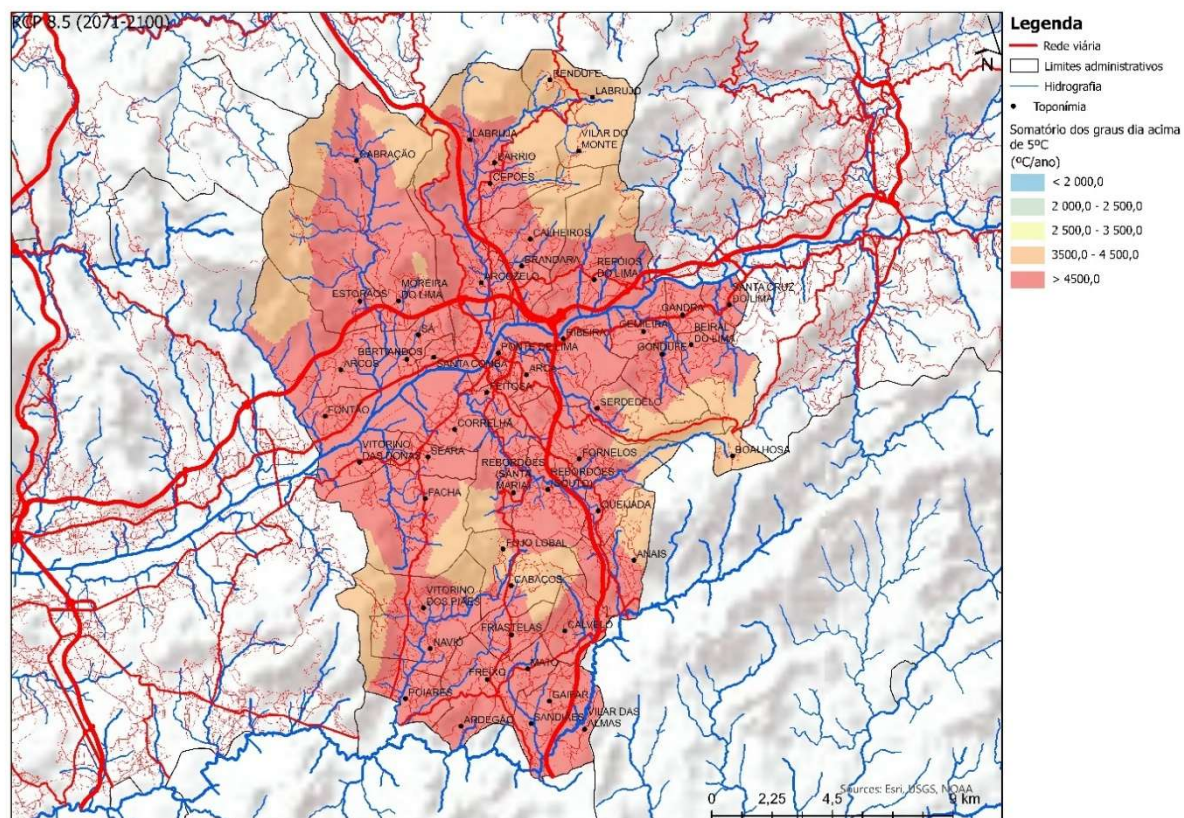


Figura 4.20 - Índice graus-dia superior a 5 °C em Ponte de LimaRCP 8.5 (2071-2100)

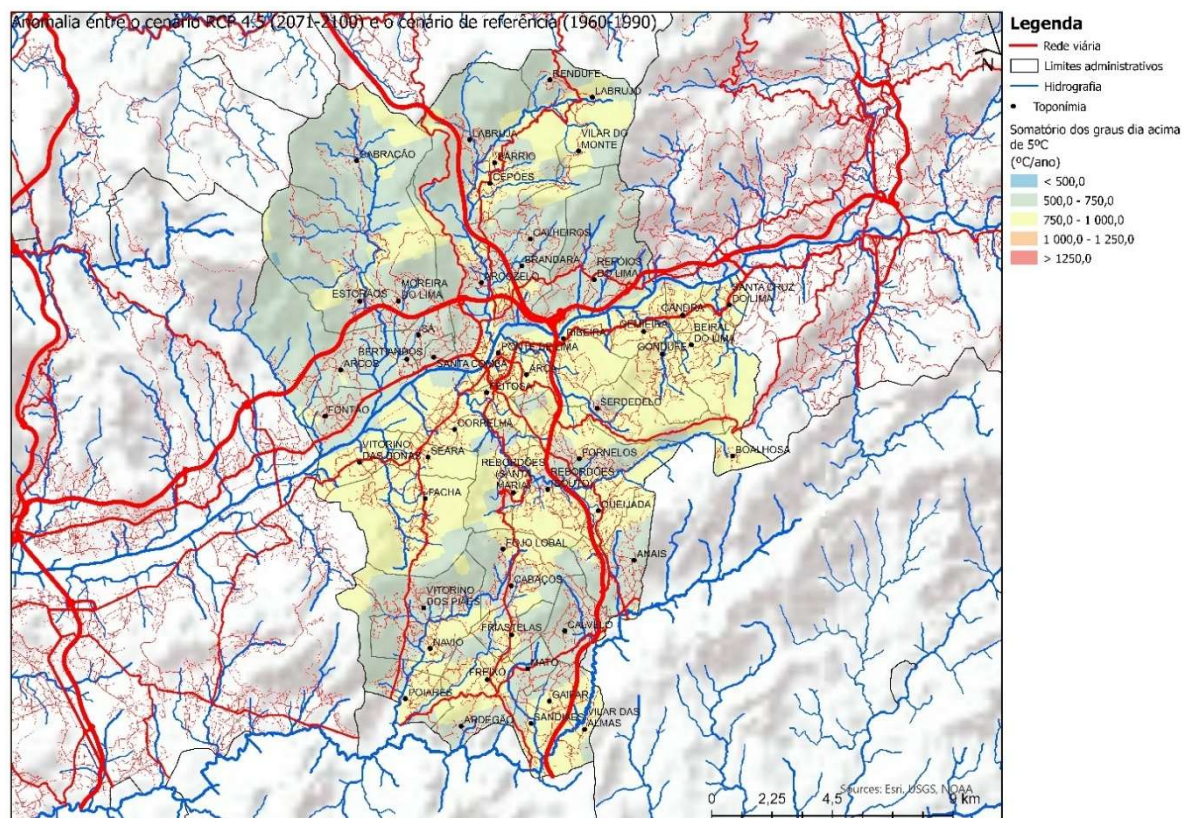


Figura 4.21 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e co cenário de referência (1960 – 1990).

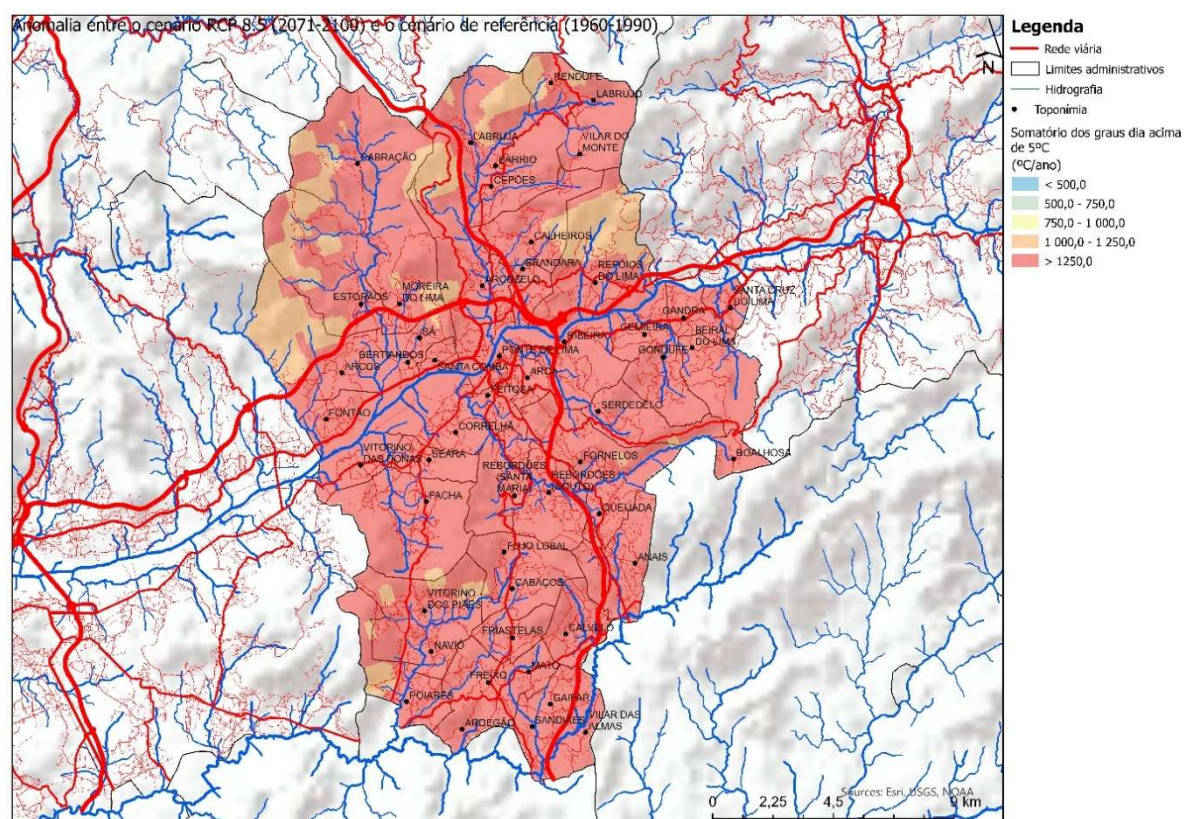


Figura 4.22 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5(2071 – 2100) e o cenário de referência (1960-1990)

4.4.9. Cénarização da humidade relativa

A humidade relativa em Ponte de Lima é influenciada pela proximidade ao Atlântico e pela densa rede hidrográfica do Alto Minho. Esta combinação resulta em valores anuais médios elevados, variando entre 80% e 85% nos territórios a este do distrito, e superiores a 85% nas zonas mais próximas da costa. A região é ainda caracterizada pela ocorrência frequente de nevoeiros baixos, sobretudo nos vales dos rios Minho e Lima, devido à humidade acumulada nas camadas de ar próximas ao solo.

Projeções climáticas para a humidade relativa indicam uma evolução divergente consoante o cenário analisado. No cenário RCP 4.5, observa-se uma ligeira tendência de aumento da humidade relativa global até ao final do século. Em contraste, no cenário RCP 8.5, há uma tendência contínua de redução, acompanhando as condições de aquecimento global mais intensas. Este decréscimo já é visível desde o período de referência (1970-2000), especialmente durante os meses mais quentes do ano.

A comparação mensal da humidade relativa revela uma diminuição marcante nos meses de verão, com anomalias de até -8% em relação à normal climatológica. Esta redução está associada às temperaturas mais altas, que aumentam a evaporação e reduzem os níveis de humidade no ar. Por outro lado, os meses de inverno apresentam uma ligeira subida da humidade relativa, refletindo condições de maior estabilidade térmica e presença de precipitação.

As alterações na humidade relativa podem ter impactos diretos nos ecossistemas, na agricultura e no conforto humano. A redução durante os meses quentes pode intensificar o stress hídrico em culturas agrícolas e aumentar a vulnerabilidade de espécies adaptadas a ambientes húmidos. Por outro lado, a maior humidade no inverno pode favorecer a proliferação de fungos e doenças em determinadas áreas. Estas projeções sublinham a importância de medidas de adaptação que assegurem a resiliência do território face às mudanças climáticas.

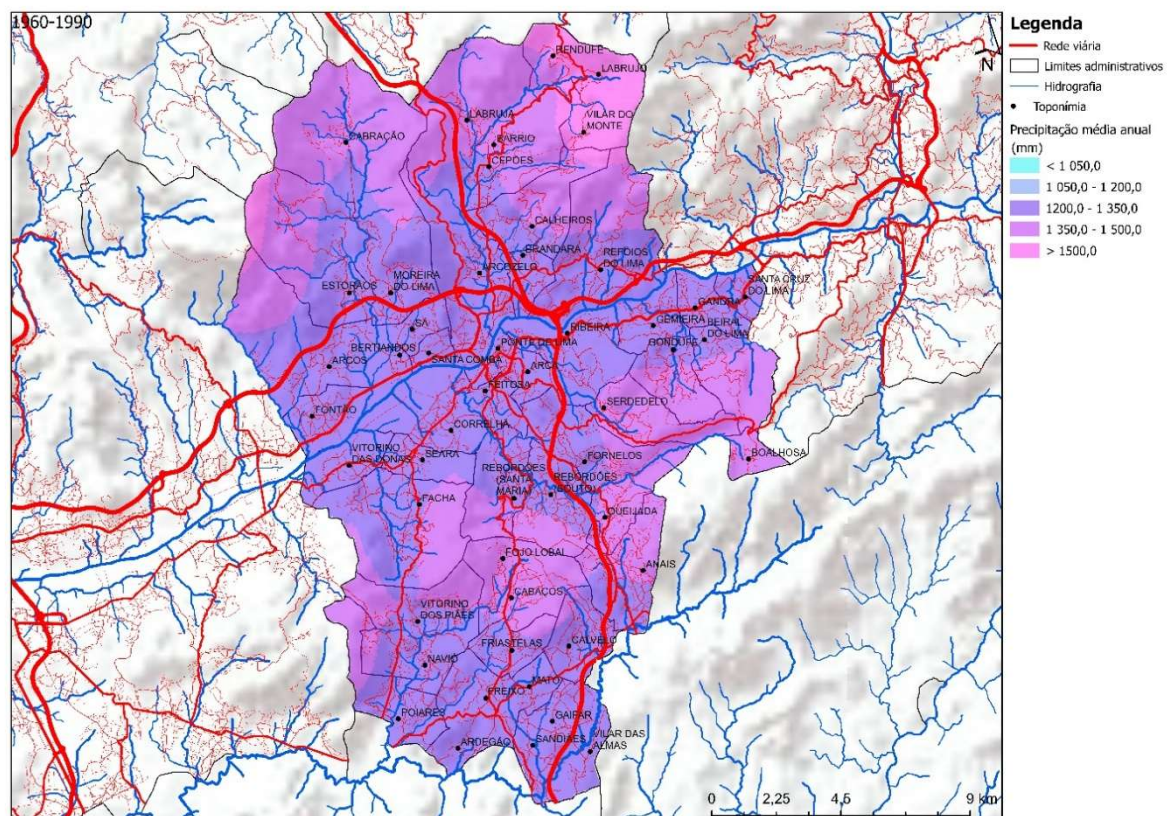


Figura 4.23 - Precipitação média anual para Ponte de Lima no presente (1960-1990).

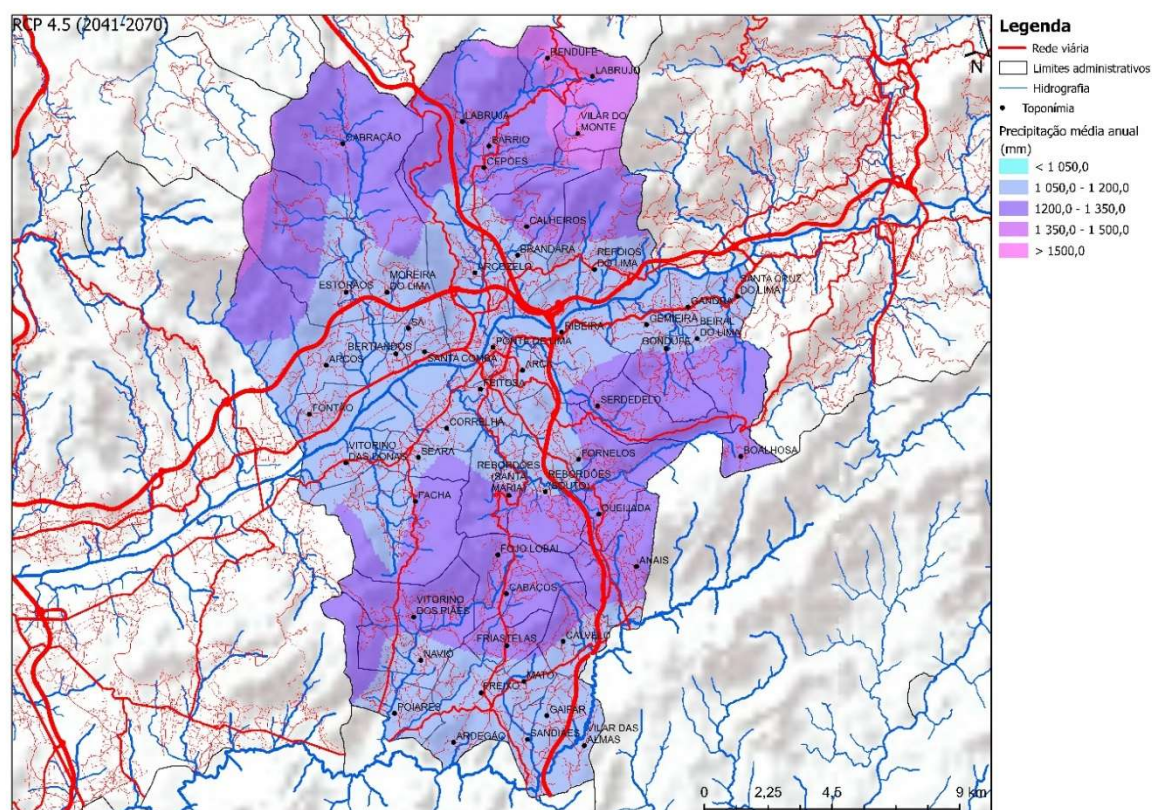


Figura 4.24 - Precipitação média anual para Ponte de Lima, RCP 4.5 (2041-2070).

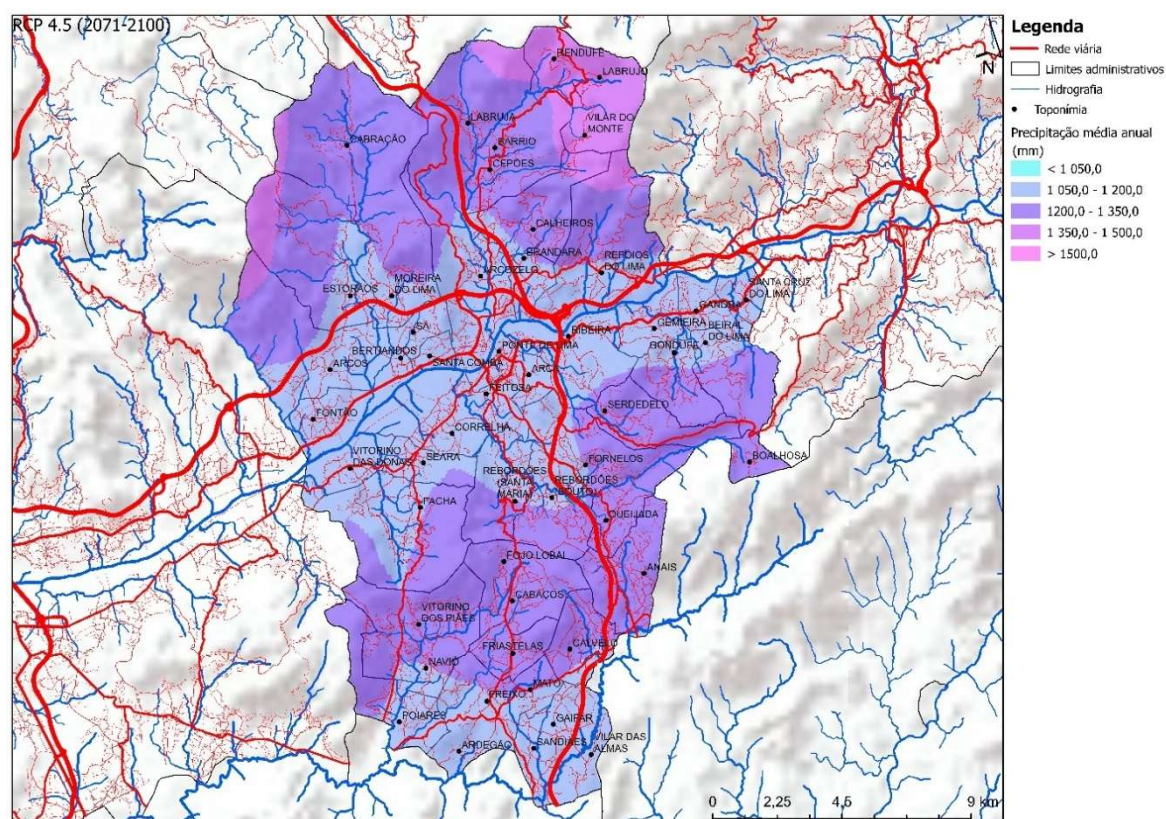


Figura 4.25 - Precipitação média anual para Ponte de Lima, RCP 4.5 (2071-2100).

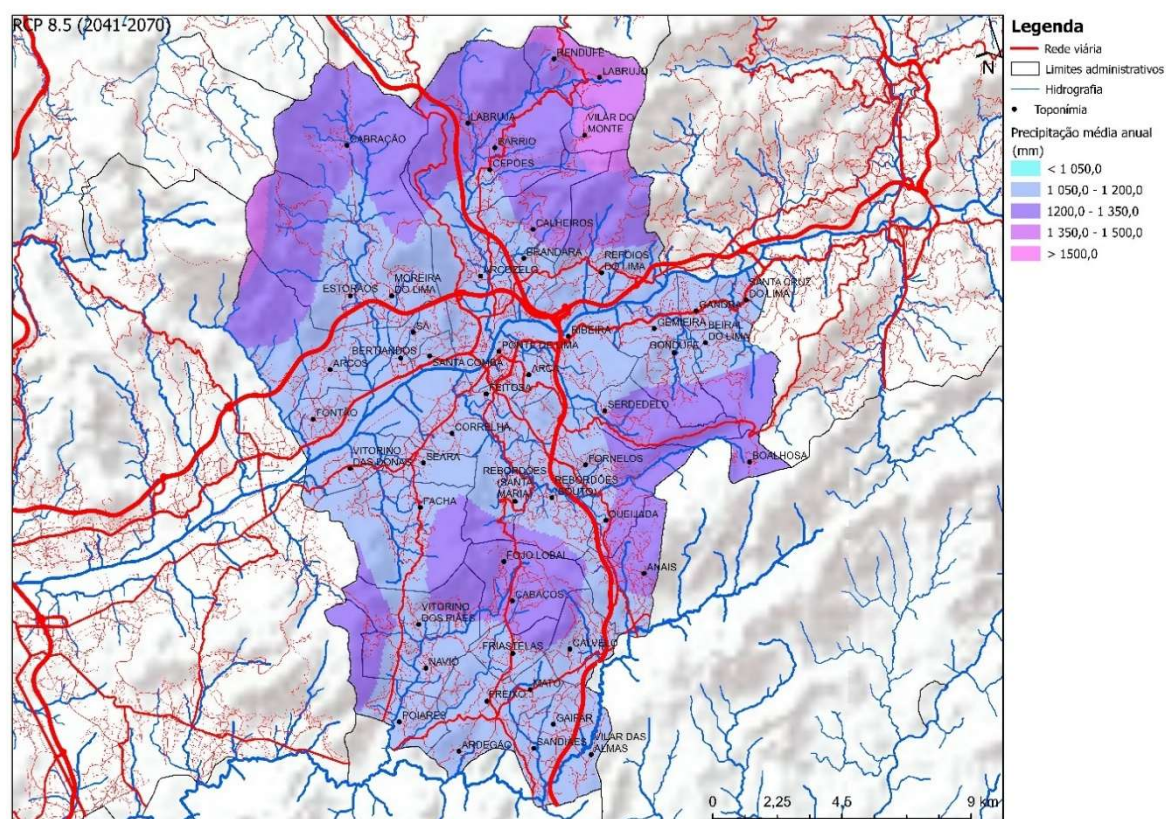


Figura 4.26 - Precipitação média anual para Ponte de Lima, RCP 8.5 (2041-2070).

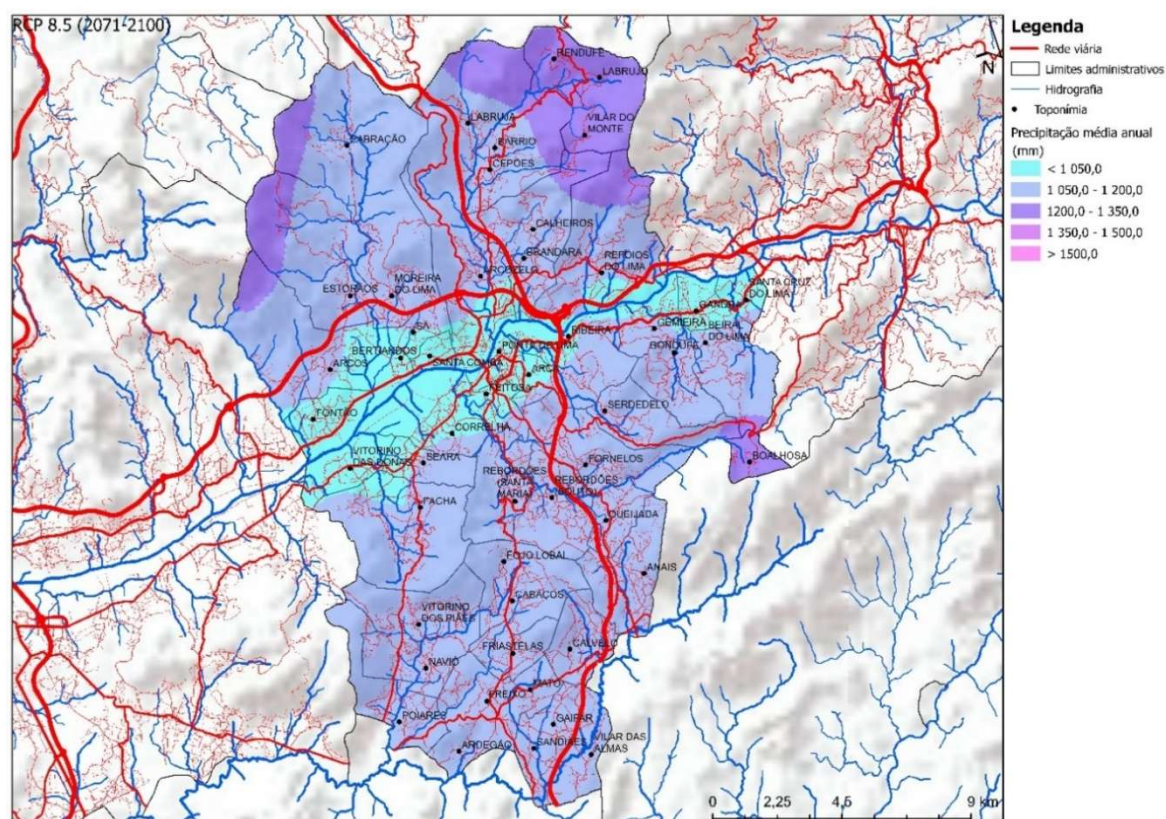


Figura 4.27 - Precipitação média anual para Ponte de Lima, RCP 8.5 (2071-2100).

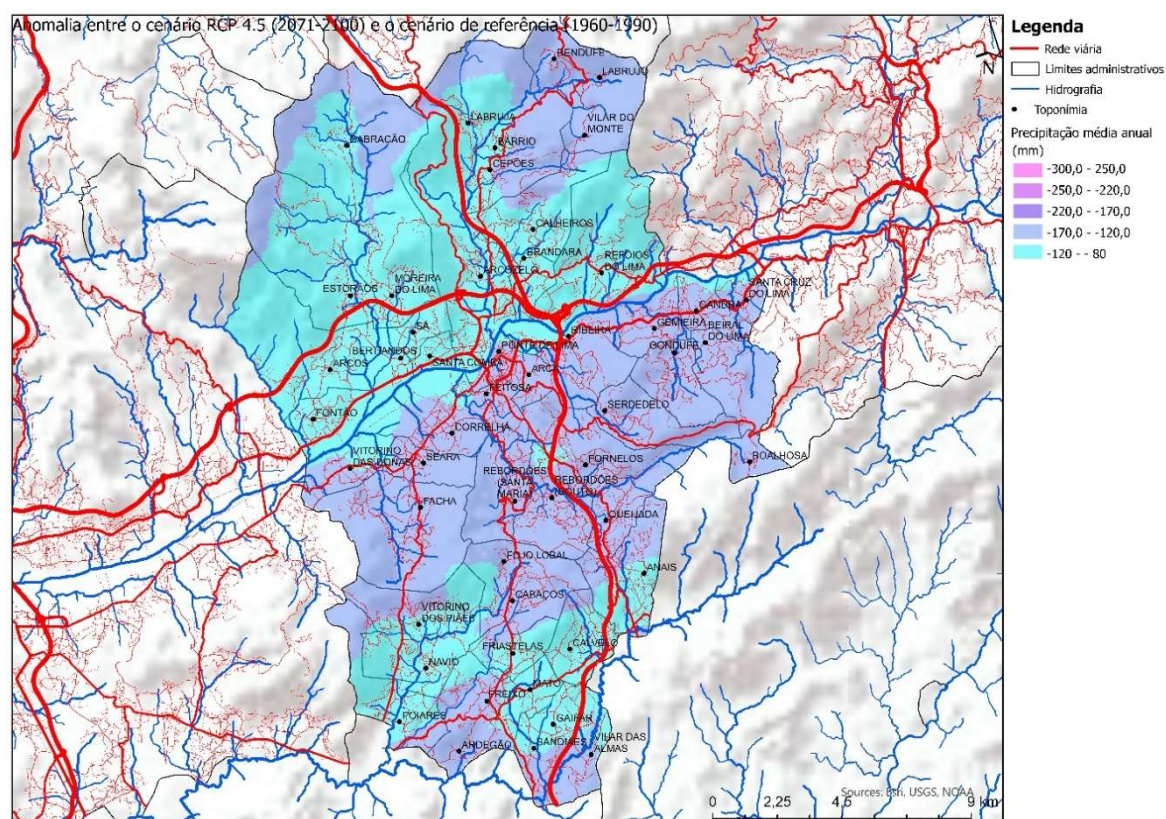


Figura 4.28 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e co cenário de referência (1960 – 1990).

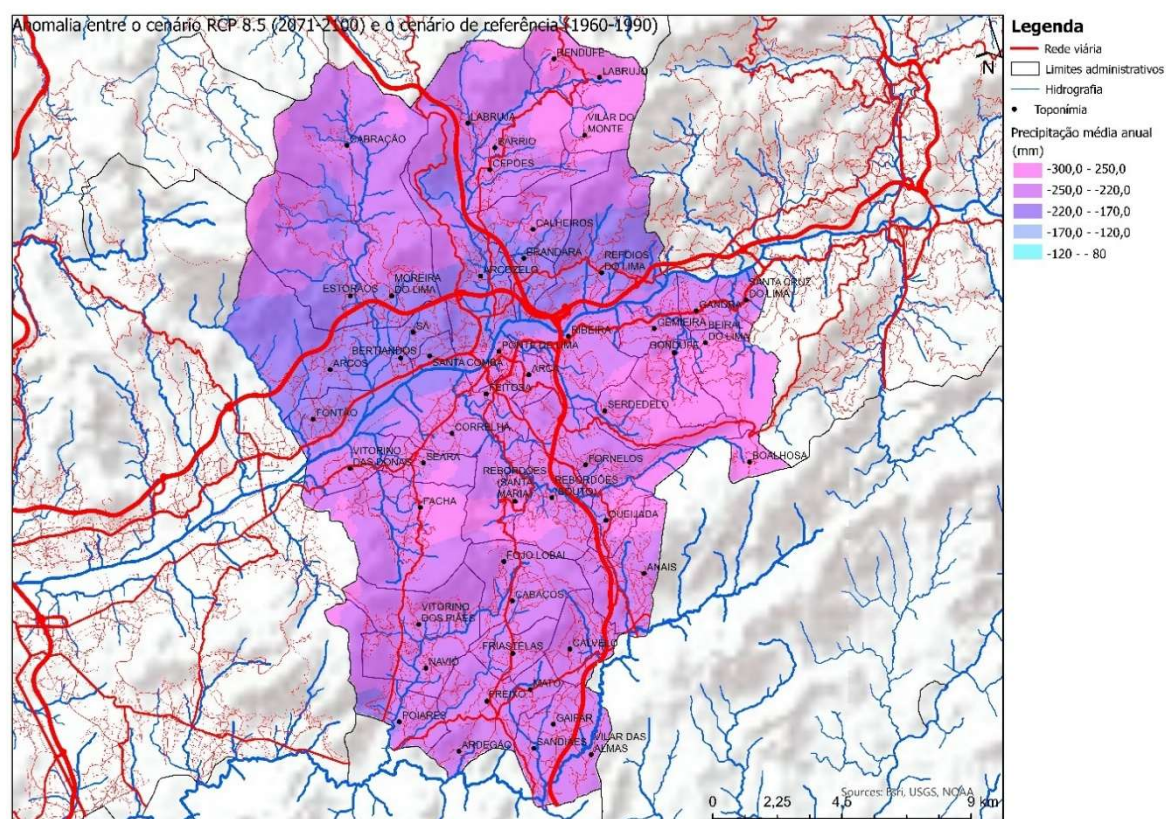


Figura 4.29 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e o cenário de referência (1960 – 1990).

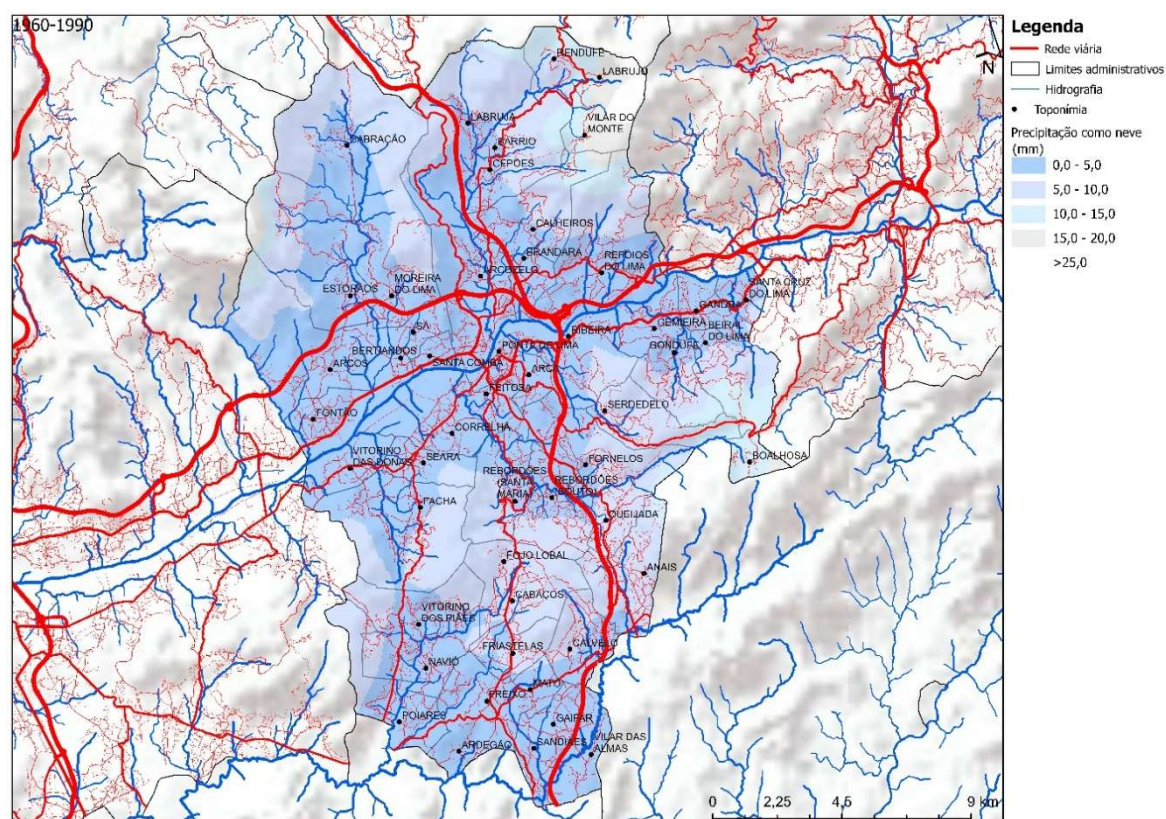


Figura 4.30 - Precipitação como neve (1960-1990) para Ponte de Lima.

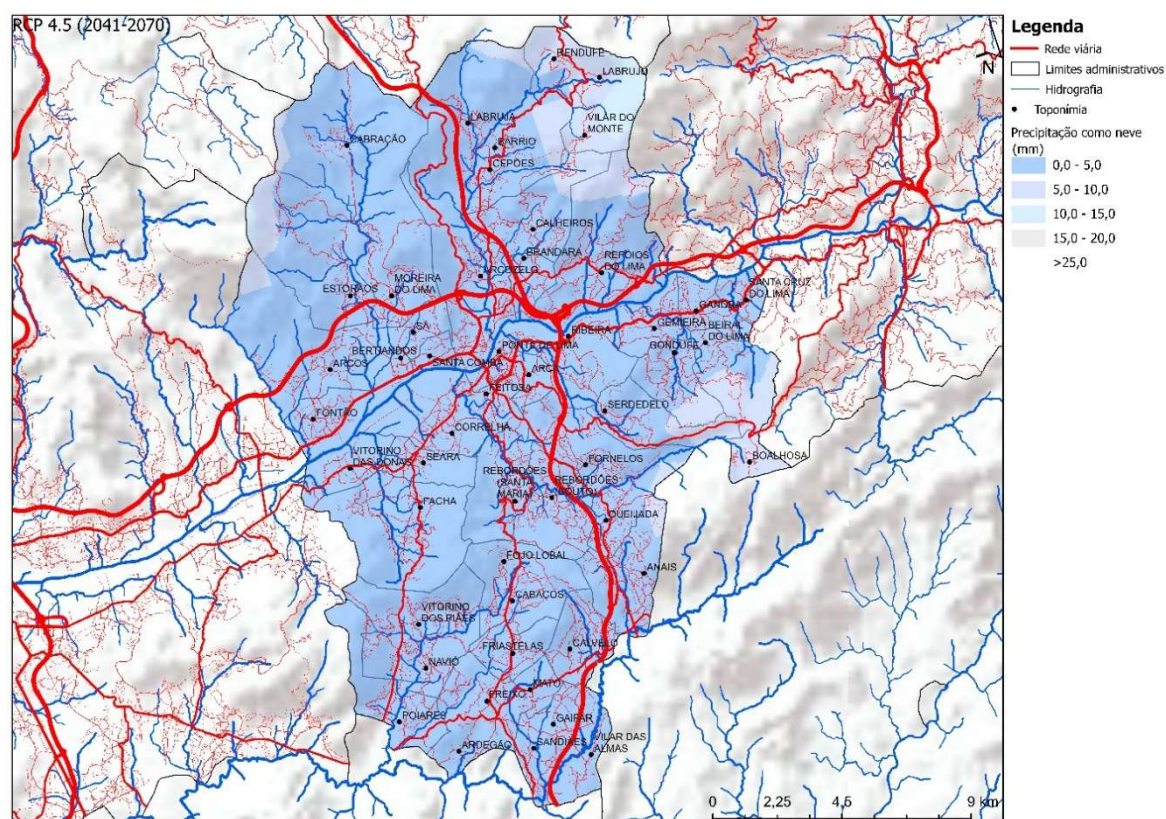


Figura 4.31 - Precipitação como neve para Ponte de Lima, RCP 4.5 (2041-2070).

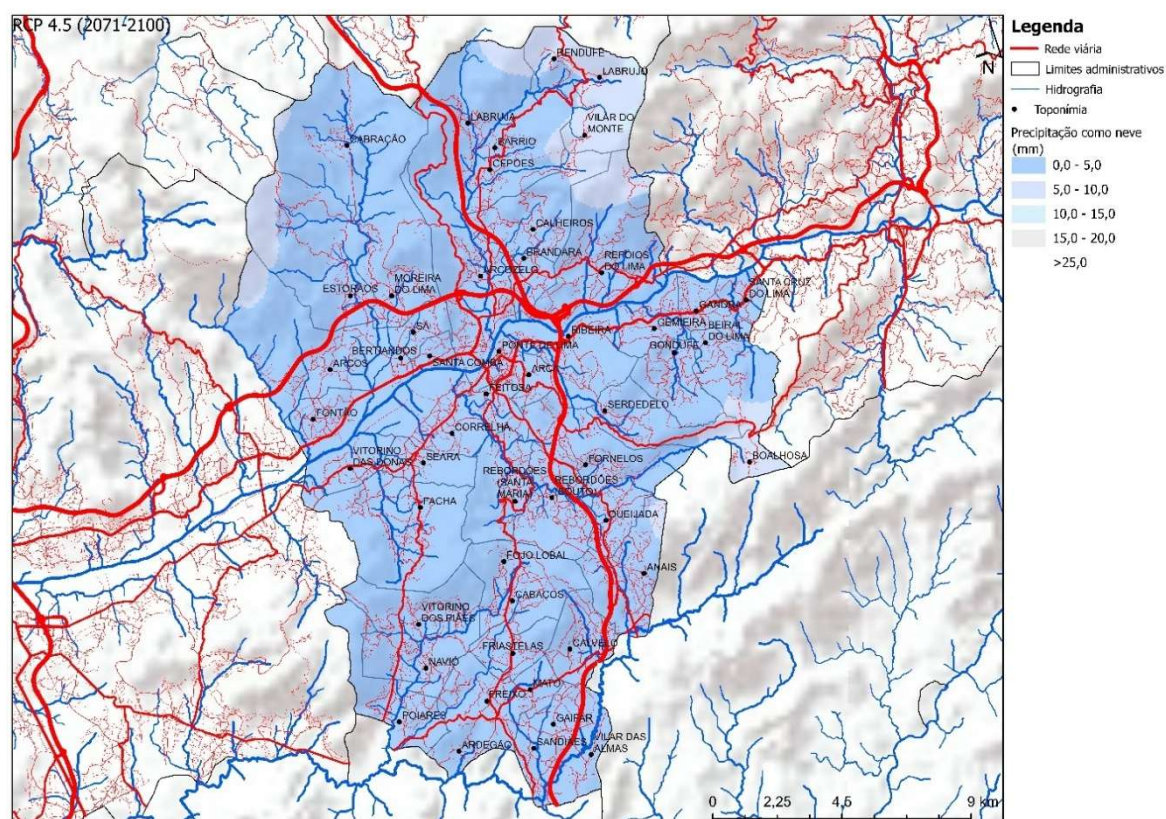


Figura 4.32 - Precipitação como neve para Ponte de Lima, RCP 4.5 (2071-2100).

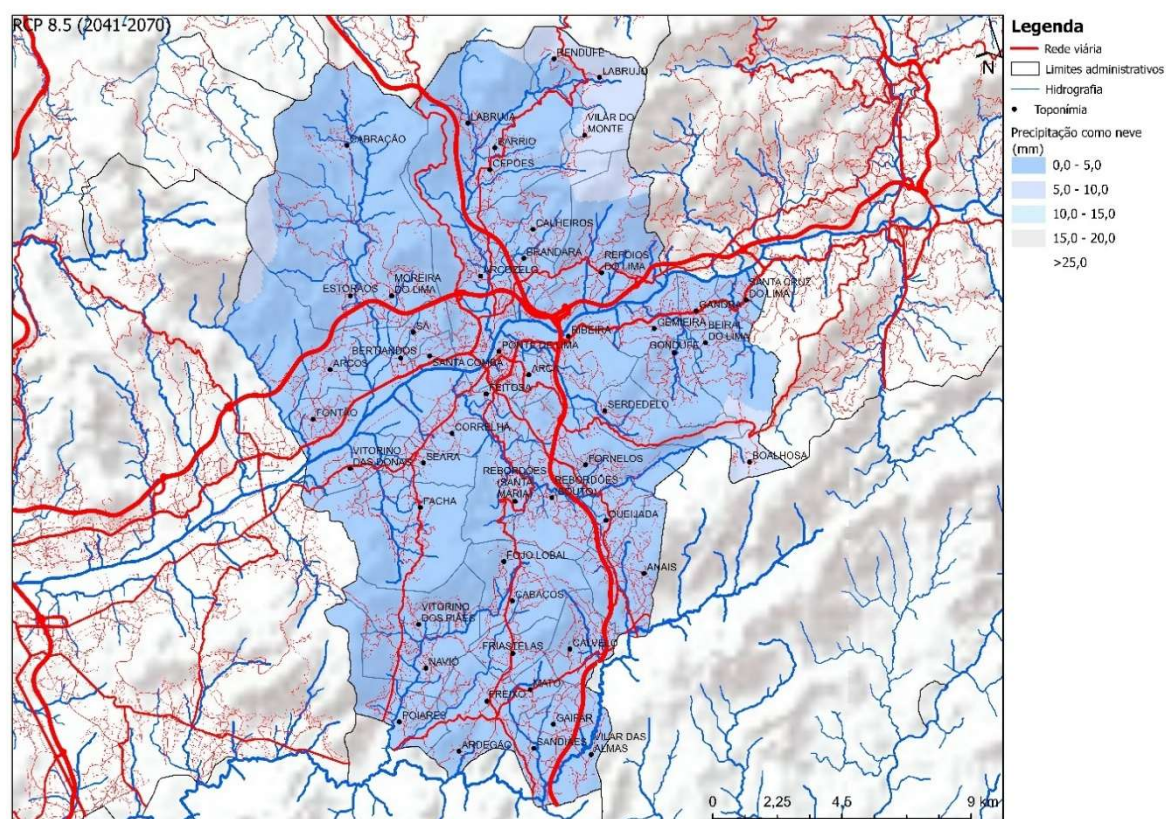


Figura 4.33 - Precipitação como neve para Ponte de Lima, RCP 8.5 (2041-2070).

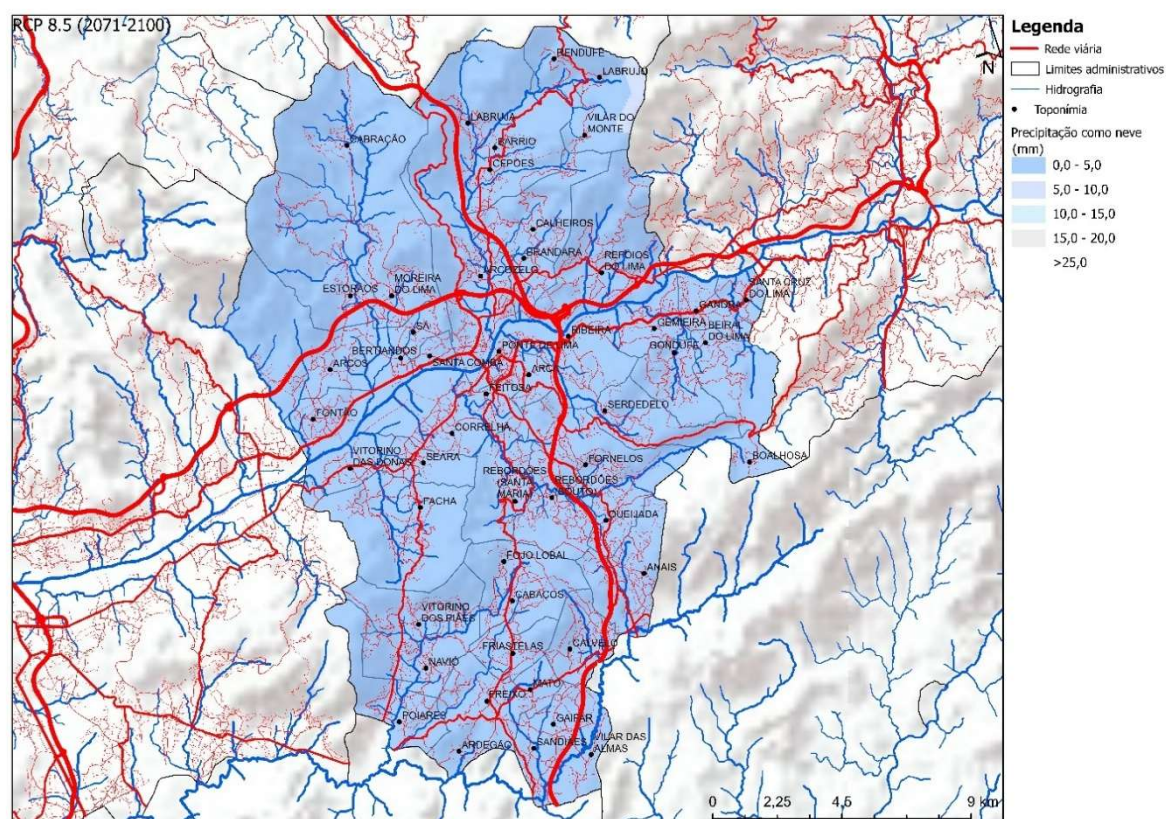


Figura 4.34 - Precipitação como neve para Ponte de Lima, RCP 8.5 (2071-2100).

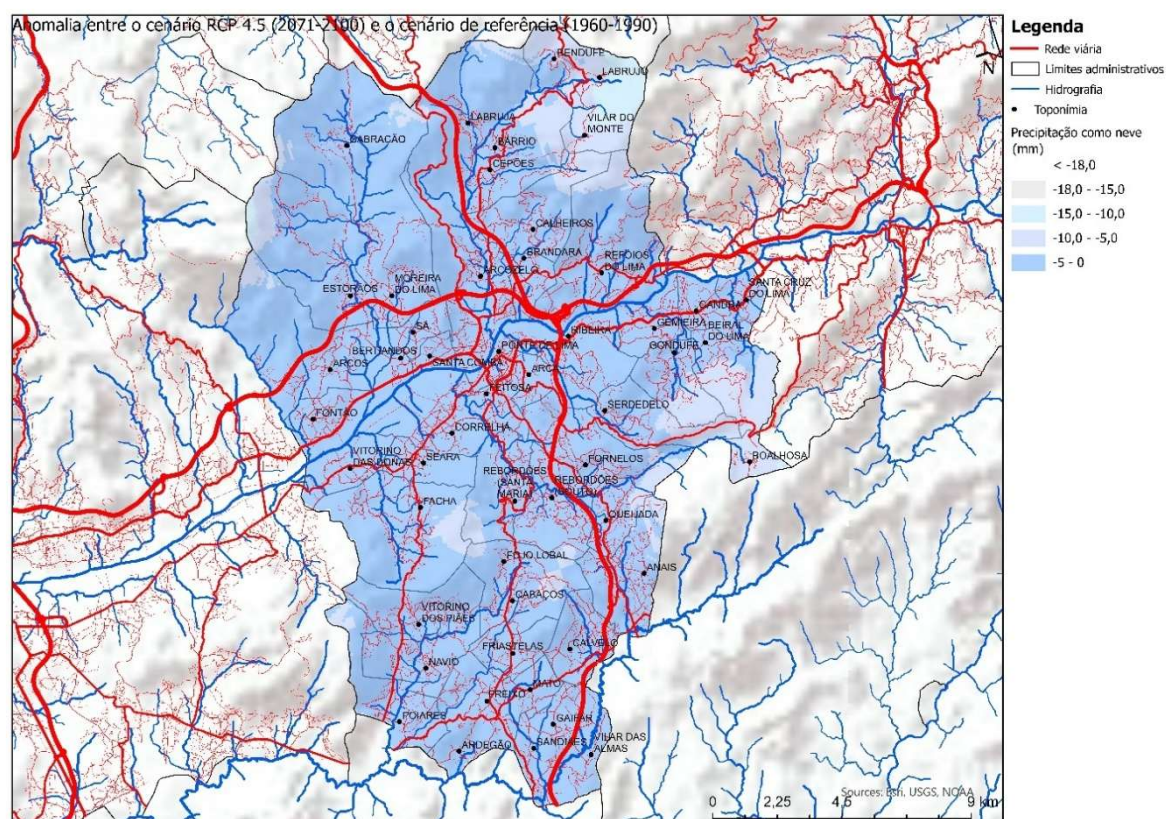


Figura 4.35 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e co cenário de referência (1960 – 1990).

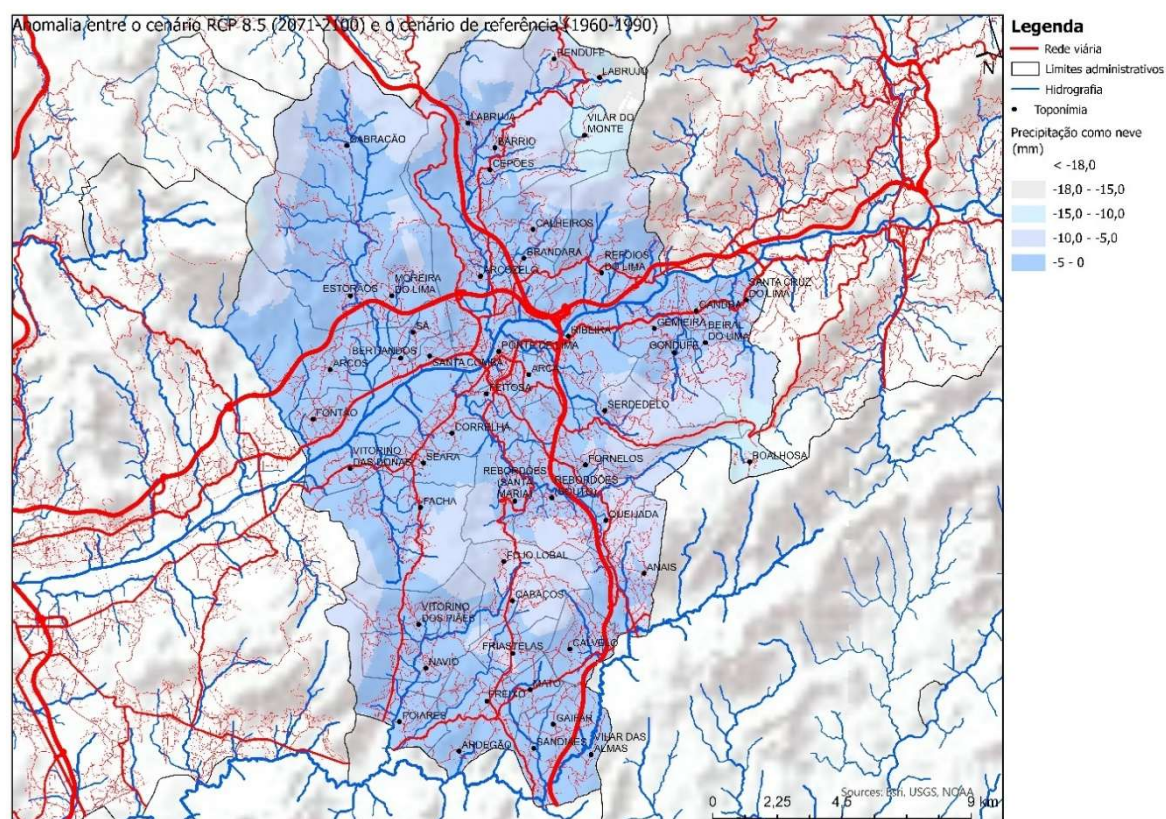


Figura 4.36 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e co cenário de referência (1960 – 1990).

4.4.10. Cenarização da evapotranspiração de referência

A evapotranspiração de referência, que representa a quantidade de água transferida para a atmosfera através da evaporação do solo e da transpiração das plantas, apresenta valores baixos em Ponte de Lima em comparação com a média nacional. Os valores variam conforme o relevo, com mínimos observados nas zonas de maior altitude e máximos nos vales interiores.

As projeções indicam uma tendência de aumento gradual da evapotranspiração de referência ao longo do século XXI. Para o período de referência (1960-1990), os valores variavam entre 754 mm e 874 mm por ano. No cenário RCP 4.5, as anomalias projetadas para 2050 situam-se entre 66 mm e 73 mm, aumentando para 79 mm a 88 mm em 2080. No cenário RCP 8.5, mais severo, os aumentos são mais expressivos, com anomalias de 85 mm a 95 mm para 2050 e de 132 mm a 147 mm para 2080.

Este aumento reflete as alterações climáticas e o consequente aquecimento global, que intensificam os processos de evaporação e transpiração, especialmente em zonas de menor altitude e vales. As implicações deste fenómeno incluem maior necessidade de água para a agricultura e um aumento do stress hídrico para plantas e ecossistemas. Estas mudanças destacam a urgência de estratégias de gestão hídrica para minimizar os impactos das alterações climáticas em Ponte de Lima.

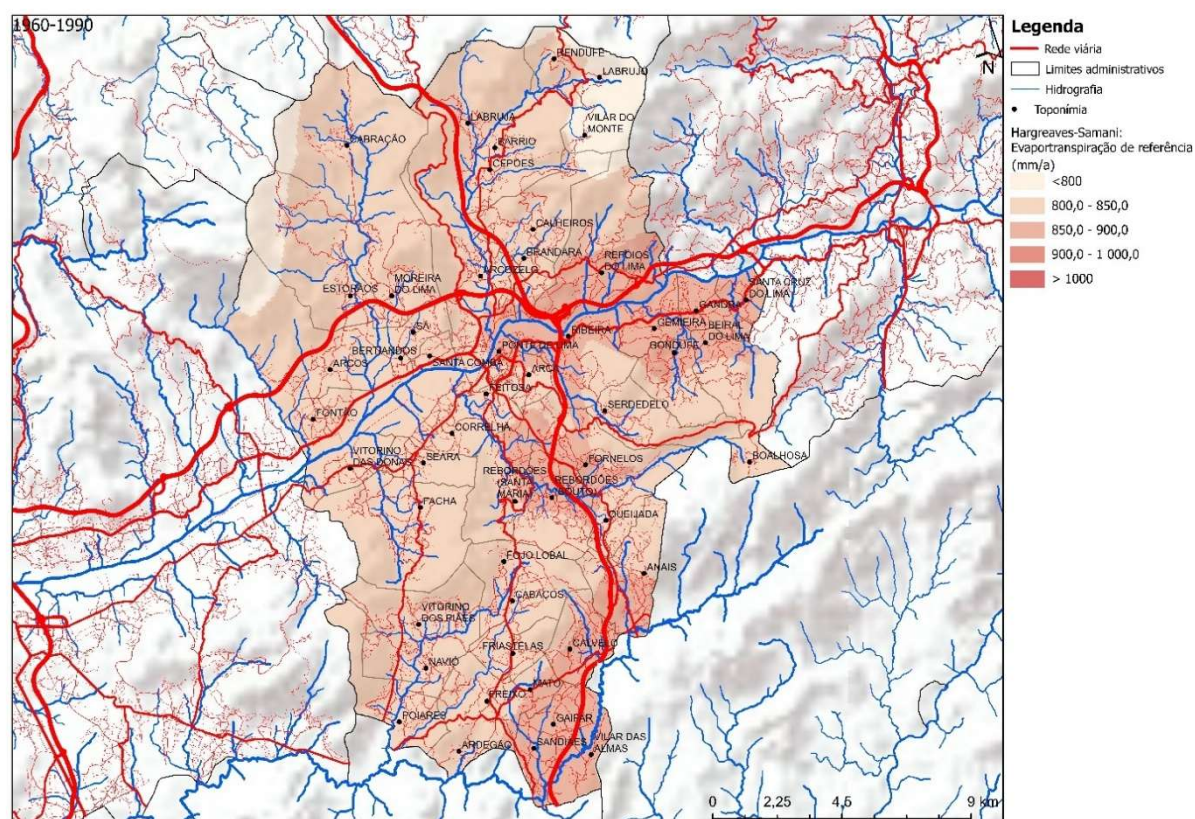


Figura 4.37 - Evapotranspiração de referência de Ponte de Lima para o presente (1960- 1990).

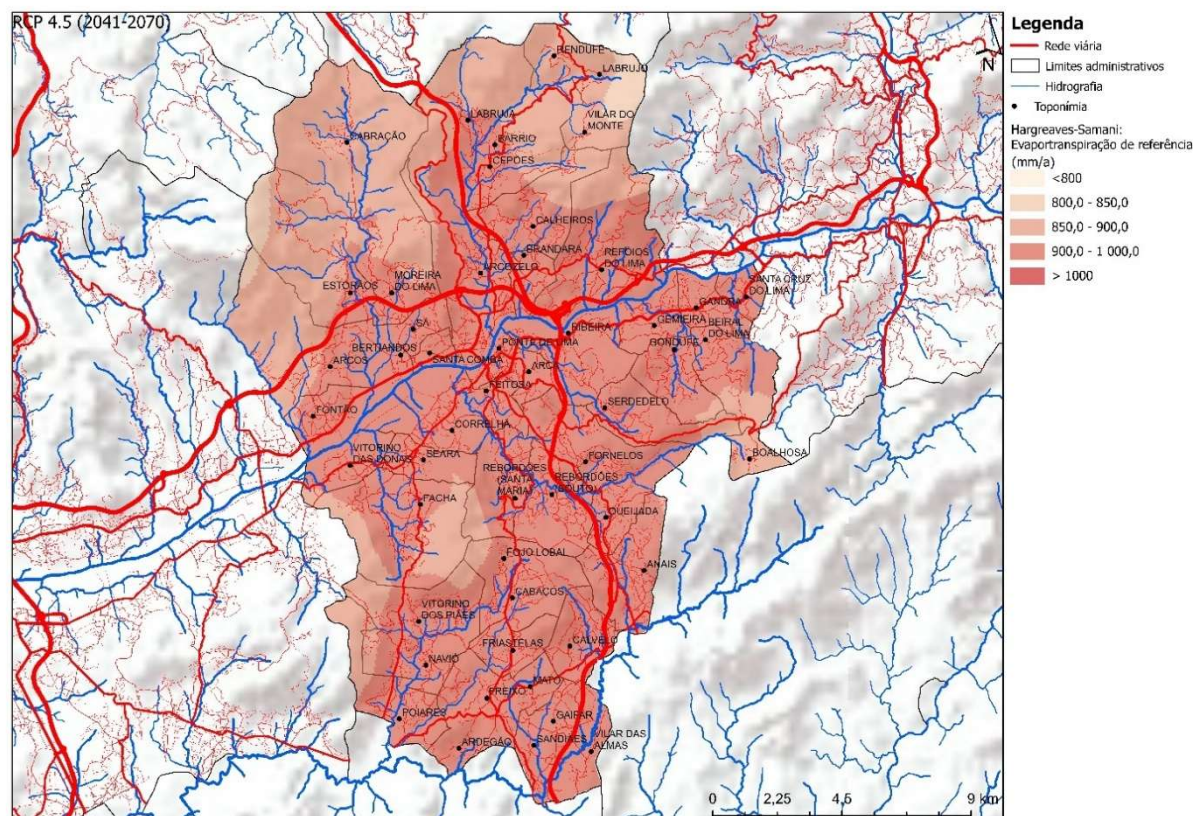


Figura 4.38 - Evapotranspiração de referência de Ponte de Lima, RCP 4.5 (2041-2070).

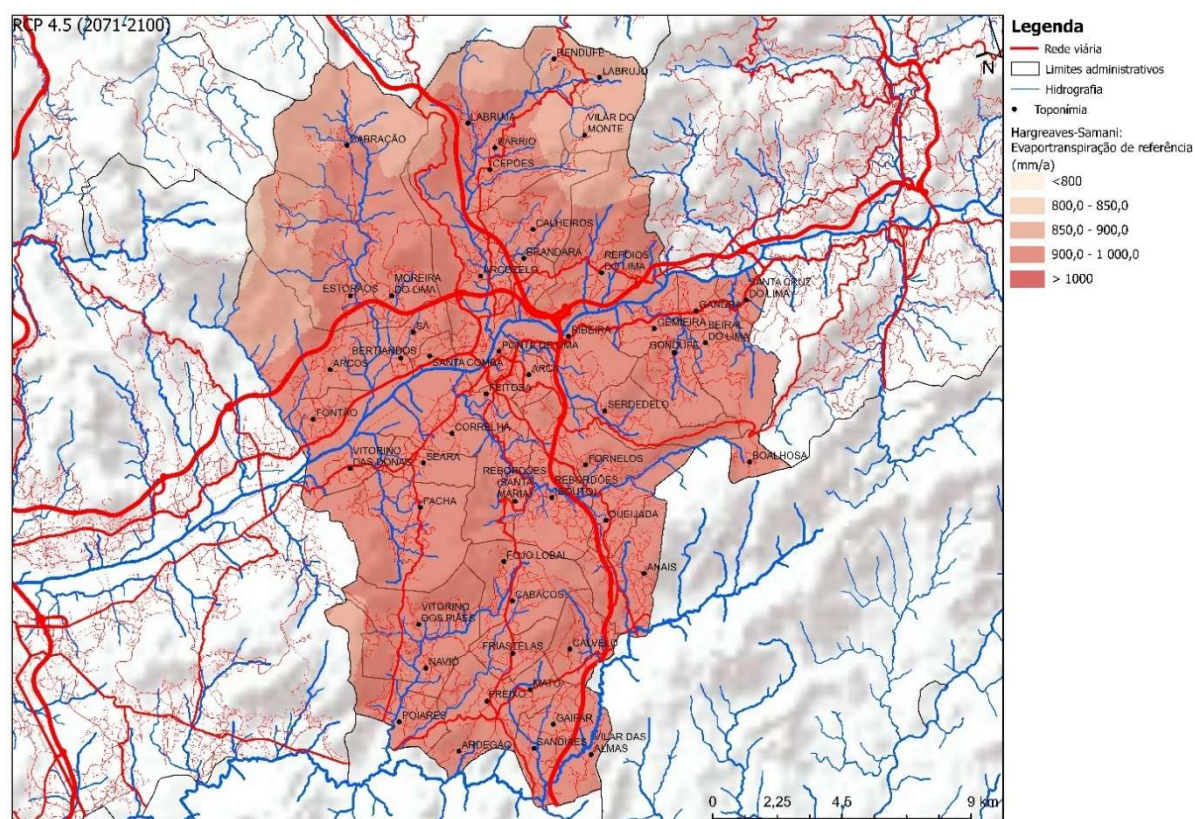


Figura 4.39 - Evapotranspiração de referência de Ponte de Lima, RCP 4.5 (2071-2100).

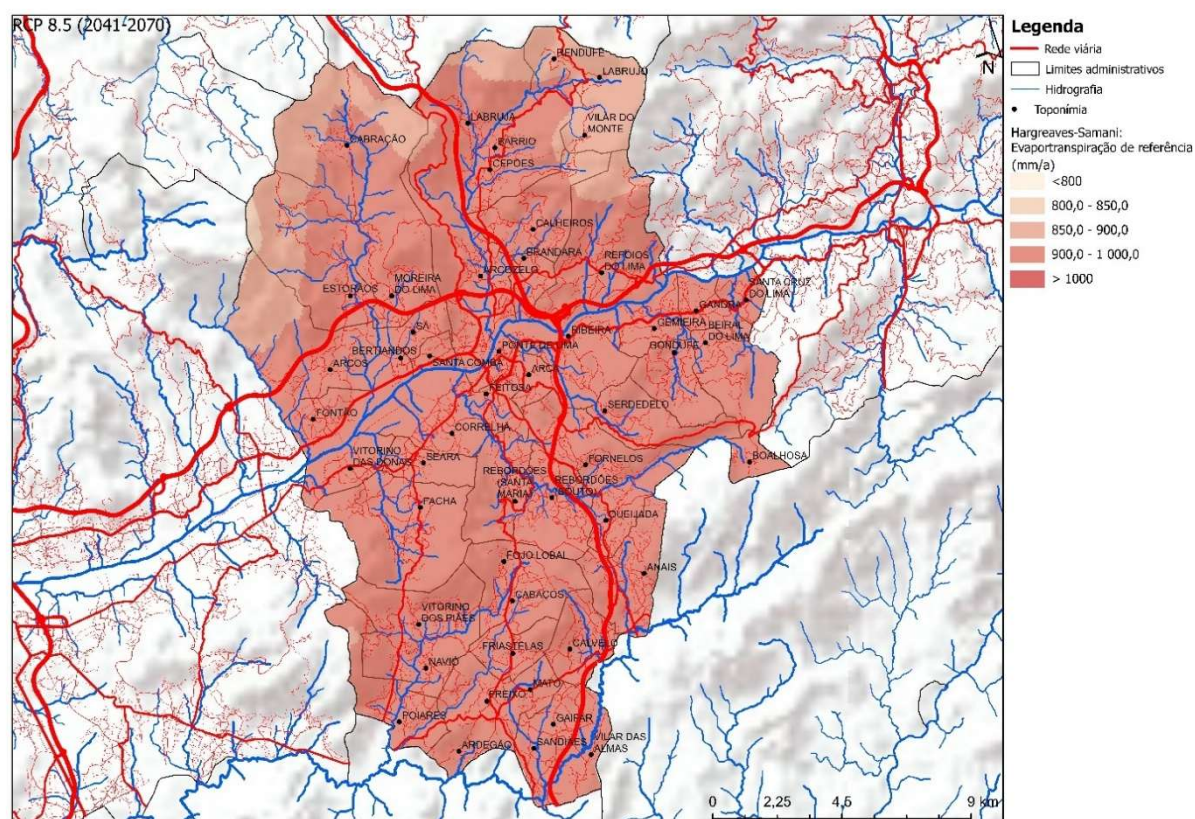


Figura 4.40 - Evapotranspiração de referência de Ponte de Lima, RCP 8.5 (2041-2070).

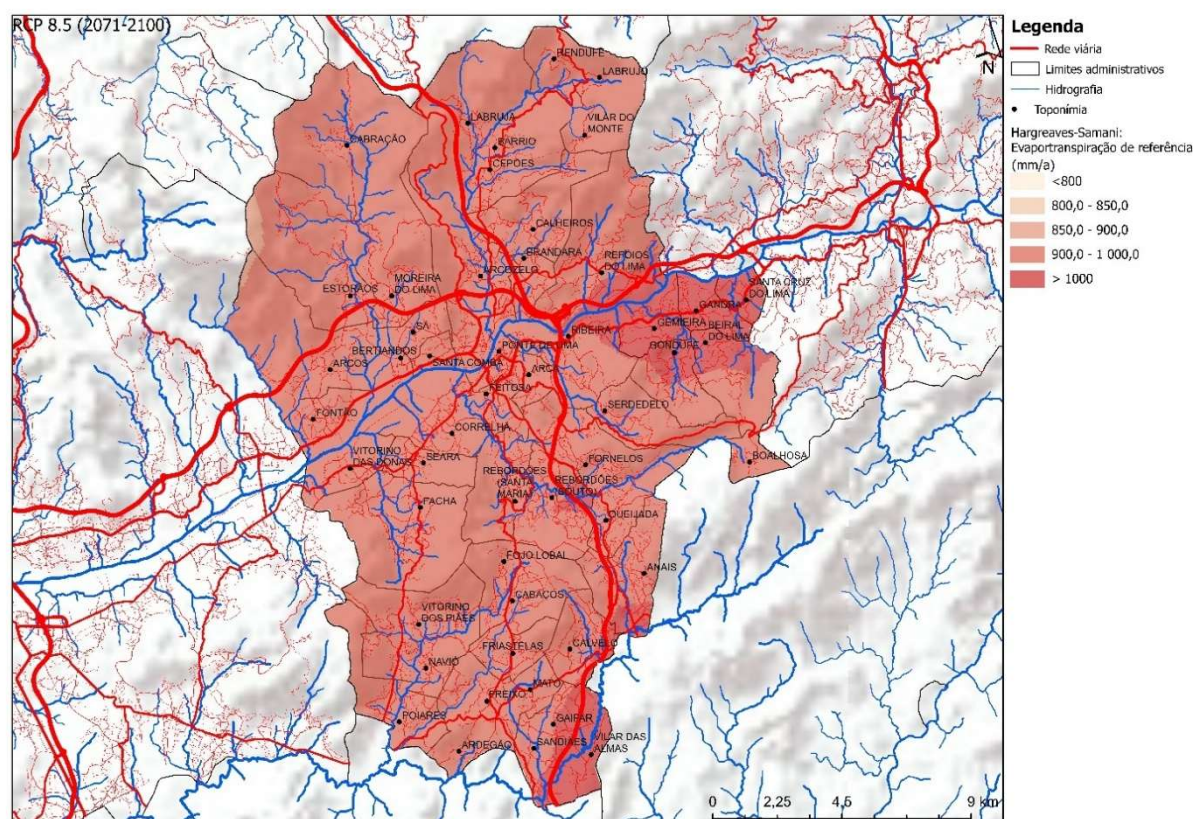


Figura 4.41 - Evapotranspiração de referência de Ponte de Lima, RCP 8.5 (2071-2100).

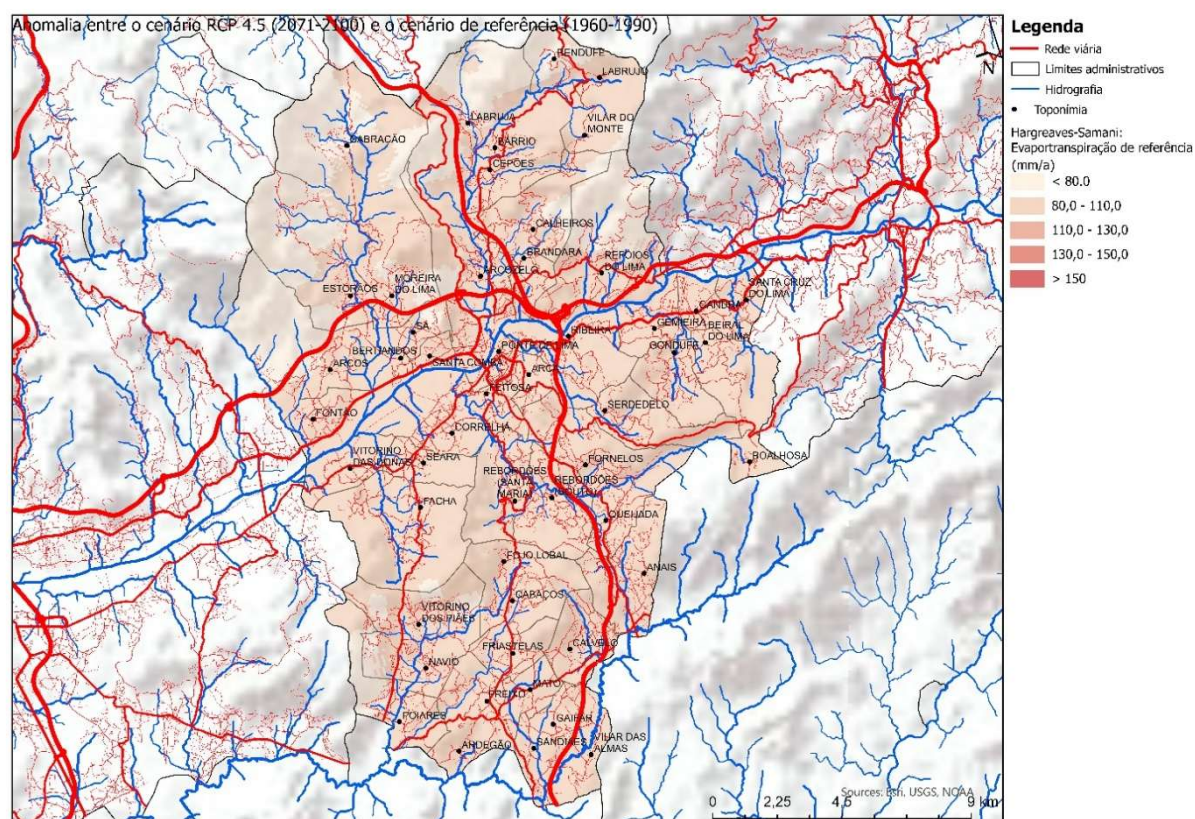


Figura 4.42 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071-2100) e o cenário de referência (1960-1990).

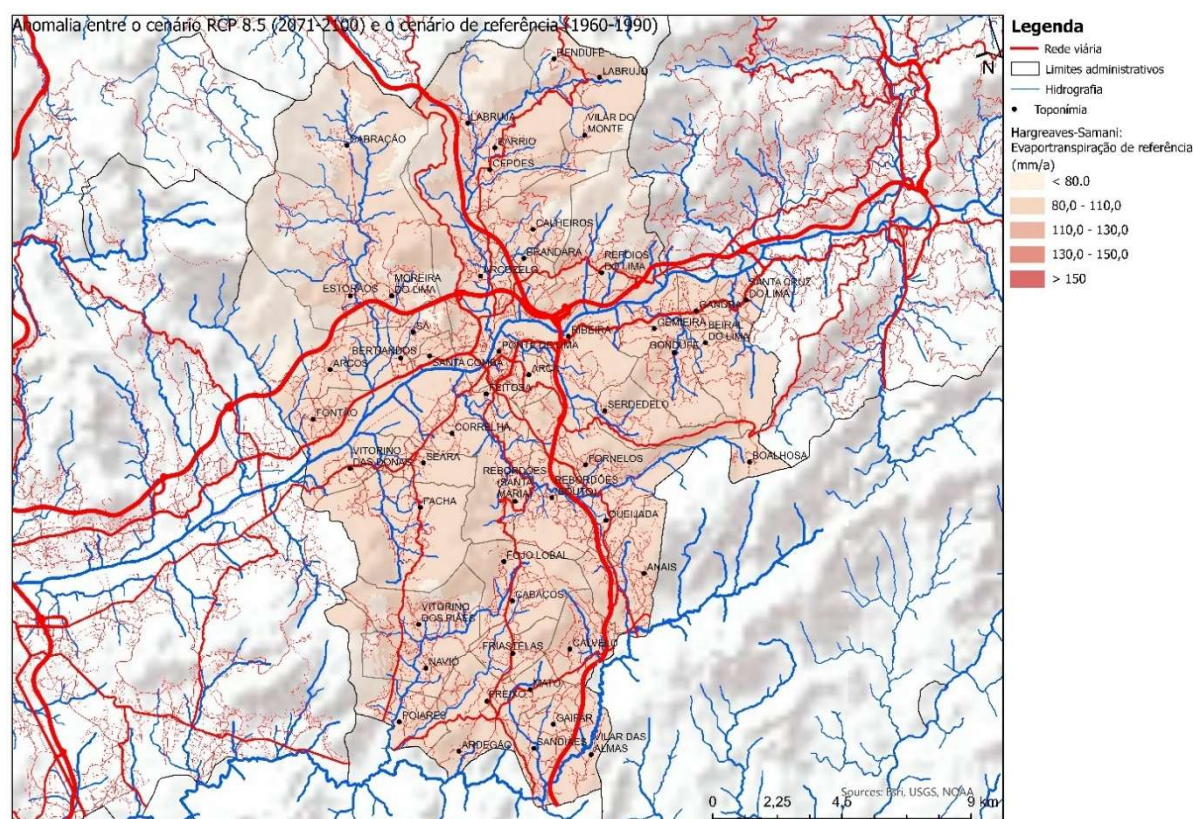


Figura 4.43 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071-2100) e o cenário de referência (1960-1990).

4.4.11. Cenarização do défice hídrico

O défice hídrico, indicador que mede a diferença entre a água necessária pelas plantas e a água disponível no solo, apresenta uma tendência de aumento significativo em Ponte de Lima ao longo do século XXI. Este aumento é mais acentuado no cenário RCP 8.5, caracterizado por emissões elevadas e falta de medidas de mitigação, refletindo os efeitos das alterações climáticas sobre os recursos hídricos da região.

Nos dados históricos modelados para o período de referência (1960-1990), o défice hídrico variava entre 204 mm e 314 mm por ano. As projeções para o cenário RCP 4.5 indicam anomalias de 105 mm a 118 mm em 2050, aumentando para 137 mm a 212 mm em 2080. No cenário RCP 8.5, os valores projetados são significativamente mais elevados, com anomalias entre 136 mm e 155 mm em 2050 e entre 210 mm e 233 mm em 2080.

Estas alterações apontam para um aumento do stress hídrico, com impactos diretos na produtividade agrícola, na saúde dos ecossistemas e na disponibilidade de água para consumo humano e atividades económicas. As zonas de menor altitude, com maior exposição ao calor e evapotranspiração, são particularmente vulneráveis.

A tendência de aumento do défice hídrico reforça a necessidade de implementar medidas de gestão hídrica eficientes, como a otimização de sistemas de irrigação, a conservação de recursos hídricos e a promoção de culturas resistentes à seca. Estas estratégias são essenciais para assegurar a resiliência do concelho de Ponte de Lima face às alterações climáticas.

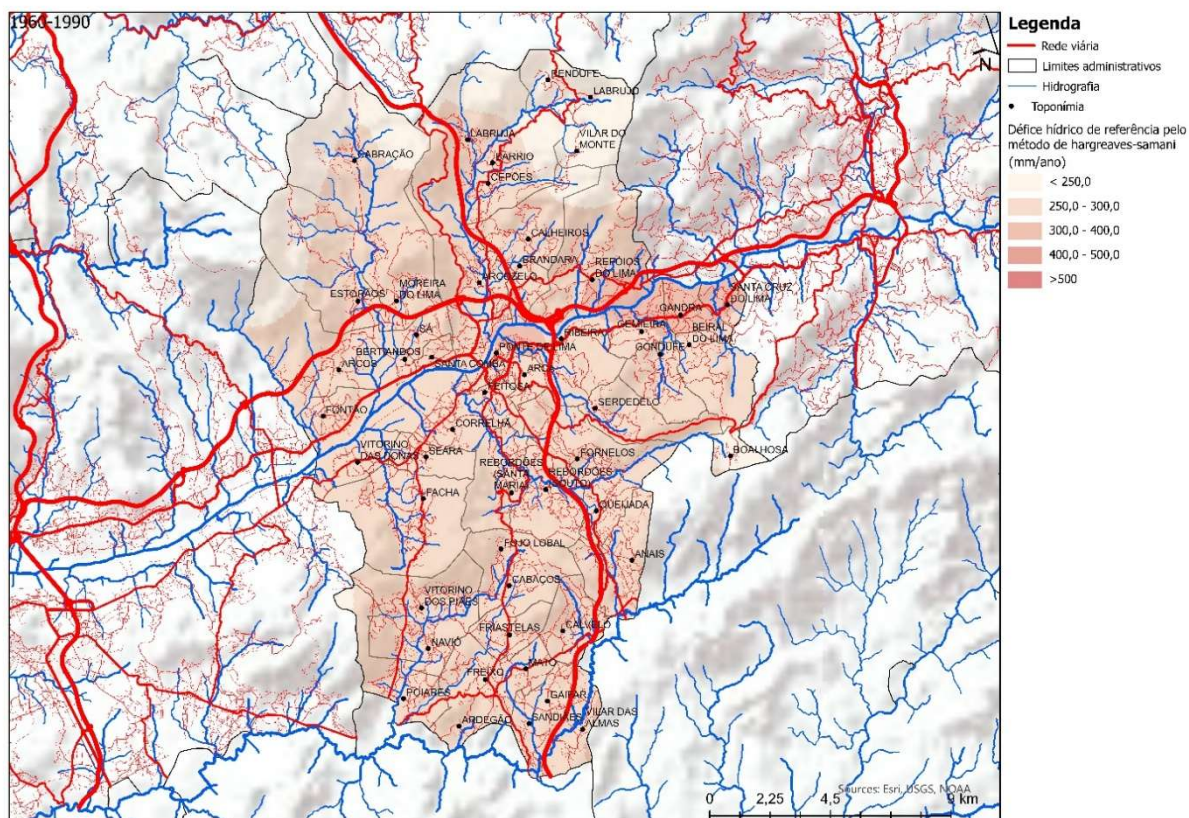


Figura 4.44 - Déficit hídrico de referência para Ponte de Lima, no presente (1960-1990).

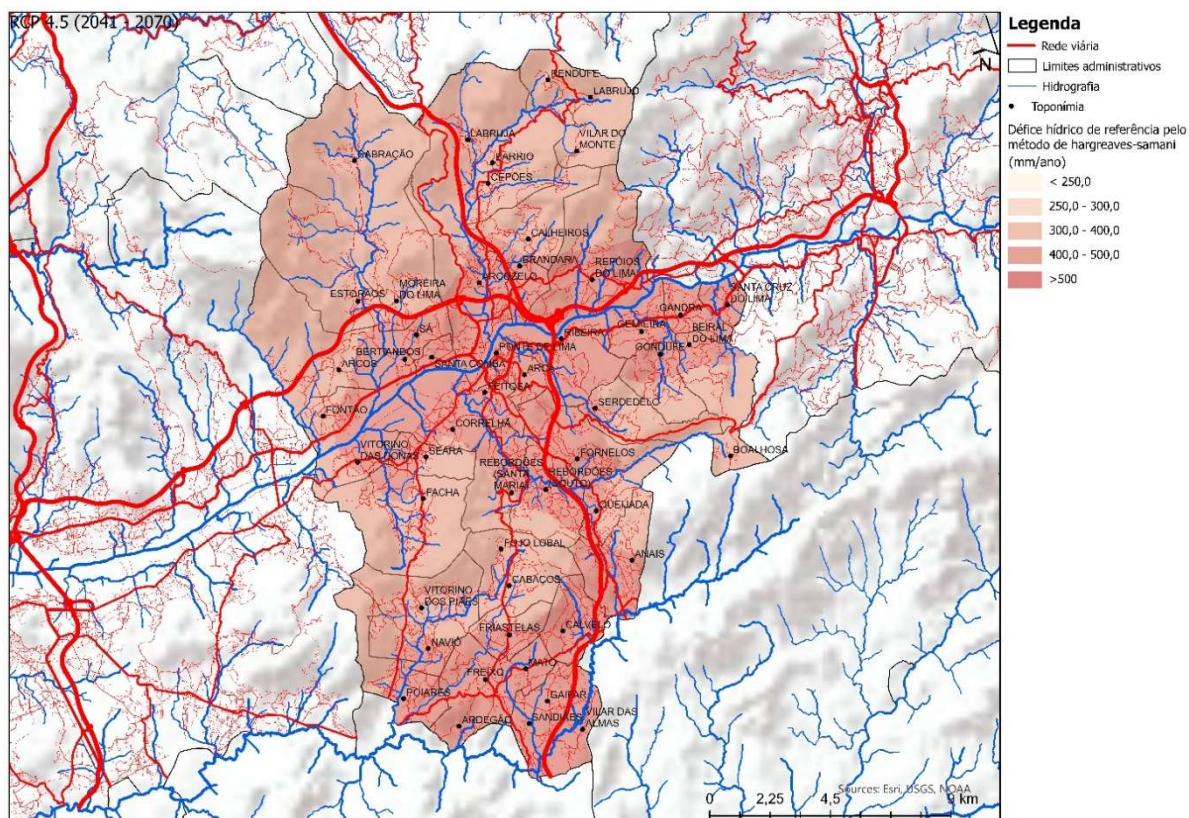


Figura 4.45 - Déficit hídrico de referência para Ponte de Lima, RCP 4.5 (2041-2070).

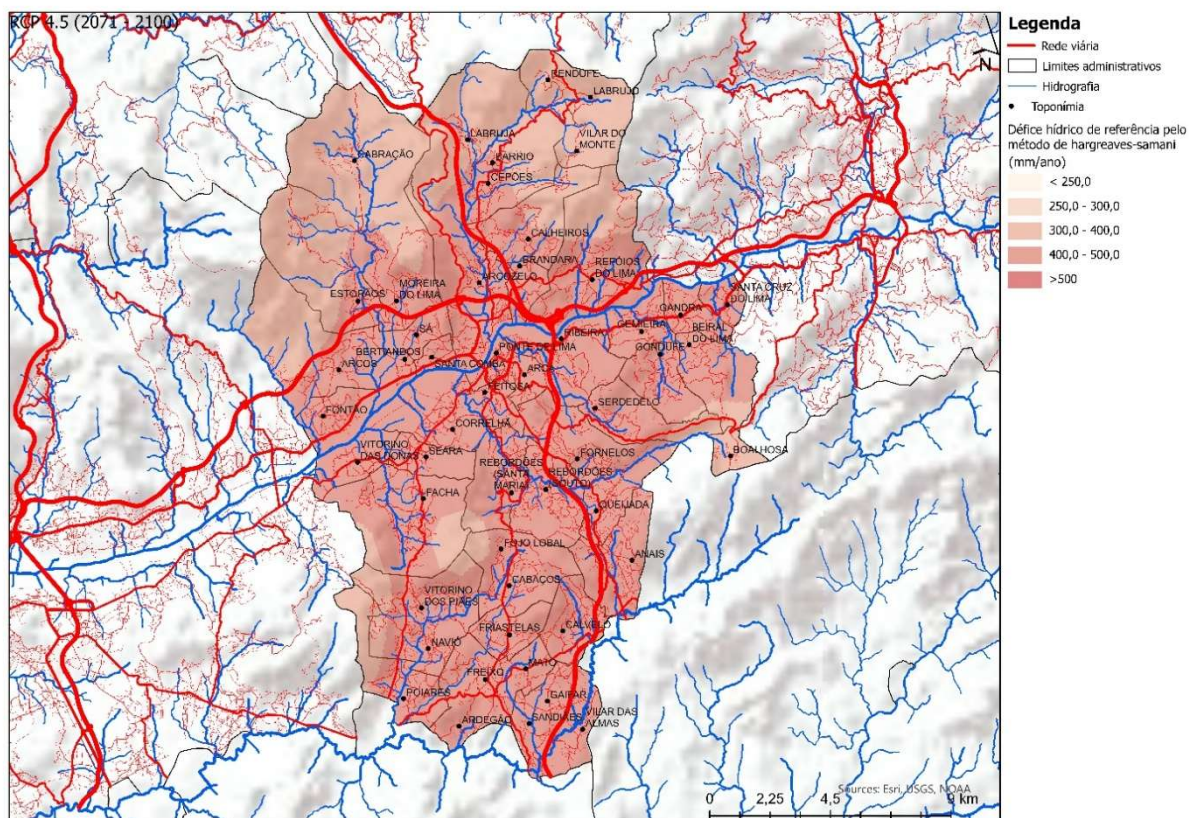


Figura 4.46 - Déficit hídrico de referência para Ponte de Lima, RCP 4.5 (2071-2100).

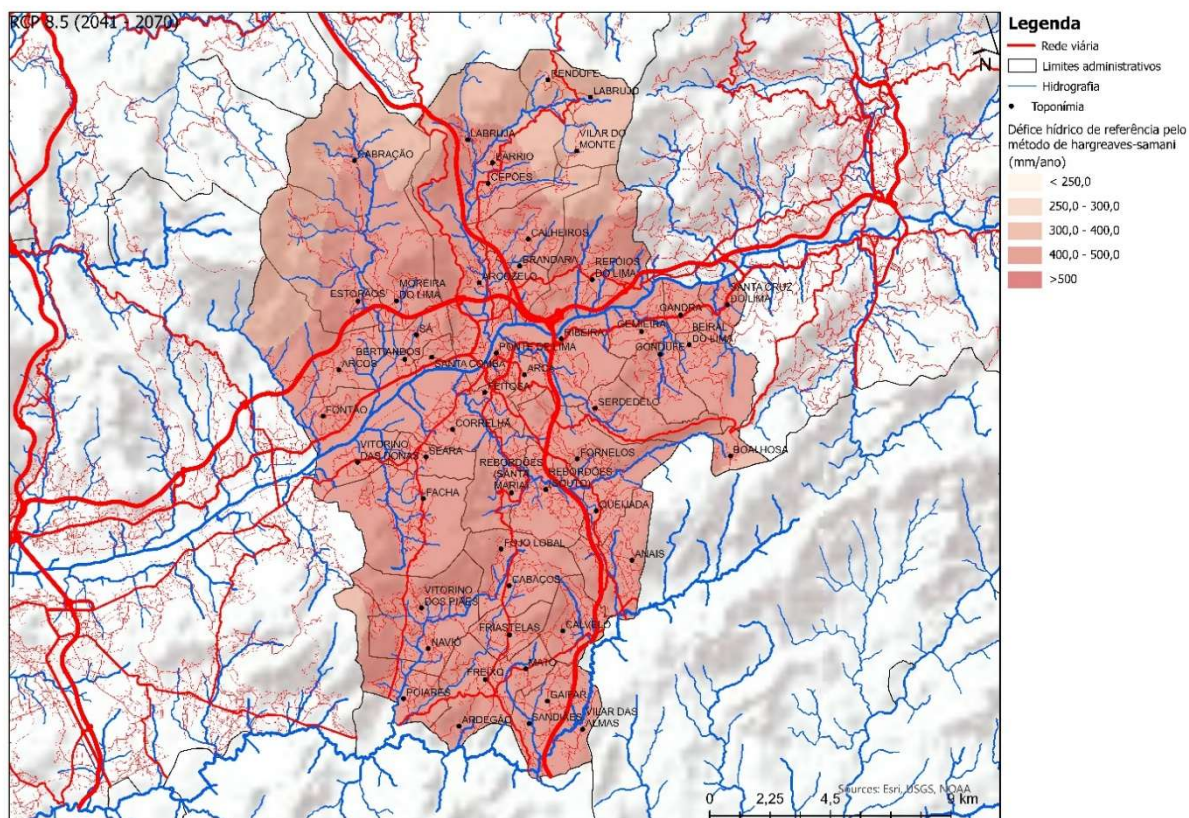


Figura 4.47 - Déficit hídrico de referência para Ponte de Lima, RCP 8.5 (2041-2070).

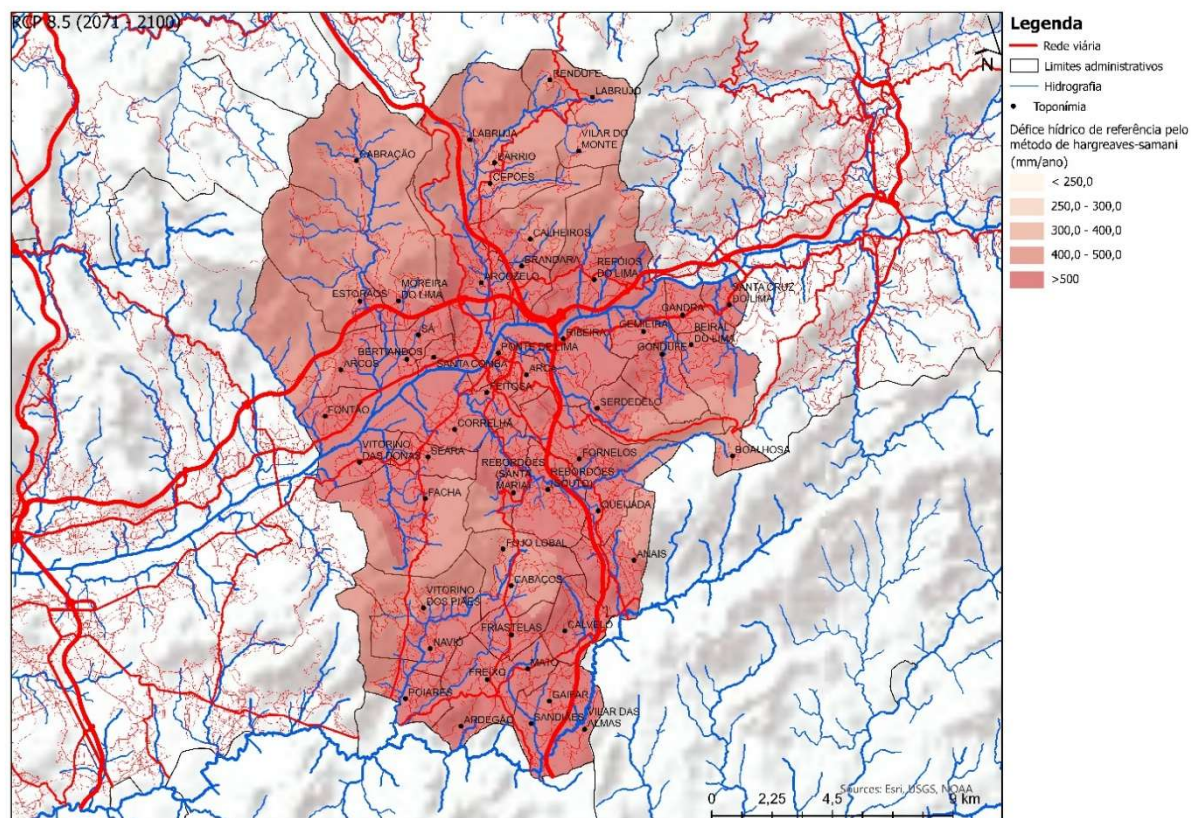


Figura 4.48 - Défice hídrico de referência para Ponte de Lima, RCP 8.5 (2071-2100).

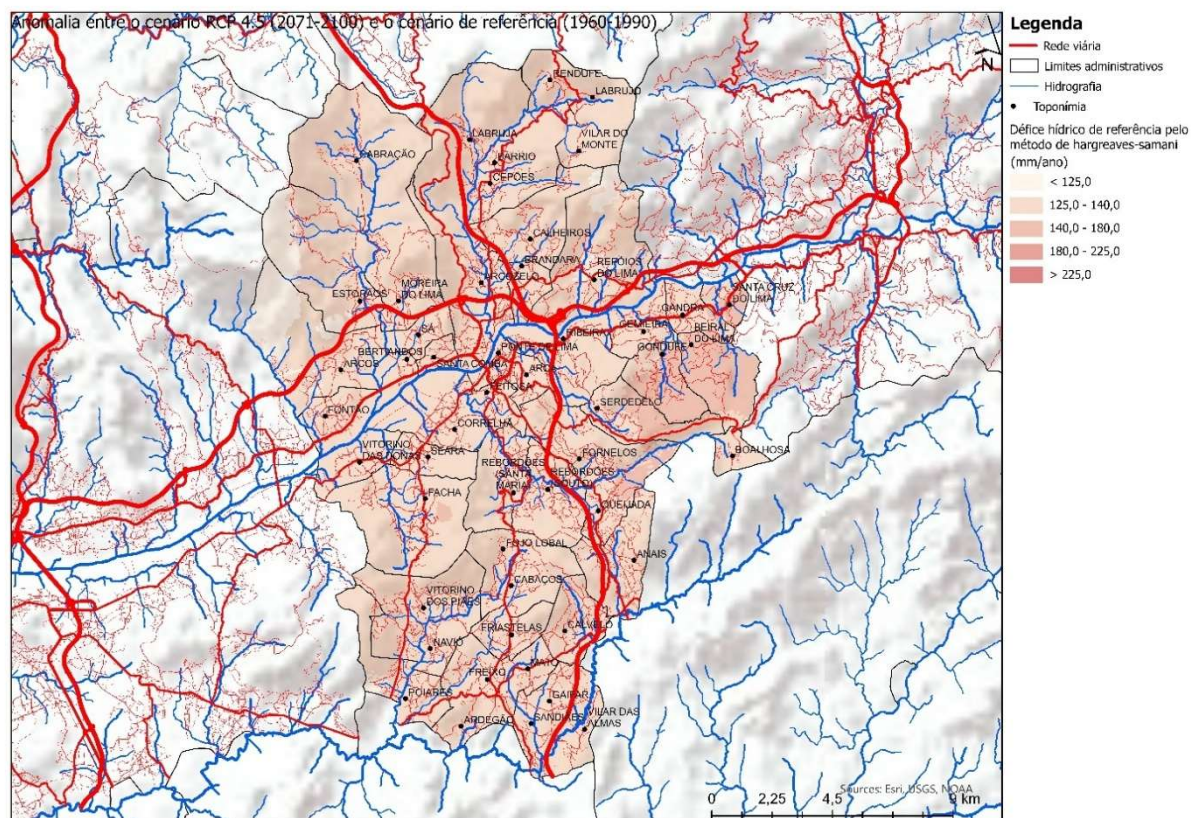


Figura 4.49 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071-2100) e o cenário de referência (1960-1990).

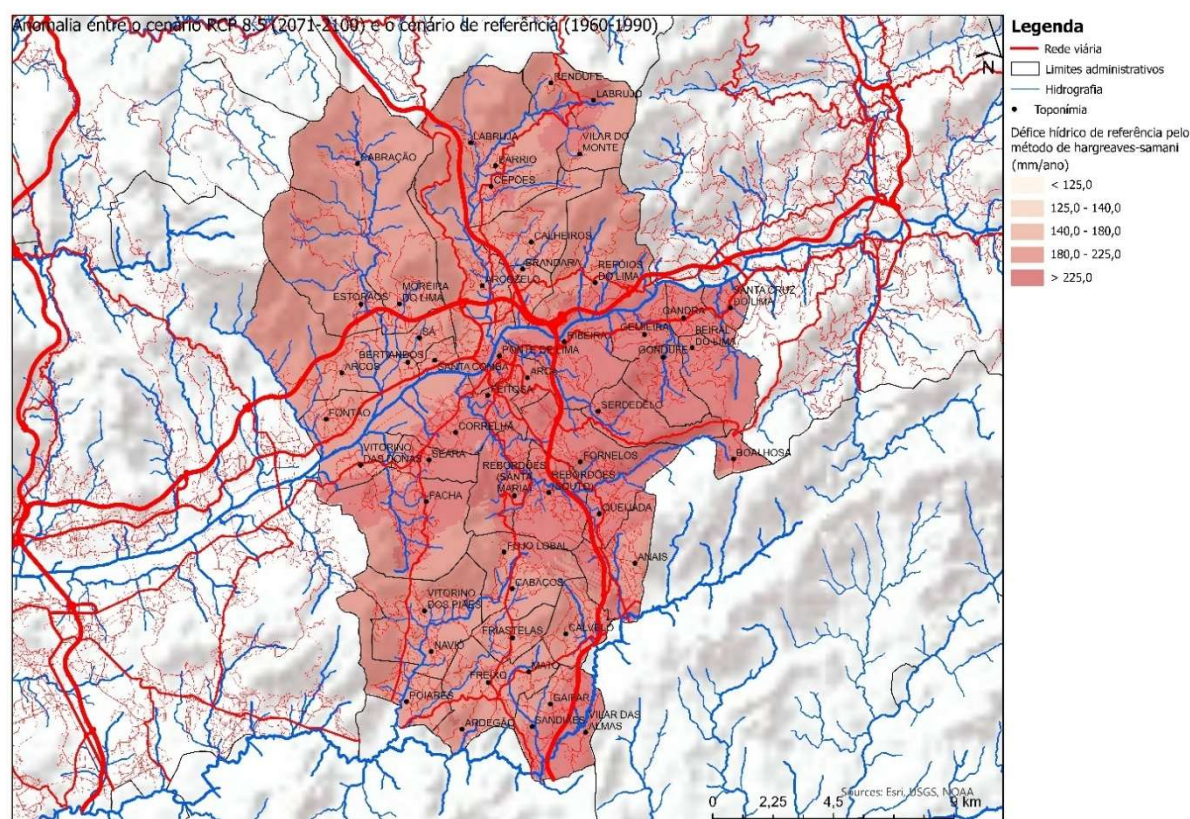


Figura 4.50 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071-2100) e o cenário de referência (1960-1990).

4.4.12. Cenarização do Índice de Seca (SPI)

O Índice de Seca Padronizado (SPI) é uma métrica fundamental para avaliar condições de déficit ou excesso de precipitação, permitindo monitorizar e categorizar períodos de chuva extrema ou seca extrema. Em Ponte de Lima, as projeções para o século XXI mostram contrastes sazonais mais pronunciados. Durante o verão, ambos os cenários climáticos (RCP 4.5 e RCP 8.5) apontam para uma intensificação das secas moderadas e severas, com valores negativos de SPI (-3), refletindo uma redução significativa da precipitação. No inverno, a tendência é oposta, com aumento da precipitação, levando a valores de SPI positivos (+3), especialmente no cenário RCP 8.5.

Quadro 4.8 - Classificação do índice SPI para períodos secos e períodos chuvosos e correspondente probabilidade de ocorrência.

Valores do SPI	Categoria da seca	Probabilidade %
≥ 2.00	chuva extrema	2.3
1.50 a 1.99	chuva severa	4.4
1.00 a 1.49	chuva moderada	9.2
0.99 a 0.50	chuva fraca	15.0
0.49 a -0.49	normal	19.1
-0.50 a -0.99	seca fraca	15.0
-1.00 a -1.49	seca moderada	9.2
-1.50 a -1.99	seca severa	4.4
≤ -2.00	seca extrema	2.3

Fonte: Alonso et al., 2019b.

Quadro 4.9 - Índice de Seca para o Alto Minho.

Cenários	Inverno	Primavera	Verão	Outono
1970-2000	0,3	0,3	0,1	0,3
RCP 4.5 (2041-2070)	3	1	-3	1
RCP 4.5 (2071-2100)	3	1	-3	1
RCP 8.5 (2041-2070)	3	1	-3	1
RCP 8.5 (2071-2100)	3	1	-4	1

Fonte: Alonso et al., 2019b.

4.4.13. Cenarização da intensidade do vento a 10 e 30 m

A intensidade do vento, avaliada a 10 e 30 metros de altura, apresenta estabilidade relativa até ao final do século, em ambos os cenários climáticos. As projeções indicam uma ligeira redução na velocidade média anual do vento, com exceções durante os meses de inverno (janeiro) e verão (julho e agosto), onde se regista um aumento marginal da intensidade. Este comportamento sugere que as condições de vento em Ponte de Lima deverão manter-se dentro dos valores históricos, com impactos limitados para atividades como a agricultura, a produção de energia eólica e a dispersão de poluentes atmosféricos.

4.4.14. Cenarização do número de dias com vento fraco e sem vento

Os dias sem vento, caracterizados por velocidades inferiores a 2 m/s, deverão manter-se relativamente estáveis ao longo do século. Em valores anuais, variam entre 5 e 9 dias, o que está em linha com os dados históricos. Para os dias com vento fraco (entre 2 e 5,5 m/s), o cenário RCP 4.5 sugere uma ligeira redução, enquanto o cenário RCP 8.5 projeta um pequeno aumento. Estas mudanças podem ter implicações subtis no conforto térmico e na qualidade do ar, embora não se prevejam impactos significativos para os setores dependentes de condições eólicas.

4.4.15. Cenarização do número de dias com vento moderado

Os dias com vento moderado, definidos por velocidades iguais ou superiores a 5,5 m/s, apresentam uma estabilidade notável em ambas as projeções climáticas. A média anual situa-se entre 40 e 60 dias, mantendo-se praticamente inalterada em comparação com os registos históricos. Esta consistência sugere que as condições de vento moderado continuarão a ter um impacto previsível em atividades como a dispersão de sementes e a produção de energia renovável.

4.4.16. Cenarização do número de dias com vento forte

Os eventos de vento forte, com velocidades superiores a 10,8 m/s, permanecem raros em Ponte de Lima. As projeções indicam uma média de 1 a 2 dias por ano, sem alterações significativas em relação ao período de referência. Este cenário reforça a ideia de que os riscos associados ao vento forte, como danos estruturais ou impactos na agricultura, deverão manter-se limitados e consistentes com os padrões históricos.

4.5. Cenarização Climática

4.5.1. Metodologia

A cenarização climática baseia-se em projeções que consideram diferentes cenários de emissões, conhecidos como RCPs (*Representative Concentration Pathways*), os quais refletem variações na concentração de gases com efeito de estufa na atmosfera ao longo do tempo.

Os dois cenários principais utilizados nesta análise são o RCP 4.5 e o RCP 8.5. O RCP 4.5 representa um cenário moderado, onde são aplicadas políticas climáticas e tecnológicas para reduzir as emissões, enquanto o RCP 8.5 assume um cenário de elevadas emissões e crescimento económico sem medidas de mitigação significativas. Estes cenários fornecem uma base para prever as variações nas condições climáticas futuras e avaliar os respetivos impactos no concelho de Ponte de Lima.

A metodologia de cenarização segue três fases principais:

- i) **Definição de Cenários Climáticos** Esta etapa consiste em selecionar os cenários de emissões e os modelos climáticos mais adequados para a região. No caso de PONTE DE LIMA, foram escolhidos o RCP 4.5 e o RCP 8.5, que permitem analisar diferentes trajetórias de evolução climática até ao final do século XXI.
- ii) **Análise de Indicadores Climáticos** São avaliados indicadores como temperatura média anual, número de dias de calor extremo, períodos de seca e padrões de precipitação. Esta análise permite identificar tendências e variabilidades climáticas que afetam diretamente o concelho.
- iii) **Interpretação dos Impactos e Recomendações** Com base nos cenários projetados, avaliam-se os impactos potenciais nas infraestruturas, na biodiversidade, na agricultura e nos recursos hídricos. São desenvolvidas recomendações para mitigar riscos e implementar medidas de adaptação eficazes.

O estudo de projeções climáticas, permite antecipar impactos e consequências associadas às alterações climáticas para o meio ambiente, social e económico, contudo os seus efeitos e severidade varia com as diferentes realidades territoriais existentes no concelho.

De forma geral, é previsível que o concelho de Ponte de Lima sofra um maior risco de incêndio florestal, deslizamento de vertentes, cheias fluviais e maior desconforto associado a ondas de calor. Estes impactos apresentam potencial para implicar alterações no desenrolar quotidiano e regional, desencadeando consequências diversas sobre o território como perda da qualidade da água e ar, diminuição da segurança alimentar, problemas de saúde diversos (com especial incidência sobre crianças e idosos), interrupções no fornecimento de serviços às populações, entre outros. Todas estas consequências apresentam potencial para desencadear uma série de outros impactos indiretos que diminuem a produtividade do território como o aumento do êxodo rural e perda local ou intensificação da intervenção humana sobre as paisagens locais.

Quadro 4.10 - Síntese dos principais impactes e consequências locais causadas pelas alterações climáticas até ao final do século (PIC-L).

Eventos climáticos	Impacte	Consequência
Temperaturas Elevadas e ondas de Calor	Aumento do risco de incêndio e ocorrência de incêndio Danos para a saúde humana Perdas nas cadeias de produção Formação de ilhas de calor urbanas Aumento do consumo de água	Aumento da área ardida; Redução de biodiversidade; Danos para a vegetação e alterações na biodiversidade; Problemas fitossanitários; Aumento da pressão sobre os centros de saúde; Maior risco de contrair doenças respiratórias e dermatológicas; Interrupção ou redução do fornecimento de água; Aumento da necessidade de refrigeração; Diminuição da qualidade e quantidade das massas de água.
Precipitação Excessiva	Inundações Perdas/diminuição de produção Danos em infraestruturas Condicionamento do tráfego Deslizamento de vertentes Degradação dos sistemas de saneamento	Alteração nos estilos de vida; Danos para a vegetação e alterações na biodiversidade; Destruição de margens ribeirinhas; Danos em infraestruturas e edificado; Intensificação dos processos erosivos; Perda de bens e danos materiais; Interrupção nos serviços de transporte público.
Vento Forte	Danificação de infraestruturas Interrupção de serviços Danos em árvores Alteração do quotidiano	Interrupção da distribuição de energia e telecomunicações; Danos no edificado, infraestruturas e viaturas; Condicionamentos de tráfego/encerramento de vias; Perda de bens e danos materiais; Maior risco associado ao uso de espaços públicos.

4.6. Caracterização climática e potenciais impactes

Ponte de Lima apresenta um clima temperado mediterrânico com uma forte influência atlântica, resultando em verões suaves e secos e invernos húmidos e frios. A sua posição geográfica e a diversidade da paisagem contribuem para microclimas distintos, especialmente entre os vales, as zonas montanhosas e as áreas ribeirinhas.

A temperatura média anual varia entre 11,1 °C e 14,8 °C, com uma amplitude térmica anual entre 10,2 °C e 11,9 °C. Durante o inverno, as temperaturas médias oscilam entre 6 °C e 10 °C, enquanto no verão alcançam valores entre 16,5 °C e 19,8 °C. O outono e a primavera registam temperaturas amenas, variando entre 9,4 °C e 15,9 °C, tornando-se estações de transição com condições climáticas mais estáveis.

A precipitação anual é elevada, variando entre 1238 mm e 1579 mm, refletindo a influência oceânica e a orografia local. O inverno é a estação mais chuvosa, registando entre 487 mm e 631 mm de precipitação, enquanto o verão é mais seco, com valores entre 84 mm e 128 mm. O outono e a primavera apresentam valores intermédios, contribuindo para a recarga hídrica e o equilíbrio ecológico da região.

As alterações climáticas têm afetado significativamente o clima local nas últimas décadas. Entre 1970 e 2000, verificou-se um aumento gradual da temperatura média anual, acompanhado por uma redução do número de dias de chuva e um aumento na intensidade de eventos de precipitação. Fenómenos como ondas de calor tornaram-se mais frequentes, com um crescimento no número de dias acima de 30 °C, enquanto os dias de geada diminuíram substancialmente. Estas mudanças refletem uma tendência de aquecimento global, que impacta diretamente os recursos hídricos, a biodiversidade e a agricultura local.

Os ventos predominantes em Ponte de Lima são oriundos do noroeste, devido à influência atlântica, enquanto as zonas montanhosas registam ventos mais intensos que afetam a dispersão de humidade e as temperaturas locais. Estes fatores desempenham um papel importante na formação dos padrões climáticos e na criação de microclimas específicos.

Com base nestes dados, é evidente que o clima de Ponte de Lima é marcado por uma interação complexa entre fatores naturais e humanos. A análise climática detalhada é essencial para o planeamento e implementação de estratégias de adaptação que garantam a sustentabilidade e a resiliência do concelho face aos desafios impostos pelas alterações climáticas.

4.6.1. Potenciais impactes identificados em Biodiversidade

A biodiversidade é essencial para o funcionamento dos ecossistemas que sustentam o aprovisionamento de serviços de ecossistemas e dos quais, em última análise, dependem os seres humanos (MEA, 2005; EEA, 2015). O crescimento da população humana, a conversão de *habitats* naturais para uso agrícola, industrial ou residencial, a par do aumento da procura de bens naturais e da pressão sobre a assimilação dos resíduos, reduziu o nível de resiliência dos *habitats* (Division of Early Warning and Assessment – UNEP, 2002; Pagiola *et al.*, 2004; Bishop *et al.*, 2009).

O nível de alteração existente nas paisagens apresenta profundas implicações, não só de natureza ecológica, mas também no plano do desenvolvimento económico e social, pelo valor que estes recursos representam em termos financeiros, culturais e científicos (MAOT, 2002) bem como, das funções e serviços associados.

A resposta das espécies, habitats e ecossistemas às alterações climáticas poderá ser distinta, levando à alteração dos ciclos de vida e das relações entre espécies. Este desfasamento afetará significativamente a distribuição geográfica, estrutura da cadeia trófica, as relações interespecíficas de competição ou mutualistas, migração e o intercâmbio genético de espécies selvagens, fenómenos cruciais para a manutenção e recuperação da biodiversidade.

Dentro da complexa rede de interações tróficas que ocorrem no ecossistema, é importante considerar o papel ecossistémico que o solo apresenta. Vários fatores climáticos, como precipitação intensa ou temperatura extrema, contribuem para o processo de desertificação e, consequentemente, para a diminuição da capacidade de o solo manter matéria orgânica e servir de *habitat* (JRC, 2009; EEA, 2008). Os processos de degradação ambiental favorecem ainda a propagação de espécies exóticas com carácter invasor, contribuindo para a diminuição da biodiversidade e valores ecossistémicos. A definição das principais vulnerabilidades às alterações climáticas para o setor da biodiversidade resulta da análise efetuada à luz dos dados e tendências climáticas disponíveis, tendo em conta ocorrências registadas, informação resultante de recolha bibliográfica, bem como planos e estratégias associadas.

BI.01 - Mudanças em cadeia cumulativas ou cascata nas cadeias ecológicas (desde os microrganismos aos seres superiores) em adaptação às mudanças ambientais/climáticas (ex. biodiversidade do solo, leveduras, ácaros) (Santos *et al.*, 2002; McDowell *et al.*, 2008);

BI.02 - Alterações dos padrões de distribuição espacial e temporal das espécies espontâneas/selvagens e cultivadas/domésticas com alterações de comportamento/fenologia, nos padrões de crescimento nas épocas de reprodução, crescimento e maturação sexual (ex. carvalhal) (Thomas e Lennon, 1999; Pereira *et al.*, 2002, 2006; Régnière, 2009);

BI.03 - Aumento nas perturbações ecológicas, diminuição da resiliência (e serviços de ecossistemas) e da capacidade de adaptação dos ecossistemas (eventos catastróficos, incêndios florestais) (Santos *et al.*, 2002; IPCC, 2007);

BI.04 - Aumento dos riscos biológicos em particular dos processos de invasão biológica (invasoras florestais, vespa asiática, bivalves) (Marchante, 2001; Cruz *et al.*, 2006; Costa, 2019);

BI.05 - Maior pressão sobre os nichos ecológicos, como sejam, a menor capacidade de abrigo das espécies ribeirinhas por diminuição do número de riachos com caudal contínuo, degradação do coberto arbóreo, em

particular das galerias ripícolas; (Mooney *et al.* 2001; Santos & Miranda, 2006; Alves *et al.*, 2008; Mazzorana *et al.*, 2019);

BI.06 - Impactes significativos sobre os *habitats* de montanha, como sejam, as turfeiras e outros *habitats*/nichos com condições seminaturais (áreas de turfeira) (Byrne *et al.*, 2004; Lappalainen, 1996; Alves *et al.*, 2008);

BI.07 - Alteração da distribuição e dos processos migratórios de espécies, como sejam, a ictiofauna (lampreia, sável), avifauna (alteração das rotas e aclimação/residência), quirópteros, anfíbios e répteis, moluscos marinhos, mamíferos, vegetais, insetos e macrofungos (cogumelos) (Reynolds, 2006; Reis, 2006);

BI.08 - Impactes na população e distribuição de espécies com interesse cinegético (inclusive sobre a caça, pesca e cogumelos selvagens) e muita incerteza associada ao desconhecimento do impacto das alterações edafoclimáticas nos cogumelos e insetos numa perspetiva de ecologia funcional (EEA, 2008; Chen, 2011);

BI.09 - Aumento da temperatura das massas de água, diminuição do nível de oxigénio disponível na água e propensão para processos de eutrofização (Cooke *et al.*, 1993; Reynolds, 2006);

4.6.2. Potenciais impactes identificados em Agricultura e Floresta

A agricultura é particularmente vulnerável às alterações no clima, uma vez que é um setor fortemente dependente das condições meteorológicas e climáticas de cada região. As alterações observadas na temperatura do ar e no regime e quantidade de precipitação acentuar-se-ão no futuro, sendo esperados impactes na disponibilidade dos recursos hídricos e no número de horas de frio (GGP, 2018).

A agricultura terá, assim, que, por um lado, lidar com a diminuição da água disponível para a irrigação e, por outro, proteger os recursos hídricos através de restrições devido ao aumento da lixiviação de nitratos (Alcamo *et al.* 2007). Também a alteração do número de horas de frio poderá trazer impactes: se, por um lado, o aumento do número de horas de sol pode antecipar a floração e maturação da planta, isso também a torna mais vulnerável a vagas de frio fora de época e cria condições mais favoráveis a agentes bióticos nocivos (Canaveira e Papudo, 2013).

Por outro lado, maiores níveis de CO₂ e temperaturas mais amenas podem levar ao aumento de produção das culturas mais sensíveis ao frio e mais bem-adaptadas ao clima quentes. Estes ganhos serão maioritariamente, visíveis na produção florestal, nas zonas em que a disponibilidade hídrica não é um fator limitante, pode resultar uma maior taxa de produção de biomassa. Perante estes desafios, é cada vez mais relevante aprofundar o conhecimento e reforçar as capacidades existentes, nomeadamente, estimulando sinergias entre a ciência e o setor agrícola, de forma a melhorar e desenvolver novos produtos e aplicações de suporte à decisão (GGP, 2018).

A definição das principais vulnerabilidades às alterações climáticas para o setor da agricultura e florestas resulta da análise efetuada à luz dos dados e tendências climáticas disponíveis, tendo em conta ocorrências registadas, informação resultante da recolha bibliográfica, planos e estratégias de interesse:

AF.01 - Maior probabilidade de ocorrência de fenómenos extremos (chuvas, ventos, vagas de frio) com impactes sobre a ecologia e fenologia das espécies agrícolas, animais e florestais devido à maior variabilidade das condições climáticas sobre o comportamento da fisiologia animal e vegetal (devido à maior taxa fotossintética, diminuição da duração do ciclo das culturas, aumento do período isento de geadas, decréscimo do número de horas de frio, aumento da incidência de pragas e doenças bem como do stress hídrico, maior erosividade da precipitação, diminuição do bem-estar e fertilidade animal e a necessidade de condicionamento animal, suscetibilidade a eventos extremos, aumento da necessidade de

drenagem artificial e rega com uma afetação da produtividade e tipicidade das produções florestais e agrícola associada a mudanças na distribuição geográfica potencial das espécies) (Batistti *et al.*, 2009; Machado, 2010; Wheeler *et al.*, 2013):

AF.02 - Possível alteração de propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (ex. diminuição da matéria orgânica) e da água superficial e subterrânea (EEA, 2012; Kurnik, B., Kajfež-Bogataj, L. e Horion, S., 2015);

AF.03 - Reforço das necessidades hídricas em fases específicas do ciclo com uma necessidade de aposta na melhoria do regadio (captura, armazenamento, distribuição e aplicação da água de rega) e da drenagem (períodos e locais de excesso de água no solo) (Braga e Pinto, 2009);

AF.04 - Diminuição do período ótimo e oportunidade de intervenção nas operações culturais nas áreas de produção vegetal (ex. impossibilidade de realizar práticas agrícolas com solo encharcado - ex. sementeiras) e aumento dos custos de produção, transporte e armazenamento das culturas agrícolas e florestais (Humanes *et al.*, 2009; Silva, 2019);

AF.05 - Ambiente desfavorável para plantas que precisam de repouso invernal e horas de frio para completar o ciclo e a produção vegetal em qualidade (Ciais *et al.*, 2005);

AF.06 - Maior propensão ao aparecimento de riscos biológicos associados aos riscos sanitários ao nível das pragas e doenças vegetais (míldios, oídios, afídios, fungos, bactérias) (Menéndez, 2007 citado em Moore e Allarad, 2008; declaração de Montesclaros, 2011);

AF.07 - Maior necessidade e potencialmente maiores perdas sobre/destruição de culturas e infraestruturas (abrigos, estufas) e de todos os sistemas que implicam seguros ambientais (Petri *et al.*, 1982; Seguin *et al.*, 2005; Peres de Sousa *et al.*, 2010);

AF.08 - Aumento da temperatura média, dos períodos sem chuva, da evapotranspiração e consequente aumento da época do período de risco de incêndio florestal associados à maior recorrência, extensão e severidade dos incêndios florestais com impactes sobre o risco de erosão e acumulação de matéria orgânica seca (Santos *et al.*, 2002; Santos e Miranda, 2006);

AF.09 - Maior potencial de absorção de carbono por parte das florestas e aumento de produtividade potencial para espécies silvícolas como: Pinheiro bravo e Eucalipto (10%), no litoral norte devido ao aumento das temperaturas, e sobreiro (20% - 25%) para toda a região (EAAFAC, 2013);

AF.10 - Condições favoráveis à colonização dos espaços florestais por espécies invasoras associadas ao estabelecimento de agentes bióticos nocivos (pragas, doenças, espécies exóticas invasoras) (Kremer, 2007; Linder, 2008);

AF.11 - Diminuição da taxa da capacidade de regeneração de um grande número de espécies autóctones e redução da área geográfica de distribuição potencial de espécies mais adaptadas às condições de menor temperatura (Santos e Miranda, 2006; Felicissimo, 2011);

AF.12 - Espaço de oportunidade para as espécies mais rústicas, menos exigentes e mais adaptadas, como sejam as espécies autóctones (EAAFAC, 2013).

4.6.3. Potenciais impactes identificados em Energia e Segurança Energética

A produção e o consumo de energia são responsáveis, direta e indiretamente, por alguns dos principais impactes no clima (através da emissão de CO₂) e na paisagem (instalação de estruturas físicas). De forma geral, prevê-se que as alterações climáticas conduzam a dois padrões distintos de consumo energético. Durante o verão, devido as necessidades de refrigeração para conforto térmico, é esperado que o consumo aumente, o que contrasta com os meses de inverno, onde diminuirá a necessidade de aquecimento. Apesar

desta tendência favorável, é de extrema importância reduzir substancialmente o consumo energético (EEA 2008).

Tendo em consideração as diretivas internacionais e nacionais que têm por objetivo a minimização das alterações climáticas a médio e longo prazo, é cada vez mais urgente caminhar para uma sociedade energeticamente eficiente. A definição das principais vulnerabilidades às alterações climáticas para o setor da energia e segurança energética resulta da análise efetuada à luz dos dados e tendências climáticas disponíveis, tendo em conta ocorrências registadas, informação resultante da recolha bibliográfica, planos e estratégias de interesse:

ES.01 - Alterações dos padrões de produção (em particular na produção de energia renováveis e nos custos de produção das energias não renováveis) ao alterar-se a radiação, velocidade do vento, caudais e os níveis de recursos hídricos (Callaway, 2004; Fidge, 2006; Brayshaw, 2010; Sims *et al.*, 2011);

ES.02 - Impactes sobre os custos de produção de energia solar, eólica e hídrica (Bloom *et al.*, 2008; Hadley *et al.*, 2006; Blanco 2009; Guan, 2010);

ES.03 - Interrupção do fornecimento de energia, devido a perturbações, danos temporários a permanentes nas infraestruturas associadas à maior propensão de riscos associados às redes energéticas (elétricas e gasodutos) (Hekkenberg, 2009; APA, 2012; Trenbeth *et al.*, 2018);

ES.04 - Diminuição das áreas adequadas e custos de deslocação/adaptação de locais de armazenamento de energia (silos de combustíveis fósseis), (Chen *et al.*, 2009; Paskal, 2009);

ES.05 - Alterações dos padrões de armazenamento, transporte e distribuição (relação entre os locais de armazenamento, distribuição e riscos associados ao transporte em rede ou em contentor/transportes) (Parker, 2005; Ibrahim, 2008; Tassou *et al.*, 2009; Goldstein, 2010);

ES.06 - Alteração dos padrões de consumo (padrões espaciais e temporais do consumo de energia (ex. a questão das necessidades e eficiência energética nos mercados domésticos)) nomeadamente em termos das áreas habitacionais e edifícios públicos para responder a hábitos humanos na relação com as ondas de calor e frio (Arrieta e Lora, 2005; ECF 2014; Yeo e Gabbai, 2011; Xu *et al.*, 2011);

ES.07 - Quebras na rede elétrica devido a fenómenos extremos como: furacões, incêndios, impactes não significativos nas centrais termoelétricas, uma vez que estas instalações, de um modo geral, apresentam menor vulnerabilidade (Kerry, 2005 e 2008; Harrison e William, 2008);

ES.08 - Maiores pressões e oportunidade de novas energias renováveis (ex. Biomassa, geotermia) e novos modelos/sistemas de produção e consumo (ex. sistemas distribuídos, microgeração) (Persson *et al.*, 2009; GE Energy; 2010; Wei *et al.*, 2010; Stoikov e Gassiy, 2018).

4.6.4. Potenciais impactes identificados em Saúde Humana

Todas as pessoas são afetadas pelas alterações climáticas, mas os efeitos na saúde dependem largamente da sua vulnerabilidade (ex. idade e estado de saúde). O aumento da severidade e da frequência de eventos meteorológicos extremos, tais como precipitação intensa e tempestades, potencia a ocorrência de inundações que podem afetar as pessoas física e psicologicamente, devido a experiências traumatizantes, destruição de habitações, falta de água potável, perturbação de serviços essenciais ou perdas materiais.

As alterações climáticas vão também aumentar a frequência, intensidade e duração das ondas de calor, o que poderá conduzir a um aumento das mortes associadas a este fenómeno e acentuar a incidência de doenças cardiovasculares, principalmente na população idosa, devido ao esforço acrescido do organismo para regular a temperatura corporal (Koppe *et al.*, 2004, Havenith 2005). Períodos longos de temperaturas

amenas e períodos de seca em combinação com outros fatores podem levar também ao incremento de fogos florestais, os quais têm igualmente impactes na saúde humana, nomeadamente ao nível do foro cardiorrespiratório e de doenças associadas à poluição atmosférica. Os efeitos combinados das temperaturas elevadas e da poluição do ar (PM₁₀ e Ozono) são fatores a ter também em conta em matéria de saúde humana.

Por outro lado, os menores caudais hídricos em rios e em albufeiras, associados a temperaturas mais elevadas, aumentam a exposição humana a cianotoxinas produzidas por cianobactérias, as quais poderão ter consequências graves para a saúde humana. No caso de doenças de origem alimentar, o aumento da temperatura do ar está associado a um aumento de casos de salmonelose em diferentes locais. Os surtos provocados por norovírus foram também associados a casos de precipitações intensas e de inundações que provocaram o transbordamento de águas residuais.

A definição das principais vulnerabilidades às alterações climáticas para o setor da saúde humana resulta da análise efetuada à luz dos dados e tendências climáticas disponíveis, tendo em conta ocorrências registadas, informação resultante de recolha bibliográfica e planos e estratégias de interesse:

SH.01 - Aumento da procura hospitalar e índices de mortalidade relacionados com: “Golpe de Calor” “Vagas de frio” “Desidratação” “distúrbios metabólicos” “doenças cardiovasculares”, (Eurowinter Group, 1997; Paixão e Nogueira, 2003; Falcão *et al.*, 2004; Adams 2008; Robalo *et al.*, 2010);

SH.02 - Condições climáticas mais favoráveis à propagação de vetores que propaguem doenças e pragas associados ao aumento potencial do aparecimento de epidemias associadas a locais com condições ambientais específicas (perda de qualidade da água devido a condições favoráveis à proliferação de produtores primários) (Charron *et al.*, 2004; Abrantes e Silveira, 2008; Gkelis *et al.*, 2014);

SH.03 - Reforço das doenças/epidemias relacionadas com a produção animal e zoonoses (Hunter, 2003; Bilotta e Brazier, 2008; Dançante, 2017);

SH.04 - Aumento das doenças e pragas provocadas em áreas balneares, turistas e migrantes (Paaijmans *et al.* 2010; Morais, 2014; Marteleira *et al.*, 2018);

SH.05 - Diminuição da qualidade do ar (ex. a extensão do risco de incêndio obriga as “queimadas” a serem feitas num menor período de tempo, contribuindo para a acumulação de toxinas em suspensão no ar) e impacte da qualidade do ar sobre o estado de saúde e doenças respiratórias (mesmo em condições interiores, por aumento do uso de ventilação forçada) (Valente *et al.*, 2007; Nicolau e Machado, 2010; WHO, 2010; Bastos *et al.*, 2017);

SH.06 - Impactes sobre a fenologia das plantas e ligação com o pólen (relação com as mudanças dos padrões de pólenes mesmo associadas às invasoras lenhosas) e questões de alergologia (Sousa, 2009; Viveiros, 2014; Fernández-Gonzalez, 2019);

SH.07 - Aumento potencial de problemas relacionados com a visão, doenças pulmonares e da pele (UV) (Lucas *et al.*, 2006; WHO, 2009; Balk, 2011);

SH.08 - Possível diminuição da qualidade alimentar (Higiene-Sanidade) (ex. bioacumulação de compostos poluentes na água é potenciada pelo aumento da temperatura) (Kovats *et al.*, 2004; Alvim, 2009; Tauxe *et al.*, 2010; Tukker *et al.*, 2011, Jolliet *et al.*, 2018);

SH.09 - Implicações sobre o acentuar dos padrões de riscos existentes (ex.: radão, sismos), (Abrantes *et al.*, 2005; Carvalho, 2017; Carpinteri e Niccolini; 2018).

4.6.5. Potenciais impactes identificados em Segurança de Pessoas e Bens

O cenário de aumento significativo das temperaturas máximas e mínimas médias, em particular o aumento do número de «dias de verão» e de «noites tropicais», bem como no índice anual de ondas de calor, coloca em risco idosos e doentes crónicos socialmente isolados.

A redução da precipitação na primavera e do número de dias de chuva em todo o território permite especular sobre a possibilidade de ocorrerem mais cheias no período de inverno, colocando em causa a segurança de comunidades que vivem junto ao rio. A diminuição dos dias com precipitação poderá aumentar a duração de períodos de seca, contribuindo para a intensificação do risco de incêndio por todo o território, causando danos a privados e colocando em risco sistemas de comunicação e transporte de energia. Assim a exposição da população e bens poderá aumentar a um ritmo superior à da diminuição das suas vulnerabilidades, pelo que deverão ser introduzidos mecanismos de redução dessa exposição, com o recurso ao planeamento e gestão territorial, e das suas vulnerabilidades.

A definição das principais vulnerabilidades às alterações climáticas para o setor da segurança de pessoas e bens resulta da análise efetuada à luz dos dados e tendências climáticas disponíveis, tendo em conta ocorrências registadas, informação resultante de recolha bibliográfica, planos e estratégias de interesse:

SP.01 - Invernos mais suaves que melhoram os níveis de conforto das comunidades (Pomerantz *et al.*, 1997; Rosenfeld *et al.*, 1998; Holmes e Hacker, 2007);

SP.02 - Declínio da qualidade do ar nas cidades e exacerbação do efeito de ilha de calor (Taha *et al.*, 1996; Akabary *et al.*, 2001);

SP.03 - Aumento do risco de mortalidade e doenças relacionadas ao calor, especialmente para os idosos, doentes crónicos, muito jovens e socialmente isolados; aumento da distribuição geográfica e sazonalidade de doenças transmitidas por vetores e a possibilidade de expansão de zonas recetivas; e impactes na saúde devido à exposição a climas extremos, por ex., ondas de calor (Parker *et al.*, 1998; Haines *et al.*, 2006; Jean-Marie Robine *et al.*, 2007; McKechnie e Wolf, 2009);

SP.04 - Eventos extremos de precipitação transportando contaminantes para cursos de água e abastecimento de água potável (Dankers e Hiederer, 2007; Mailhot e Duchesne, 2010; Ribeiro *et al.*, 2018);

SP.05 - Maior pressão sobre o abastecimento de água potável (Hallegatte, 2010; McDonald, 2011; Ludwig, 2012; Grantham *et al.*, 2011);

SP.06 - Aumento de lesões devido à maior intensidade de eventos extremos, aumento de tempestades e inundações em regiões costeiras devido a mudanças na elevação do nível do mar e expansão de assentamentos humanos em bacias costeiras (Messner *et al.*, 2007; Rojas *et al.*, 2013; Clayton, 2014);

SP.07 - Quebra das comunicações devido a fenómenos extremos como furacões, incêndios, cheias (Cardoso, 2015; Dias, 2015; Bras, 2018);

SP.08 - Implicações sobre a capacitação, organização, equipamento/meios e número/preparação e alargamento de especialidades dos agentes de Proteção Civil (Lindley *et al.*, 2007; O'Brien, 2008; Garcia-Herrera, 2010; Tomlinson *et al.*, 2011; Mees e Driessen, 2018);

SP.09 - Impactes sobre o papel/autoridades das forças de segurança e proteção civil bem como da respetiva capacidade e coordenação (O'Brien *et al.*, 2006; Fünfgeld 2010; Keskitalo, 2010; Botzen *et al.*, 2018);

SP.10 - Impacte sobre a necessidade de colaboração e coordenação em diversos âmbitos, local, regional, nacional e transfronteiriço (Demeritt e Langdon, O'Brien *et al.*, 2007; 2004; Mastrandrea, 2010; Amundsen *et al.*, 2010).

4.6.6. Potenciais impactes identificados em Economia (Indústria, Turismo e Serviços)

As alterações climáticas podem, potencialmente, afetar uma ampla gama de atividades e setores económicos, como o setor primário, diretamente afetado por mudanças das variáveis climáticas, e os sectores secundários e terciários, que poderão sofrer impactes em cascata ou cumulativos. Também devem ser tidos em conta danos diretos causados por fenómenos climáticos em fábricas ou em zonas industriais e indiretos, através do condicionamento do fornecimento de matérias-primas e escoamento de produtos.

Na análise económica, é dada especial atenção ao turismo, um dos segmentos mais dinâmicos da economia, com um papel significativo no crescimento. Em Portugal, o turismo representa mais de 10% do PIB e também grande parte do emprego, estando 8% dos postos de trabalho na área do turismo (OECD 2010). A atratividade de uma região para turistas depende em muito do clima local para a maioria dos tipos de atividades turísticas. Futuras mudanças no clima têm um forte potencial para afetar o setor turístico, alterando a atratividade de uma área, pela “perda de biodiversidade, impactes no ambiente natural e construído” (OECD 2010).

A definição das principais vulnerabilidades às alterações climáticas para o setor da Economia resulta da análise efetuada à luz dos dados e tendências climáticas disponíveis, tendo em conta ocorrências registadas, informação resultante da recolha bibliográfica, planos e estratégias de interesse:

ET.01 - Maiores custos pela imposição direta do consumo de energia ou mesmo, dos custos de adaptação/transformação pelas imposições legislativas (Quadro regulamentares europeus e nacionais para cumprir), (Sharma, 2010; West e Brereton, 2013; Linnenluecke *et al.*, 2013; Fishedick *et al.* 2014);

ET.02 - Esforço nas mitigações e capacidade de adaptação (custos de diminuição de consumos e emissões) na relação com os custos de transformação/adaptação à eficiência energética e outras formas de fontes/modelos de produção, distribuição e consumo de energia (Nitkin *et al.* 2009; Linnenluecke *et al.* 2011; Finley *et al.*, 2014; Kabisch, *et al.* 2015);

ET.03 - Impactes sobre a instalação e gestão de Zonas Industriais Responsáveis e SIR em particular ao nível de Responsabilidade Individual e Social (UNIDO, 2011; Kelemen *et al.*, 2014; Adelphi *et al.*, 2019);

ET.04 - Implicações sobre as condições climáticas mais propícias a atividades de lazer e impactes nas práticas de turismo (ondas de calor, incêndios, enxurradas, erosão costeira e turismo balnear) (Pinheiro, 2009; Hall, *et al.* 2011; Schmidt, *et al.* 2012);

ET.05 - Oportunidades para o turismo rural, de natureza, aventura, técnico e científico, com um aumento da pressão turística que leva a um maior consumo de recursos e serviços (Scott, 2003; Amelung e Viner, 2006; Abegg e Steiger, 2011);

ET.06 - Oportunidades de inovações e oferta de novos produtos e serviços na mitigação e adaptação às alterações climáticas (Hahn *et al.*, 2010; Brito-Henriques *et al.*, 2011; Fleischer, *et al.* 2011; Sharpe *et al.*, 2018);

ET.07 - Riscos físicos associados e os custos (in)diretos de eventos climáticos extremos (inundações, danos em infraestruturas, restrições à produção, deterioração de produtos, disrupção no fornecimento de produtos e matérias-primas) na relação com os prémios e indemnizações de seguros ambientais (Bosello *et al.*, 2006; Harvey e Pilgrim, 2011; Bernard *et al.*, 2018);

ET.08 - Custos, investimentos e maiores riscos em transportes e plataformas logísticas (Zanoni e Zavanella, 2011; Dehghannya *et al.*, 2012);

ET.09 - Riscos associados à qualidade do abastecimento de água e saneamento bem como da gestão de resíduos sólidos urbanos (Lempert e Groves, 2010; Vieira *et al.*, 2018);

ET.10 - Desafios à eficiência energética, novos materiais, novas tecnologias de tratamento e valorização (Rong *et al.*,2009; Osmani e O' Reilly, 2009; Gielen *et al.*,2016).

4.6.7. Potenciais impactes identificados em Transportes e Comunicação

A mobilidade trata a circulação de pessoas, bens e informação, e assume cada vez mais uma maior importância no funcionamento da sociedade. No concelho, esta pode ser feita com base em infraestruturas rodoviárias, ferroviárias, portuárias e digitais, sendo importante acautelar riscos associados às mesmas.

Estas infraestruturas podem ser afetadas por extremos térmicos, que provocam a quebra do revestimento asfáltico e deformações nas juntas das ferrovias, extremos pluviométricos e agitação marítima, que causam danos em infraestruturas e potenciam o deslizamento de vertentes e ventos fortes, que colocam em causa a segurança em infraestruturas rodoviárias, ferroviárias, pontes, portos, cabos aéreos, sinalética vertical e a própria segurança das viaturas.

Em casos de eventos catastróficos as estruturas de comunicação apresentam uma importância extra pelo apoio prestado às populações e equipas de socorro na atuação e gestão de meios no terreno. Garantir a robustez do serviço face aos mais diversos impactes é fundamental para a diminuição da exposição das populações ao risco.

A definição das principais vulnerabilidades às alterações climáticas para o setor dos transportes e comunicação resulta da análise efetuada à luz dos dados e tendências climáticas disponíveis, tendo em conta ocorrências registadas, informação resultante da recolha bibliográfica, planos e estratégias de interesse:

TC.01 - Impactes sobre a manutenção, reparação e garantia do bom estado das vias devido à diminuição da vida útil (Koetse e Rietveld, 2009);

TC.02 - Mudanças dos padrões de mobilidade e impacte na necessidade de transporte/mobilidade de grandes números de pessoas através de mobilidades suaves, sustentáveis e coordenação no quadro dos sistemas de transporte (Ülengin *et al.*,2017; Wang *et al.*,2019);

TC.03 - Relação entre a necessidade de melhorar, adaptar e integrar as infraestruturas de transporte nas áreas com risco associados às mudanças climáticas (Holden *et al.*,2013; Creutzling *et al.*,2018);

TC.04 - Alterações na navegabilidade e usabilidade dos espaços ribeirinhos, estuários, junto à linha de costa (ex.: portos e relação com as mudanças/deslocações de estradas e caminhos de ferro em áreas de máximo risco), (Poesen e Hooke, 1997);

TC.05 - Riscos associados ao transporte e armazenamento de substâncias perigosas de produção interna (ex. inertes) ou de origem externa (ex. combustíveis) (Kevin *et al.*,2018);

TC.06 - Movimentos de massa que coloquem em risco vias de comunicação e rodoviárias provocando falhas de comunicação devido a fenómenos extremos e rutura de energia sinalética associada ao transporte ferroviário (Alonso *et al.*, 2014; Teixeira, 2016);

TC.07 - Necessidade e oportunidades de modelos e sistemas de transportes individuais e coletivos de baixa energia (ex. carros elétricos) e inteligentes (ex. troço na A3 preparado para condução autónoma) (Cortez, 2016; PE, 2019).

4.6.8. Espacialização geral dos impactes no território e principais anomalias

Os impactes sectoriais identificados traduzem-se em efeitos precursores de perda de eficiência territorial. Estes apresentam uma natureza em cascata (desencadeando novos impactes e potenciando a severidade dos impactes já existentes) e cumulativa (exercendo uma maior pressão sobre a resiliência territorial). A

especialização dos impactes ao longo do território permite uma melhor perceção da influência das alterações climáticas no concelho de Ponte de Lima (Figura 4.67).

Os **espaços de altitude** apresentam as menores temperaturas médias, mas os maiores ganhos de precipitação na região e as maiores perdas de precipitação no território. Os índices de seca e evapotranspiração aumentam com a distância ao mar devido à subida das amplitudes térmicas que acentuam as diferenças sazonais. As alterações projetadas vão aumentar pressões sobre estes espaços colocando em causa níveis de biodiversidade, valores paisagísticos e património cultural, principalmente devido ao aumento esperado na frequência e intensidade de incêndios rurais e no aumento da frequência e intensidade de eventos de precipitação extrema.

Como zonas de transição, os **espaços de encosta e ribeirinhos** apresentam valores intermédios quanto às anomalias projetadas. A diminuição da precipitação e o acentuar de um clima mais quente associa-se ao aumento da evapotranspiração e défices hídricos, com predisposição para a ocorrência de incêndios florestais, irá colocar uma maior pressão sobre o ciclo hídrico da região. A perda da qualidade do solo e a invasão biológica que ocorre nestes espaços coloca em causa a renaturalização dos espaços e diminui a resiliência do território colocando em causa a segurança de populações periféricas. Assim, é esperado que nos espaços de transição entre a área de altitude e vale ocorra um aumento da frequência e da intensidade de períodos de secas e de escassez de água e um aumento da severidade e suscetibilidade à falta de recursos hídricos para as atividades urbanas e agrícolas no período seco;

Situados a uma cota inferior os **espaços de vale** apresentam as maiores subidas de temperatura no território colocando maiores pressões sobre a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos regionais, bem como desafios na gestão de fenómenos de ondas de calor. A ocorrência de fenómenos de cheia, associada a extremos pluviométricos, tenderá a apresentar uma severidade superior ao registado, causando maiores impactes económicos. As alterações nos processos de sedimentação colocam ainda desafios à segurança de pessoas e bens e a correta gestão dos leitos de cheia e dos espaços ripícolas que tenderão a sofrer uma maior pressão e riscos de invasibilidade biológica.

4.7. Unidades homogéneas de respostas climáticas

A criação de um processo de **Zonagem climática atual e Unidades de Resposta Climática Homogéneas** permite uma complementaridade na análise e um maior detalhe na definição de espaços com pressões e impactos comuns. O desenvolvimento metodológico para o desenvolvimento da zonagem climática atual (ZCL) segue a metodologia proposta por Bechtel et. al (2021), disponível através da plataforma online World Urban Database que através de informação geográfica sobre a ocupação e uso do solo e processamentos multi-algoritmos em Google Earth Engine desenvolve modelos de espaços climaticamente idênticos.

O processo de identificação de ZCL assenta em duas grandes etapas: i) a primeira onde se identificam as áreas urbanas e se faz a caracterização de acordo com as densidades, representadas pelo volume de edificado; ii) na segunda etapa é feito o levantamento dos restantes espaços, artificializados (vias de comunicação, pistas aeroportuárias, etc.) e naturais ou naturalizados (matas e florestas, matos dispersos, prados, planos de água, etc.), sendo todos eles classificados pelas suas funções climáticas (serviços climáticos dos ecossistemas urbanos); iii) e cruzadas com dados obtidos a partir do MDT, seja a estratificação altitudinal, exposição e índices de carga térmica.

O cruzamento da ZCL com as Unidades morfoclimáticas (obtidas através de um modelo digital do terreno com uma resolução espacial 25 m) permite a definição de Unidades de Resposta Climáticas Homogéneas de Gestão (URCHG) com uma resolução compatível com as necessidades espaciais de um planeamento

municipal e local. A análise das URCHG e sua relação com tendências climáticas espacializadas para a região permite perceber impactos e necessidades comuns aos diferentes espaços do território.

Neste exercício consideram-se como possíveis Unidades de Resposta Climáticas Homogêneas de Gestão poderão incluir eventualmente:

- i) Montanhas e áreas de elevado declive;
- ii) Zonas ribeirinhas;
- iii) Espaços urbanos (divisão em diferentes espaços urbanos);
- iv) Zonas florestais;
- v) Zonas agrícolas.

A avaliação das condições climáticas locais e urbanas, sobretudo padrões térmicos, permitem propor soluções de planeamento e ordenamento que visem minimizar o stress térmico das áreas urbanas, sobretudo em situações de calor extremo. O fenómeno das ilhas de calor no município será analisado com recurso a recolha de imagens satélite Landsat 8 para a criação de conjunto de dados sobre a Temperatura de Superfície com uma resolução espacial de 30 m.

Esta fase visa: i) Avaliação de Impactes, vulnerabilidades e riscos climáticas atuais e ii) a Identificação de zonas vulneráveis e de intervenção prioritárias. A vulnerabilidade consiste na predisposição que determinado sistema tem para sofrer impactos negativos. A sua definição, tem em linha de conta o grau de: exposição, suscetibilidade, severidade, capacidade para lidar com as adversidades e capacidade de adaptação (IPCC, 2014a).

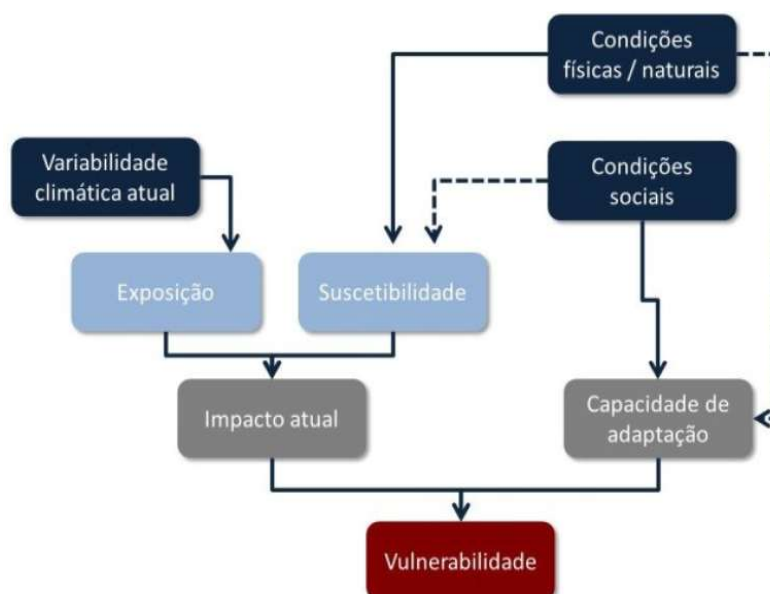


Figura 4. 51 - Esquema do processo de análise de vulnerabilidades (Fritzsche et al., 2014).

A vulnerabilidade climática atual analisa parâmetros climáticos como temperatura, precipitação, extremos pluviométricos, ondas de calor e vagas de frio. O grau de exposição é proporcional à dimensão dos parâmetros climáticos ocorridos, dependendo da magnitude do evento, das suas características e da variabilidade existente nas diferentes ocorrências (Fritzsche *et al.*, 2014). Uma vez que, muitos sistemas foram modificados tendo em vista a sua adaptação ao clima atual a avaliação da suscetibilidade inclui a análise das infraestruturas existentes que contribuem ao processo de adaptação (Preston e Stafford-Smith, 2009).

As vulnerabilidades territoriais encontram-se intrinsecamente ligadas a processos de humanização (ex. impermeabilização do solo, ocupação de áreas vulneráveis do território, gestão deficiente dos recursos hídricos, abandono dos espaços florestais), bem como a fatores sociais como rendimento, habilitações literárias e o peso das faixas etárias presentes no território (Santos e Miranda, 2006). O Programa Nacional para o Ordenamento do Território (PNPOT), sintetiza um conjunto de tendências, impactes e vulnerabilidades comuns a nível nacional onde se cruzam as mudanças climáticas com os potenciais impactes (Quadro 4.11).

Quadro 4.11 - Síntese de mudanças ambientais e climáticas para Portugal continental (Fonte: PNPOT, 2018).

Tendências climáticas	Temperatura	Aumento da temperatura média no verão com especial preponderância em regiões de interior e incremento da frequência e intensidade de ondas de calor.
	Precipitação	Diminuição da ocorrência de precipitação durante a Primavera, Verão e Outono e aumento precipitação no Inverno, bem como, de extremos pluviométricos.
	Nível do mar	Nível médio das águas do mar tem subido mais rapidamente nos últimos anos do que nas décadas anteriores. Em Portugal, com base no marêgrafo de Cascais, registaram-se subidas do nível médio do mar de 2,1 mm/ano entre 1992 e 2004 e 4,0 mm/ano entre 2005 e 2016.
Impactes	Degradação de recursos ambientais	Alteração da distribuição geográfica e das condições de desenvolvimento de espécies vegetais e animais. O processo de desertificação do solo tenderá a intensificar-se. Em 2030, a gestão da escassez de água e de alimentos (agrícolas e pesca) será um grande desafio. O aprovisionamento alimentar poderá estar comprometido.
	Riscos naturais, tecnológicos e mistos	Mudanças na intensidade e incidência territorial dos riscos associados às cheias e inundações fluviais, galgamentos costeiros, ondas de calor e ocorrência de incêndios, florestais.
	Alterações económicas e sociais	Novos modelos económicos baseados na eficiência, reutilização e circularidade e na economia de baixo carbono, maior pressão sobre a disponibilidade de água, potencial aumento de morbilidade e mortalidade a elas associado as ondas de calor e vagas de frio.
Vulnerabilidades registadas		Maior necessidade de armazenamento, eficiência e controlo dos recursos hídricos. Alterações nos regimes de fogo florestal Consequências diversificadas sobre a biodiversidade e sua gestão Aumento dos desequilíbrios territoriais no acesso a bens dependentes de recursos naturais e alimentares. Maior consumo energético para manter o conforto térmico em habitações

De uma forma geral, os principais impactes climáticos observados na região encontram-se associados a fenómenos de:

- i. subida da temperatura média e máxima associadas á maior frequência de ondas de calor;
- ii. ocorrência de fenómenos de concentração e de precipitação excessiva;
- iii. associada a mudanças significativas na aleatoriedade da direção, velocidade e intensidades das massas de ar.

O Plano Distrital de Emergência e Proteção Civil na sua relação com os Planos Municipais de Emergência e Proteção Civil realizaram o levantamento de riscos possíveis na região que se relacionam com os riscos naturais, tecnológicos e mistos onde se incluem a meteorologia, a hidrológica e a geodinâmica interna e externa. O levantamento destas ocorrências relaciona-se com os padrões de acidentes graves de transportes e, acima de tudo, nos riscos relacionados com a atmosfera e as infraestruturas (Quadro 4.12).

Quadro 4.12 - Principais riscos, designações e ocorrências consideradas.

Designação		Ocorrência
Riscos Naturais	Meteorologia adversa	Furacões, Nevões; Ondas de calor; Vagas de frio; Seca.

	Hidrologia			Cheias e inundações; Inundações e galgamentos costeiros.
	Geodinâmica interna			Sismos
	Geodinâmica externa			Tsunamis; Movimentos de massa em vertentes; Erosão costeira - Recuo e instabilidade de arribas; Erosão costeira - Destruição de praias e sistemas dunares.
Riscos Tecnológicos	Acidentes graves de transporte			Acidentes rodoviários; Acidentes ferroviários; Acidentes fluviais; Acidentes aéreos; Transporte terrestre de mercadorias perigosas
	Infraestruturas			Acidentes em infraestruturas fixas de transportes de produtos perigosos; Incêndios urbanos; Incêndios em centros históricos; Colapso de túneis, Pontes e infraestruturas
	Atividade industrial e comercial			Substâncias perigosas (acidentes industriais); Colapso de edifícios de utilização coletiva; Emergências radiológicas
Riscos Mistos	Relacionados atmosfera	com	a	Incêndios florestais
	Relacionados infraestruturas		com	Rutura de barragens

O levantamento das principais ocorrências registadas para o concelho de Ponte de Lima com recurso a fontes nacionais e internacionais, sendo elas:

- i. Plano Distrital de Emergência de Proteção Civil – Viana do Castelo (2006-2013);
- ii. Forland - *Timeline dos eventos Disaster* (1865-2015);
- iii. Plano de Gestão dos riscos de Inundação RH1 – 2018 (2011-2018);
- iv. M-DAT: *The Emergency Events Database* - (1967-2018);
- v. EMSC - *European Infrastructure for seismological products* (1998-2018);
- vi. FIRMS - *Fire Information for resource management system* (2000-2018)
- vii. Os dados provenientes dos registos no programa SADO da ANEPC.

A análise das ocorrências registadas (disponível para consulta no anexo III) resultou do estudo de 28 mil ocorrências (principalmente através do Plano Distrital de Emergência de Proteção Civil e da plataforma FIRMS) que cobrem riscos naturais, mistos e tecnológicos. Contudo, é importante levar em conta o carácter evolutivo dos fatores climáticos, uma vez que podem agravar condições de exposição e sensibilidade a eventos climáticos extremos com o decorrer do tempo.

A comparação entre o clima passado e o projetado permite identificar potenciais impactes, diretos e indiretos, bem como oportunidades para cada um dos sectores prioritários descritos na ENAAC. Este processo teve em consideração os principais intervenientes no território, públicos e privados, procurando atrair *stakeholders* e o seu *know-how* em torno do processo de impacte climático à adaptação. O grau de impacte causado pelas alterações climáticas depende do nível de adaptação existente no território. A resiliência do território está intrinsecamente ligada aos recursos humanos qualificados e financeiros do mesmo, infraestruturas presentes, nível de conhecimento/consciência dos problemas, desenvolvimento tecnológico, qualidade de nível de aplicação dos instrumentos de gestão territorial (IGT) implementados e serviços existentes (Capela, *et al.*, 2016a).

Os serviços públicos e privados de uma região, que prestam serviço de resposta aos impactes causados pelas AC, fazem parte da capacidade de resiliência do território e devem ser abordados durante o processo de adaptação, uma vez que detêm conhecimentos e dados de valor para a elaboração de um PIC-L (Capela *et al.*, 2017). Não devendo ser esquecida a capacidade de comunicação e atuação conjunta entre entidades como: Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, as Câmaras Municipais, os Serviços Municipais de Proteção Civil, os Bombeiros Municipais e as forças de segurança (PSP e GNR) entre outros, em processos de monitorização ou em casos de calamidade. No anexo II, encontram-se referenciados os

principais agentes nacionais e locais (para o Alto Minho) considerados na criação do Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas.

A identificação de impactes climáticos considera:

- i. o levantamento de eventos climáticos e ocorrências desencadeadas registadas por órgãos de comunicação social nacionais ou entidades municipais e nacionais, por forma a identificar os principais impactes que atingiram a região na última década e a análise de variáveis climáticas, resultantes de projeções, a fim de identificar e quantificar alterações mensais, sazonais e anuais;
- ii. nos padrões médios de temperatura (mínima, média e máxima), na precipitação (acumulada), na velocidade do vento (máxima) e indicadores de eventos extremos.

A identificação dos principais impactes causados por fenómenos meteorológicos para o Alto Minho, bem como as ameaças e oportunidades implicam o desenvolvimento de um Perfil de Impactes Climáticos - Locais (PIC-L) para o registo de acontecimentos direta e indiretamente resultantes de ocorrências meteorológicas (Dias *et al.*, 2016b). O processo de identificação de impactes procurou:

- i. identificar principais eventos climáticos (diretos e indiretos) que possam afetar a região, tendo em atenção as projeções climáticas;
- ii. enumerar e descrever os principais impactes das alterações climáticas tanto em termos de impactes negativos (ameaças), como positivos (oportunidades);
- iii. realizar o levantamento e avaliação dos riscos climáticos, bem como a sua propensão de agravamento ou desagravamento;
- iv. identificar riscos não climáticos e respetiva relação com riscos climáticos;
- v. consciencializar sobre as incertezas associadas às projeções climáticas (cenários climáticos) e a sua influência na tomada de decisão em adaptação.

O período analisado para a recolha de ocorrências deve procurar ser longo o suficiente para descrever a diversidade de impactes causados por fenómenos climáticos existentes na região, contudo, deve ser tido em atenção que quanto maior a base de dados a ser processada, mais moroso e difícil este processo de análise será (Dias *et al.*, 2015b).

O conhecimento dos impactes e vulnerabilidades às alterações climáticas é essencial para se conceberem e implementarem estratégias que permitam aumentar a resiliência a um clima em mudança.

Neste contexto e sem prejuízo de eventuais ajustes a realizar em função dos resultados da caracterização e diagnóstico e dos cenários a efetuar na etapa seguinte dos trabalhos, identificam-se, desde já, os seguintes impactes e vulnerabilidades climáticas a considerar na elaboração do PMAC-Ponte de Lima (que serão analisados na perspetiva dos setores prioritários identificados):

- i. Alteração da escala sazonal da temperatura (setores Ecossistemas e biodiversidade, Recursos hídricos, Agricultura, pecuária e silvicultura, Turismo, Saúde Humana e Segurança de Bens e Pessoas).
- ii. Aumento da frequência de cheias e inundações (setores Ordenamento do território, Indústria, Infraestruturas, Saúde Humana e Segurança de Bens e Pessoas).
- iii. Aumento da intensidade e frequência de ventos e tempestades (setores Ordenamento do território, Indústria, Infraestruturas, Saúde Humana e Segurança de Bens e Pessoas).
- iv. Alteração dos padrões de precipitação / eventos de precipitação intensa / períodos de seca (setores Ecossistemas e biodiversidade, Recursos hídricos, Ordenamento do território, Indústria, Infraestruturas, Agricultura, pecuária e silvicultura, Saúde Humana e Segurança de Bens e Pessoas).

- v. Perda ou alteração da distribuição da biodiversidade (setor Ecossistemas e biodiversidade, Agricultura).

A identificação e **avaliação de impactes e vulnerabilidades climáticas** no âmbito do PMAC-Ponte de Lima será desenvolvida segundo as seguintes componentes: **impactes e vulnerabilidades climáticas atuais; impactes e vulnerabilidades climáticas futuras; e avaliação de riscos climáticos considerando as Unidades de Resposta Climática Homogéneas, definidas anteriormente**

O desenvolvimento de **Impactes e vulnerabilidades climáticas atuais** envolverá a integração de informação proveniente das fases de caracterização e diagnóstico e de caracterização e cenarização climática, interpretando-a na perspetiva da identificação e avaliação dos riscos naturais e tecnológicos, com a identificação das vulnerabilidades atuais para o território e para as atividades socioeconómicas, bem como a elaboração de um Perfil de Impactes Climáticos Locais (PIC-L), visando responder às seguintes questões:

- De que forma os eventos climáticos passados e atuais afetaram e afetam o território municipal?
- Qual a suscetibilidade e capacidade do concelho para lidar com eventos climáticos e riscos atuais?
- É possível identificar limiares críticos?
- Qual é o Perfil de Impactes Climáticos Locais (PIC-L) de PONTE DE LIMA

De seguida (Quadro 4.13) enunciam-se as tarefas e respetivas atividades a desenvolver neste contexto:

Quadro 4.13 - Impactes e vulnerabilidades climáticas atuais.

Tarefas	Atividades
1. Análise dos eventos climáticos passados e presentes e vulnerabilidades e riscos naturais que afetam o território municipal	- Recolher informação e proceder à sua análise. - Identificar e analisar histórico de eventos climáticos extremos e dos seus impactes. - Analisar a vulnerabilidade do território municipal ao clima atual e identificar riscos naturais e tecnológicos – esta avaliação deverá ser alicerçada em dados e estudos existentes, em informação recolhida através de contactos institucionais, levantamentos de campo ou outros métodos que se revelem adequados.
2. Análise da capacidade municipal para lidar com eventos climáticos	- Analisar as respostas a eventos climáticos extremos ocorridos, quer em termos de capacidade de resposta de minimização efetiva dos impactes, quer de meios técnicos e operacionais envolvidos. - Identificar os responsáveis pelas respostas e pelo seu planeamento. - Analisar ações e respostas dadas no passado para lidar com as consequências dos eventos climáticos. - Avaliar a eficácia das ações e das respostas. - Identificar mecanismos e processos que foram utilizados para lidar com os eventos, nomeadamente cadeia de comando e entidades envolvidas (lideranças, recursos humanos e financeiros, planos de emergência e contingência, entre outros). - Avaliar a perceção de risco associada às alterações climáticas.
3. Identificação dos limiares críticos	- Identificar limiares críticos já atingidos em ocorrências passadas e de incertezas ou lacunas detetadas. - Identificar zonas vulneráveis e de intervenção prioritária.

Tarefas	Atividades
4. Elaboração do Perfil de Impactes Climáticos Locais (PIC-L)	- Síntese das características climáticas municipais.

O desenvolvimento dos **Impactes e vulnerabilidades climáticas futuras** envolverá a integração de informação proveniente das fases de caracterização e diagnóstico, de caracterização e cenarização climática e de avaliação dos impactes e vulnerabilidades atuais, procurando responder às seguintes questões:

- Como poderá evoluir o clima no território municipal?
- Quais serão os principais eventos e impactes climáticos que poderão afetar o território municipal?

No Quadro 4.14 enunciam-se as tarefas e respetivas atividades a desenvolver neste contexto:

Quadro 4.14 - Impactes e vulnerabilidades climáticas futuras

Tarefas	Atividades
1. Análise e avaliação da evolução do clima	- Analisar e avaliar como o clima poderá evoluir com base na sistematização da informação e cenarização climática produzida, de forma a identificar como o território municipal poderá vir a ser afetado pelas alterações climáticas.
2. Avaliação dos principais impactes climáticos	- Identificar quais são os principais impactes e riscos climáticos futuros que necessitam de uma resposta prioritária, discriminando os potenciais impactes negativos e positivos diretos e avaliando qualitativamente a sua importância.

O desenvolvimento da **Avaliação de riscos climáticos** envolverá a integração de informação proveniente das fases de caracterização e diagnóstico, de caracterização e cenarização climática e de avaliação dos impactes e vulnerabilidades atuais e futuras, procurando responder às seguintes questões:

- Qual o nível de risco associado aos impactes climáticos?
- Quais os riscos prioritários que exigem resposta municipal?
- Quais são as lacunas de informação sobre riscos climáticos?

No Quadro 4.15 enunciam-se as tarefas e respetivas atividades a desenvolver neste contexto.

Quadro 4.15 - Avaliação de riscos climáticos.

Tarefas	Atividades
1. Identificação do nível de risco associado aos impactes climáticos	- Determinar o risco (qualitativo) dos diferentes impactes, elaborando uma matriz de risco que considera a frequência de ocorrência de um evento climático e a magnitude das consequências dos seus impactes ($\text{Ocorrência} \times \text{Consequência} = \text{Risco}$), como seguidamente exemplificada:

Tarefas	Atividades
	Matriz de risco com eixos 'Frequência de ocorrência do evento' (Alta, Média, Baixa) e 'Consequência do impacto' (Baixa, Média, Alta). A célula de maior risco (Alta frequência, Alta consequência) é vermelha e rotulada 'Maior risco Prioridade elevada'. A célula de menor risco (Baixa frequência, Baixa consequência) é verde e rotulada 'Menor risco Prioridade baixa'.
2. Determinação dos riscos prioritários que exigem resposta	- Identificar os riscos prioritários (atuais e futuros). - Criar as bases para a identificação dos setores / atividades / grupos sociais especialmente vulneráveis às mudanças climáticas futuras.
3. Avaliação da necessidade de mais informação sobre riscos climáticos	- Identificar lacunas de informação que devam ser minimizadas para fortalecer o conhecimento climático e a capacidade de resposta.

Potencial de resiliência e capacidade adaptativa

A integração dos resultados das componentes anteriores permitirá sistematizar o estado (e potencial) **de resiliência e de capacidade adaptativa do território municipal**, refletindo as ações desenvolvidas pelos atores locais para fazer face à ocorrência de eventos climáticos extremos, nomeadamente a mobilização e ação dos seus recursos, o desenvolvimento de normas, medidas, ações e instrumentos e a disseminação de conhecimento sobre estas matérias. A análise desta capacidade de resposta constitui, por si só, um indicador da capacidade adaptativa do território, sendo relevante identificar os aspetos de possível melhoria tanto a nível da prevenção como a nível da resposta.

O processo de identificação dos principais impactes para o Alto Minho apresenta uma oportunidade para a elaboração de uma matriz de risco que sirva de base de apoio à tomada racional de decisões em adaptação. A avaliação de risco considera a frequência de ocorrência de um evento climático e a magnitude dos impactes diretos e indiretos. A avaliação da frequência de ocorrência de cada evento (atual e futura) foi avaliada entre '1' (baixa frequência) e '3' (alta frequência) por forma a caracterizar qualitativamente a frequência de um evento climático associado a um determinado impacte. Para a magnitude das consequências de cada impacte (atual e futura) deve ser atribuído um valor entre '1' (baixa consequência) e '3' (alta consequência), de forma a ser avaliada qualitativamente a magnitude da consequência dos impactes.

A multiplicação dos fatores origina uma matriz onde os eventos climáticos que ocorrem com maior frequência e que terão consequências mais graves serão considerados impactes de prioridade elevada e de maior risco. Os eventos com baixa frequência e com baixa consequências dos impactes serão considerados impactes de baixa prioridade e de menor risco.

No entanto, é provável que os riscos climáticos sofram alterações na sua periodicidade e magnitude ao longo do tempo e que potenciem processos, riscos e mesmo diversos impactes (in)diretos com características não climáticas. O processo de tomada de decisão deve levar em conta a necessidade de reanálise da matriz de risco (Capela *et al.*, 2017). Assim, é importante proceder ao levantamento e classificação dos riscos (bem como fatores que os potenciam) e promover a troca de dados entre as entidades locais para

a criação bases de dados pertinentes, para a avaliação dos diversos riscos identificados (Alonso *et al.*, 2015).

A avaliação: i) da sensibilidade do território a estímulos climáticos (sensibilidade ambiental, física, social, cultural e económica) e ii) do potencial de resiliência e da capacidade de adaptação às alterações climáticas. Nesta fase considera-se a sensibilidade ecológica e ambiental considerando o estado (degradação) das espécies/ecossistemas na relação com a situação da população humana, ao nível da idade média, saúde pública, rendimento, escolaridade e qualidade da habitação e urbanismo, bem como o nível de implementação dos agentes económicos reconhecerem e aplicarem a responsabilidade e a gestão ambiental.

4.8. Síntese das alterações climáticas projetadas até ao final do século.

As alterações climáticas são já evidentes em PONTE DE LIMA, uma vez que os dados climáticos atuais revelam diferenças face ao passado recente. As projeções para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 apontam para um padrão claro de aquecimento, com aumento da temperatura média anual até +4 °C no final do século e maior frequência de fenómenos extremos. Prevê-se um aumento da ocorrência de ondas de calor, maior deficiência hídrica, e uma concentração da precipitação nos meses de inverno, com redução significativa no verão e outono. As tendências climáticas ao longo do século e as alterações projetadas nas variáveis analisadas para o concelho de Ponte de Lima encontram-se sintetizadas no Quadro XX.

Quadro 4.16 - Síntese de principais tendências e projeções climáticas para o Alto Minho até ao final do século.

Tendências	Alterações Projetadas
Aumento da temperatura média e máxima (sobretudo das temperaturas mínimas), aumento das ondas de calor e da amplitude térmica. Redução de dias de geada e ondas de frio.	Subida da temperatura média entre +2,0 °C (RCP 4.5) e +3,7 °C (RCP 8.5) até 2100. Aumento da temperatura máxima até +5,2 °C (RCP 8.5). Redução dos dias com temperatura inferior a 7 °C. Aumento do número de dias ≥ 35 °C e ≥ 20 °C. Aumento da amplitude térmica, em especial nas zonas de vale e montanha.
Redução da precipitação anual, sobretudo no verão e outono. Diminuição da precipitação sólida (neve).	Redução da precipitação total, especialmente no verão (até -63 mm) e no outono (até -133 mm). Diminuição da precipitação sob forma de neve (até -18 mm). Tendência de aumento de eventos de precipitação intensa e número de dias com muita chuva no inverno.
Aumento da evapotranspiração e do défice hídrico, com maior impacto nas zonas interiores.	Aumento da evapotranspiração potencial (até +147 mm) e do défice hídrico (até +233 mm). Aumento das necessidades hídricas e maior stress agrícola.
Diminuição da humidade relativa global, em especial no verão.	Redução da humidade relativa em meses quentes (anomalias até -8%), ligeiro aumento no inverno. Impactos no conforto térmico e aumento do risco de pragas e doenças.
Ventos com intensidade estável a ligeiramente decrescente. Raridade de ventos fortes.	Intensidade média anual estável entre 3,3 e 3,6 m/s. Dias com vento forte (>10,8 m/s) mantêm-se em média entre 1 a 2 dias/ano. Sem alterações significativas em relação ao passado.

O estudo das projeções climáticas permite antecipar os impactes e consequências associados às alterações climáticas nos domínios ambiental, social e económico. Contudo, a severidade e os efeitos destas alterações variam em função das especificidades territoriais de cada região.

De forma geral, prevê-se que Ponte de Lima enfrente um aumento do risco de incêndios florestais, deslizamentos de vertentes, galgamentos costeiros, cheias fluviais e um maior desconforto térmico decorrente das ondas de calor. Estes fenómenos climáticos extremos têm o potencial de provocar mudanças significativas no quotidiano e no funcionamento regional, com impactos sobre a qualidade da

água e do ar, a segurança alimentar e a saúde pública, afetando sobretudo os grupos mais vulneráveis, como crianças e idosos.

Além disso, podem ocorrer interrupções no fornecimento de serviços essenciais às populações, agravando a vulnerabilidade social. Estas consequências diretas tendem a desencadear impactes indiretos adicionais, como a diminuição da produtividade territorial, o aumento do êxodo rural e, por consequência, a expansão de paisagens desumanizadas e o enfraquecimento das estruturas socioeconómicas locais.

Os principais impactes e consequências previstos para o concelho de PONTE DE LIMA, com base nas análises climáticas realizadas, na metodologia adotada e na bibliografia consultada, encontram-se sistematizados no

[Quadro 4.17](#)

Quadro 4.17 - Síntese dos principais impactes e consequências locais causadas pelas alterações climáticas para o Alto Minho até ao final do século (PIC-L).

Eventos climáticos	Impacte	Consequência
Temperaturas Elevadas e ondas de Calor	Aumento do risco de incêndio e ocorrência de incêndio Danos para a saúde humana Perdas nas cadeias de produção de ilhas de calor urbanas Formação de ilhas de calor urbanas Aumento do consumo de água	Aumento da área ardida; Redução de biodiversidade; Danos para a vegetação e alterações na biodiversidade; Problemas fitossanitários; Aumento da pressão sobre os centros de saúde; Maior risco de contrair doenças respiratórias e dermatológicas; Interrupção ou redução do fornecimento de água; Aumento da necessidade de refrigeração; Diminuição da qualidade e quantidade das massas de água.
Precipitação Excessiva	Inundações Perdas/diminuição de produção em infraestruturas Danos em infraestruturas Condicionalmento do tráfego Deslizamento de vertentes Degradação dos sistemas de Saneamento	Alteração nos estilos de vida; Danos para a vegetação e alterações na biodiversidade; Destruição de margens ribeirinhas; Danos em infraestruturas e edificado; Intensificação dos processos erosivos; Perda de bens e danos materiais; Interrupção nos serviços de transporte público.
Cheias ribeirinhas e urbanas	Erosão ribeirinha Prejuízos nas atividades económicas ribeirinhas Afetação do edificado e infraestruturas urbanas	Destruição do sistema dunar; Maior risco associado a exploração de serviços nos espaços ribeirinho Perdas económicas; Danos para a vegetação e biodiversidade; Deslizamento de vertentes;
Vento Forte	Danificação de infraestruturas Interrupção de serviços Danos em árvores Alteração do quotidiano	Interrupção da distribuição de energia e telecomunicações; Danos no edificado, infraestruturas e viaturas; Danos para o sistema dunar; Condicionalmentos de tráfego/encerramento de vias; Perda de bens e danos materiais; Maior risco associado ao uso de espaços públicos.

4.9. Análise de risco multicritério

Ao longo processo de análise e avaliação dos impactes das alterações climáticas sobre os vários sectores estratégicos considerados foram ponderados 76 processos, associados a riscos e vulnerabilidades e consequentes potenciais impactes. A respetiva hierarquização de risco associado a cada vulnerabilidade é feita consoante a sua periodicidade e grau de impacte, estando sistematizada na matriz de riscos para uma leitura mais gráfica e imediata das principais vulnerabilidades, riscos e respetiva priorização. A

organização da mesma é realizada de acordo com a metodologia descrita e ordenada, sendo 1 o valor mais baixo (canto inferior esquerdo) que abrange vulnerabilidades tipo (impactes sobre equipamentos e infraestruturas de uso municipal, infraestruturas de transporte e plataformas de logística), e 9 o valor mais alto (quanto superior direito), que engloba vulnerabilidades como (impactes causados por incêndios, aumento da procura hospitalar, invasões biológicas e alteração da produtividade e fenologia das espécies).

Quadro 4.18 - Matriz de risco (Fonte: Adaptado de CLimadaPT.Local, ISBN: 978-989-99084-9-9 (2016).

Frequência de ocorrência do evento	Aumento de lesões devido ao aumento da intensidade de eventos extremos (SP6) Custos pela imposição direta do consumo de energia (ET1) Custos associados à diminuição de consumos e emissões (ET2) Risco físicos associados e os custos (in)diretos de eventos climáticos extremos (ET7) Manutenção, reparação e garantia do bom estado das vias (TC1) Mudanças dos padrões de mobilidade (TC2) Aumentos nas perturbações ecológicas (B3) Alteração da distribuição e dos processos migratórios de espécies (B7) Condições climáticas mais propícias a atividades de lazer (ET4)	Pressão sobre os nichos ecológicos (galerias ripícolas) (B5) Mudanças em cadeia cumulativas ou cascata nas cadeias ecológicas (B1) Diminuição das áreas adequadas e custos de deslocação/adaptação de locais de armazenamento de energia (ES4) Maior pressão sobre o abastecimento de água potável (SP5) Diminuição da qualidade do ar (SH5) e (SP2) Oportunidades de inovações e oferta de novos produtos em serviços na mitigação e adaptação (ET6)	Incêndios (AF8) Riscos biológicos (invasão biológica) (B4) e (AF10) Diminuição dos espaços de arribas e dunas (cunha salina) (B10) Impactes sobre a ecologia e fenologia das espécies agrícolas, animais e florestais (AF1) Oportunidade para as espécies menos exigentes e mais adaptadas como espécies e raças autóctones (AF12) Aumento da procura hospitalar e índices de mortalidade (vagas de calor e frio) (SH1) e (SP3) Impactes sobre o papel/autoridades e aumento da necessidade de colaboração (SP9) e (SP10) Oportunidades para o turismo (E5)
	Impactes na população e distribuição de espécies com interesse cinegético (B8) Aumento da temperatura das massas de água (B9) Aumentos de produtividade potencial para espécies silvícolas (AF9) Alterações dos padrões de armazenamento, transporte e distribuição (ES5) Propagação de vetores que difundam doenças e pragas (SH2) Implicações sobre o reforço dos padrões de outros riscos (ex. radão) (SH9) Riscos associados ao transporte e armazenamento de substâncias perigosas (TC5) Quebras de comunicações devido a fenómenos externos (SP7)	Impactes sobre os <i>habitats</i> de montanha (áreas de turfeira) (B6) Alteração de propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (AF2) Alterações dos padrões de distribuição espacial e temporal das espécies (B2) Necessidade de (captura, armazenamento, distribuição e aplicação da água de rega) drenagem (AF3) Menor período ótimo e oportunidade de intervenção nas operações culturais (AF4) Perdas/destruição de culturas e infraestruturas (AF7) Eventos extremos de precipitação transportando contaminantes (SP4) Aumento das doenças e pragas provocadas em áreas balneares (SH4)	Ambiente desfavorável para plantas que precisam de repouso invernal (AF5) Riscos biológicos associados aos riscos sanitários ao nível das pragas e doenças vegetais (AF6) Problemas relacionados com a visão, doenças pulmonares e da pele (UV) (SH7) Alteração dos padrões de consumo de energia (ES6)

	Custos, investimentos e maiores riscos em transportes e plataformas logística (ET8) Diminuição da qualidade alimentar (Higio-Sanidade) (SH8) Invernos mais suaves que melhoram os níveis de conforto das comunidades (SP1) Necessidade de melhorar, adaptar e integrar as infraestruturas de transporte (TC3) Diminuição da taxa da capacidade de regeneração das espécies autóctones (AF11)	Alterações dos padrões de produção de energia renovável (ES1) Impactes sobre os custos de produção de energia renovável (ES2) Impactes sobre os custos de produção/adaptação e distribuição de energia e Interrupção do fornecimento de energia devido danos nas infraestruturas (ES3) e (ES7) Oportunidade de novas de energia renováveis (ES8) Impactes sobre a fenologia das plantas e o pólen (alergologia) (SH6) Impactes sobre a instalação/gestão de Zonas Industriais Responsáveis (ET3) Movimentos de massa que coloquem em risco vias de comunicação e rodoviárias (TC6)	Doenças/epidemias relacionadas com a produção animal e zoonoses (SH3) Riscos associados a qualidade do abastecimento de água e saneamento (ET9) Alterações na navegabilidade nos espaços ribeirinhos, estuários, junto à linha de costa (TC4) Oportunidades de inovação em modelos e sistemas de transportes individuais e coletivos de baixa energia e inteligentes (TC7)
	Consequência do Impacte		

5. ESTRATÉGIA E PLANO DE AÇÃO CLIMÁTICA - PROPOSTAS, IMPLEMENTAÇÃO E MONITORIZAÇÃO

Embora a incerteza dos modelos climáticos, a probabilidade de ocorrerem eventos meteorológicos adversos de cheias e inundações, fenómenos extremos, secas, ondas de calor. Destes eventos resultam prejuízos materiais elevados, assim como custos inerentes aos meios operacionais da proteção civil e dos serviços municipais mobilizados. a situação tenderá a agravar-se ao longo do século de acordo com as projeções climáticas. Assim, considera-se necessário intervir no concelho contribuindo para a sociedade e comunidades resilientes aos riscos climáticos, adequar as políticas municipais a esta nova realidade e preparar os serviços municipais para uma resposta articulada e eficaz, de forma a minimizar os impactos negativos sobre os sistemas humanos, ambientais, económicos e urbanos.

No seguimento da evolução sequencial dos trabalhos considera-se na estruturação do índice a estratégia e Plano de Ação Climática que inclua:

1. A visão e os objetivos da política climática municipal;
2. A organização e programação da intervenção temática e territorial do plano, incluindo a operacionalização do plano de ação, bem como a Mitigação e a Adaptação;
3. Governança do plano associado ao Acompanhamento e Monitorização do PMAC e a evolução dos perfis climáticos do concelho (conhecimento, capacitação e inovação social).

5.1. A visão e os objetivos da política climática municipal

O Plano de Ação Climática implica desenvolver e validar a Visão e os objetivos da política climática municipal em que se inclua a conservação das condições, recursos e funções naturais, bem como do património (i)material e dinamização da atividade económica através da inovação social e capacitação humana com recursos a promoção da (bio)economia circular e eficiência energética renovável. Estas atividades de ação climática devem ser promovidas e coordenadas pela Administração pública e envolver a responsabilidade, o investimento e a atividade dos agentes privados num quadro programático com um horizonte temporal até 2030.

Assim, o PMAC constitui-se como um instrumento da política municipal climática que considera as estratégias que enquadram o quadro de legal da política climática. O PMAC define o planeamento e implementação da ação climática municipal associadas às metas nacionais para o horizonte 2030, nomeadamente:

1. PNEC 2030 (Resolução do Conselho de Ministros n.º 53/2020, de 10 de julho) – estabelece, para o horizonte de 2030, a redução total entre 45 e 55%, e simultaneamente, a redução de: 70% nos serviços; 35% em residenciais; 40% nos transportes; 11% na agricultura e 30% resíduos;
2. Lei de Bases do CLima (Lei n.º 98/2021, de 21 de dezembro) – estabelece, para o horizonte de 2030, a redução total entre 45 e 55% (não considerando o uso do solo e floresta).

O Município assinou o Pacto de Autarcas para o CLima e Energia, assumindo o compromisso de apoiar a implementação da meta de redução das suas emissões de CO₂ em pelo menos 55% até 2030, a redução da pobreza energética e a criação de uma visão a longo prazo para alcançar a neutralidade climática até 2050.

De modo a cumprir este compromisso, o Município compromete-se a definir diversas medidas de sustentabilidade energética que integram o Plano de Ação para a Energia Sustentável e o CLima – que identifica eventuais situações com potencial de melhoria, tendo por base a avaliação contínua de indicadores, definidos de acordo com as recomendações do Pacto de autarcas. O PAESC abrange áreas onde o Município pode influenciar o consumo de energia a médio/longo prazo (como o ordenamento do

território), encorajar mercados de produtos e serviços energeticamente eficientes (compras públicas), bem como mudanças nos padrões de consumo (trabalhando com os cidadãos).

O PMAC contribui para os objetivos estratégicos de um conjunto de instrumentos e programas estratégicos de âmbito (inter)municipal:

1. Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas (PIAAC);
2. PDM– promover um modelo de desenvolvimento sustentável, reforçando a prossecução dos objetivos específicos do mesmo (colocar objetivos do PDM em vigor e/ou em aprovação);
3. Plano Municipal de Defesa de Floresta contra incêndios;
4. Plano Municipal de Emergência e Proteção Civil;
5. Entre outros

A estratégia climática presente no PMAC, apresenta como visão um território inteligente com responsabilidade climática:

“Para um futuro sustentável do concelho considera-se a ação climática como um processos centrai e crítico para a transição energética, digital e social e instrumento de desenvolvimento sustentável, promotor da habitabilidade, segurança, competitividade, atratividade, bem como elemento central da inovação e governança territorial do concelho. “

Neste contexto ganham especial atenção as questões do conhecimento, energia, descarbonização, promoção de (bio)economia circular, digitalização e capacitação (educação e inovação social), comunicação para uma transição para a sustentabilidade, ação climática e promoção da habitabilidade e competitividade local

Nesse sentido, o desenvolvimento do PMAC assume a relação e responsabilidade:

- i. entre entidades publicas e privadas; opções municipais, considerando o envolvimento e todo a (co)responsabilização da restante administração e sociedade civil, comunidades e agentes económicos da área empresarial e social.
- ii. de diversos níveis de governança desde entidades e quadro de decisão-ação europeus, nacionais, regionais e locais;
- iii. por essa via considera entre os planos e as opções (inter)nacionais, regionais e locais seja em termos políticos, legais, prioridades e tipologias/modelos de financiamento;
- iv. entre o conhecimento atual e futuro do território e da sua relação com as mudanças climáticas e as opções estratégicas, tecnologias e sociais conhecidas
- v. propostas assertivas para a situação presente mas flexível e adaptativa ao longo do tempo considerando a importância da monitorização.

A ação climática regional e local assume os processos coletivos, participados e responsáveis que resultam na assinatura de um compromisso territorial por todas as partes devidamente comprometidas. Estes princípios e visão visa considerar a ação climática como necessidade e oportunidade de implementar uma transição digital, energética e digital como base para um avanço em termos ambientais, económicos e sociais. A ação deve estra centrada na mitigação das emissões de GEE e de envolver os investigadores, os decisores e técnicos, bem como as comunidades na definição e implementação de soluções ao nível da mitigação e adaptação num quadro adequado, efetivo e consequente de governança territorial e climática.

5.2. A organização e a programação da intervenção temática e territorial do plano

A ação climática assume uma perspetiva abrangente centrada na relação de fluxos de massa e energia e da preparação das pessoas, grupos e territórios mais conscientes, capazes e resilientes. A ação climática para além de ajudar a poupar energia, a melhorar a qualidade do ar e a garantir o aprovisionamento

energético, contribui para o crescimento e a criação de emprego. A UE visa a ação climática adotando políticas ambiciosas a nível interno e mantendo uma estreita cooperação com os seus parceiros internacionais. No total, todos os setores da economia e da sociedade apresentam e desempenham um papel crítico na construção de um futuro melhor (European Commission, 2007).

A capacidade de adaptação e ação climática humana acontece através do planeamento, ordenamento e gestão territorial implicando meios, propósitos (conhecimento e informação, recursos financeiros e humanos, capacidade e legitimidade) e práticas que suportam a implementação de atividades globais e específicas de mitigação, adaptação e governança. A realidade e os meios locais contextualizam e condicionam as estratégias e práticas a adotar. De uma forma global, a adaptação às alterações climáticas poderá ser descrita como sendo:

- i) autónoma (ou espontânea), quando a resposta é desencadeada por mudanças em sistemas naturais e mudanças de mercado ou de bem-estar em sistemas humanos;
- ii) ou planeada, quando a resposta é deliberada, baseada na perceção de que determinadas condições foram modificadas (ou estão prestes a ser) e que existe a necessidade de atuar de forma a regressar, manter ou alcançar o estado desejado (IPCC, 2007, IPCC, 2014b).

A relação complexa entre a ação e o impacto climático resultou na definição de uma análise multicritério para avaliar a importância e a prioridade das diferentes opções de adaptação, bem como o benefício esperado associada a:

- i) a ação sem arrependimento: suscetíveis de gerar benefícios socioeconómicos que excedem os seus custos, independentemente da dimensão das alterações climáticas que se venham a verificar. Este tipo de medidas inclui opções/medidas particularmente apropriadas para decisões a médio prazo, e poderão gerar uma aprendizagem relevante para novas análises, nas quais outras opções e medidas poderão ser consideradas;
- ii) eficiência estimada da ação: para as quais os custos associados são relativamente pequenos e os benefícios podem vir a ser relativamente grandes, caso os cenários (incertos) de alterações climáticas se venham a concretizar;
- iii) ações sempre vantajosas ("win-win"): que, para além de servirem como resposta às alterações climáticas, podem também vir a contribuir para outros benefícios sociais, ambientais e económicos. São medidas que, para além da adaptação, respondem a objetivos relacionados com a mitigação, sociais ou ambientais.

Ao mesmo tempo visou-se a necessidade de encontrar um equilíbrio entre não adaptar (aceitando os custos e consequências) e adaptar para um determinado nível de risco (aceitando os custos de implementação e dos riscos residuais). Para tal, é necessário promover a consciencialização das populações, instituições e decisores para a dimensão dos riscos inerentes para que possam decidir o tipo de intervenção desejada (Capela *et al.*, 2016b). A Comissão Europeia no 'Livro Branco' (CE, 2009) e na Estratégia Europeia para a Adaptação às Alterações Climáticas (CE, 2013) classifica as medidas de adaptação consoante o tipo de intervenção no sistema em:

- i) infraestruturas 'cinzentas', que são intervenções físicas ou de engenharia com o objetivo de tornar edifícios e outras infraestruturas mais bem preparados para lidar com eventos extremos e manutenção do conforto e bem-estar humano;
- ii) infraestruturas 'verdes' que contribuem para o aumento da resiliência dos ecossistemas e para objetivos como o de reverter a perda de biodiversidade e degradação de ecossistemas e o restabelecimento dos ciclos da água;
- iii) opções 'não estruturais' (ou 'soft') que correspondem ao desenho e implementação de políticas, estratégias e processos que promovam: a integração da adaptação no planeamento

territorial e urbano, a disseminação de informação, incentivos económicos a redução de vulnerabilidades e a sensibilização para a adaptação.

5.3. Proposta, gestão e governança do Plano

Uma governação interativa é fundamental para a tomada de decisão e implementação de medidas, por promover o envolvimento de uma pluralidade de atores locais com interesses divergentes por forma a formular objetivos comuns possíveis de alcançar através da mobilização, troca e implementação de uma série de ideias, regras e recursos (Mees e Driessen, 2018). Assim, a definição de medidas de adaptação deve levar em conta as principais necessidades, objetivos, vulnerabilidades e riscos identificados para cada sector analisado. O desenvolvimento destas medidas será tanto mais completo quanto maior o número de entidades públicas, privadas e não-governamentais envolvidas.

Com esse intuito, foi desenvolvida e distribuída uma ficha tipo que possibilite aos atores sugerir medidas de adaptação, tendo por base a sua visão e experiência no sector. As medidas de adaptação e ação climática devem ainda considerar aspetos temporais, relativos à sua implementação, propósito e agentes responsáveis pela implementação e monitorização (Barroso *et al.*, 2016). A organização das opções e medidas de ação climática - quer de mitigação, quer de adaptação - seguem a metodologia descrita no Guia Metodológico para Adaptação para as Alterações Climáticas encontram-se divididas em cinco Eixos:

- i) **Eixo I - Investigação e conhecimento**, que inclui opções e medidas que pretendem colmatar lacunas e insuficiências de informação e conhecimento associadas à mudança climática;
- ii) **Eixo II - Medidas e ações de intervenção**, que integra um vasto leque de propostas de ação climática incidentes sobre os impactes, vulnerabilidades e riscos prioritários (definidos com base no Plano Ação da ENAAC);
- iii) **Eixo III – Observação/monitorização e sistemas de apoio à decisão**, com definição de medidas referentes à monitorização e implementação de sistemas de governança;
- iv) **Eixo IV - Organização, sensibilização e capacitação**, que inclui um conjunto de medidas de organização, educação e preparação dos agentes sociais e económicos, em particular da sociedade civil, dos decisores e dos agentes de proteção civil;
- v) **Eixo V - Cooperação intermunicipal e (inter)nacional**, que integra medidas de promoção e melhoria da cooperação transfronteiriça e (inter)nacional num Quadro de adaptação às alterações climáticas à escala internacional.

Consequentemente cada Eixo é constituído por:

- i) **Opções:** planeamento operacional que procura definir linhas de atuação para um conjunto de ações com objetivos definidos e de acordo com o conhecimento e recursos disponíveis para cada realidade, e;
- ii) **Medidas:** ação concreta e mensurável, normalmente utilizada para alcançar os objetivos delineados pela estratégia e operacionalizando as opções selecionadas (no tempo e no espaço); as medidas devem ser cuidadosamente dimensionadas, definidas e executadas de acordo com o conhecimento e recursos disponíveis.

O processo de avaliação das medidas de adaptação realiza-se tendo por base uma análise multicritério, avaliando todas as medidas de um a três mediante o nível de: eficácia, nível de arrependimento associado ao seu desenvolvimento e vantagens geradas pela mesma “win-win”. O peso final da medida varia entre 27 (para medidas de maior interesse e potencial de desenvolvimento sustentável) e 1 (para medidas de adaptação que, no presente, são menos urgentes). Importa referir que o grau de vulnerabilidade pode sofrer alterações, agravando ou atenuando a necessidade de implementação de medidas de adaptação específicas. Deve ser tido em conta que o processo de adaptação às alterações climáticas depende de

aspectos específicos de cada local e sistema. Soluções generalistas correm o risco de ser desadequadas, se aplicadas indiscriminadamente, por isso, é pretendido que as medidas sejam devidamente integradas nos planos de governança vigentes na região, sempre que possível (Barroso *et al.*, 2016).

O processo de adaptação deve ser coerente e assentar numa governação integrada e multinível, em que as autarquias tenham um papel liderante. Para esse efeito, foram analisados planos municipais que permitem um processo de ação a curto e médio prazo. Para garantir a governança do plano, em relação à implementação e respetiva gestão esclarece-se junto dos promotores e restantes agentes o papel de cada um quanto:

- i) à definição, responsabilização e atribuição de condições para definir os tomadores das ações a iniciar;
- ii) ao quadro da execução e responsabilidade partilhada, consideração de aspetos de autoridade, legitimidade e meios legais, técnicos e financeiros para a execução;
- iii) ao estabelecimento de condições de garantia de execução do Plano;
- iv) à forma de envolvimento e responsabilização de todas as partes interessadas;
- v) ao modelo e sistema de observação e monitorização da execução e dos respetivos impactes e resultados;
- vi) à revisão regular/ajustamento periódico do Plano de acordo com as fases de implementação, ciclos de investimento públicos e privado.

5.3.1. Definição de eixos, opções e medidas de adaptação

A análise da realidade local e das orientações legais resultou na seleção de um conjunto de medidas de ação climática, sequenciadas no tempo, cujo propósito é contribuir, eficazmente, para, por um lado, diminuir as vulnerabilidades presentes no território e, por outro, potenciar oportunidades de desenvolvimento sustentável do mesmo:

Eixo I - Investigação e Conhecimento integra 5 opções de carácter multidisciplinar que se desdobram em 15 medidas de adaptação. Este eixo, centrado na Investigação, visa a produção de conhecimento sobre os sistemas e ciclos biogeoquímicos locais associados à avaliação e gestão do meio natural, nomeadamente, através da criação de uma rede de deteção e realização de estudos que incluem a análise de riscos, segurança alimentar, dinâmicas de sedimentação e processos de ocupação e uso do solo. Neste Eixo são de destacar as medidas com o propósito de: instalar, reforçar e operacionalizar uma rede meteorológica capaz de registar as heterogeneidades do território; analisar e perspetivar a evolução de riscos e serviços ecos sistémicos, com o intuito de gerar informação que permita atualizar as vulnerabilidades territoriais e desenvolvimento de uma estratégia alimentar regional.

Eixo II - Medidas e Ações de Intervenção subdivide-se em 8 opções de intervenção no território, transversais a todos os sectores, constituídas por 56 medidas. Neste Eixo, são propostas ações incidentes sobre os impactes, vulnerabilidades e riscos territoriais, bem como, oportunidades de desenvolvimento territorial e revisão de instrumentos de gestão territorial.

Nas opções de adaptação incluem-se medidas com o intuito de: salvaguardar a diversidade geológica e biodiversidade regional; promover sistemas tradicionais associados à produção agroalimentar de qualidade e inteligente; implementar planos de arborização regional e de gestão sustentável do espaço florestal; desenvolver um conjunto de intervenções ao nível do ciclo natural e urbano da água; gerir e qualificar as zonas costeiras, estuarinas e ribeirinhas; promover a melhoria da saúde pública, segurança e proteção de pessoas e bens; promover o desenvolvimento de uma (bio)economia circular de baixo carbono; adotar planos sustentáveis de transportes e de sustentabilidade na produção e consumo da energia; e ainda, revisão dos processos de planeamento, ordenamento, urbanismo e gestão territorial no quadro da ação climática.

Eixo III - **Observação/Monitorização e Sistemas de Apoio à Decisão**, é constituído por 2 opções e 4 medidas referentes à monitorização e implementação de sistemas de apoio à decisão e aposta em soluções baseadas em plataformas digitais para a comunicação entre entidades, municípios e cidadãos. As principais medidas a destacar neste eixo são as seguintes: desenvolvimento de uma plataforma “open access” de dados climáticos e registro de ocorrências resultantes de fenómenos climáticos de grande intensidade; criação de um Sistema de Monitorização e Ação Climática regional responsável pela monitorização, análise e aprovação de estratégias de adaptação às alterações climáticas.

Eixo IV – **Organização, sensibilização e capacitação** divide-se em 2 opções que se desdobram em 8 medidas de organização, educação e preparação dos agentes sociais e económicos em particular dos agentes de proteção civil com o principal objetivo de: fomentar a comunicação e articulação entre órgãos decisores e equipas de proteção civil e socorro, numa ótica de partilha de conhecimento, informação e dados; disseminar informação sobre as alterações climáticas com o intuito de de aumentar a participação cívica em matéria de ação climática; promover o voluntariado e mecenato ambiental como forma de envolvimento dos cidadãos e agentes territoriais, por exemplo, participação em ações de reflorestação, limpeza ou atividades no âmbito *citizen science*.

Eixo V - **Cooperação Intermunicipal e (Inter)nacional**, integra 5 medidas de promoção e melhoria da cooperação transfronteiriça e internacional ao nível de grupos de trabalho técnicos, políticos e mesmo de intervenção num quadro alargado de cooperação (inter)nacional em matéria de ação climática. De entre as medidas identificadas importa destacar: planeamento, coordenação e programação de meios e operações conjuntas de proteção civil e emergência entre Portugal e Galiza e o Estabelecimento de parcerias entre o Alto Minho e Galiza em matéria de ação climática.

Assim, por forma a potenciar a resiliência do território do atual contexto de mudança climática (vulnerabilidade e impactes) foram identificadas as seguintes medidas:

Eixo I - INVESTIGAÇÃO E CONHECIMENTO

Opção I.1 Instalação de uma rede de observação/sensores terrestres regionais

Medida I.1.1 Instalação, reforço e operacionalização de uma rede meteorológica e climatológica regional.

Medida I.1.2 Instalação de estações de observação da qualidade do ar, do ruído, da qualidade da água e quantidade/níveis de água/recursos hídricos

Medida I.1.3 Integração das redes regionais com as redes de parâmetros ambientais nacionais e espaços transfronteiriços bem como, com a recolha e análise de imagens espaciais e aéreas.

Opção I.2 Análise do risco, serviços de ecossistema e resiliência do território

Medida I.2.1 Definição e implementação de um programa e sistema de observação, monitorização e avaliação sócio ecológica regional.

Medida I.2.2 Prevenir riscos e adaptar o território à mudança climática

Modelação de riscos e serviços de ecossistemas de apoio ao planeamento e gestão territorial e sectorial.

Medida I.2.3 Análise e modelação/simulação do risco de incêndios florestais de suporte ao planeamento de risco num cenário de alteração climática.

Medida I.2.4 Avaliação de riscos biológicos e da invasibilidade associada aos principais micro e macrobiológicos presentes em particular sobre as invasoras lenhosas

Medida I.2.5 Avaliação da capacidade de adaptação e resiliência dos territórios e atividades sectoriais.

Opção I.3 Avaliação e gestão das dinâmicas de ocupação e uso do solo

Medida I.3.1 Avaliação e modelação hidrológica das (sub)bacias, do transporte, sedimentação, cheias e inundações.

Medida I.3.2 Análise das dinâmicas de intensificação, concentração e especialização da ocupação e usos do solo regional e a nível local.

Opção I.4 Produção e segurança agroalimentar regional

Medida I.4.1 Promoção dos sistemas tradicionais de agricultura associadas à valorização dos recursos endógenos.

Medida I.4.2 Desenvolvimento de uma estratégia alimentar territorial suportada em reservas, produção local vegetal e animal (incluindo as pescas e aquacultura) e diminuição/eliminação do desperdício alimentar.

Opção I.5 Integração em redes, projetos e redes de investigação internacionais

Medida I.5.1 Promoção, integração e dinamização de redes, projetos e eventos internacionais na monitorização, adaptação e ação climática.

Medida I.5.2 Integração de redes internacionais de recolha, registo e partilha de dados sobre alterações climáticas.

Medida I.5.3 Promoção do empreendimento e a valorização competitiva do potencial endógeno e desenvolvimento local.

Eixo II - MEDIDAS E AÇÕES DE INTERVENÇÃO

Opção II.1 Intervenções sobre a geo e biodiversidade, os riscos geológicos e biológicos e a qualificação ambiental

Medida II.1.1 Avaliação, definição e instalação de uma rede/infraestrutura ecológica que considere e integre as principais funções e serviços ambientais, bem como o reforço dos espaços protegidos públicos regionais e locais.

Medida II.1.2 Definição, experimentação e implementação de novas abordagens e modelos de governança/gestão colaborativa de espaços protegidos e classificados.

Medida II.1.3 Valorizar o território através da paisagem; Programas e iniciativas de promoção e manutenção das unidades e dos mosaicos de paisagem na relação com a conservação e valorização do património cultural e natural.

Medida II.1.4 Proteger e garantir a preservação do património genético (animal, vegetal e de fungos) regional.

Medida II.1.5 Avaliar processos e riscos de invasibilidade biológica, e monitorizar e melhorar as intervenções de prevenção e controlo de pragas e doenças (nas atividades/espécies agrícolas e florestais).

Medida II.1.6 Identificação, proteção e intervenção nas linhas de cabeceira e zonas húmidas associadas á importância destes sistemas no ciclo natural da água.

Opção II.2 Promoção de sistemas tradicionais, de uma intensificação inteligente de agricultura associadas a produtos agroalimentares de qualidade

Medida II.2.1 Promoção do papel da agricultura e da floresta na regulação dos ciclos biogeoquímicos locais, em particular na conservação da quantidade e da qualidade do solo e da água.

Medida II.2.2 Promoção do aumento do armazenamento superficial e subterrâneo dos recursos hídricos, bem como melhoria da eficiência dos sistemas de captação, distribuição, armazenamento e consumo de recursos hídricos, associada ao aumento das áreas e da eficiência do regadio.

Medida II.2.3 Promoção de sistemas de produção agroalimentares sustentáveis associadas à implementação de modos de produção integrada, de agricultura biológica e agricultura de precisão.

Medida II.2.4 Aumento das culturas em sistemas de produção protegidas (em abrigo), para a multiplicação de plantas e novos sistemas de agricultura (peri)urbana e indoor.

Medida II.2.5 Promoção da produção e adaptação das variedades agrícolas locais e raças autóctones, associado à promoção da indústria e dos produtos agroalimentares regionais de qualidade.

Medida II.2.6 Definição e criação de circuitos curtos alimentares, modos de comercialização sustentáveis e promoção da certificação de produtos agroalimentares regionais e locais.

Medida II.2.7 Elaboração de cadastro predial rural simplificado, prestando apoio à dinamização das bolsas de terras rurais disponíveis na região associado a modelos de valor do solo e as propriedades com novas abordagens integrando outras variáveis para além da sua capacidade construtiva.

Opção II.3 Plano de arborização regional e promoção de uma gestão sustentável das atividades e espaço florestal

Medida II.3.1 Promoção do planeamento florestal que inclua uma aposta num plano de arborização regional (até 2030), das zonas de aptidão florestal, articulado com o PROF e os PMDFCI, em particular dos espaços comunitários, e promoção de uma gestão florestal sustentável promotora de uso múltiplo do espaço florestal.

Medida II.3.2 Promoção da capacitação e das atividades de certificação florestal individual, de grupo e certificação regional com vista à valorização da fileira florestal associada à implementação de figuras e modelos de gestão florestal sustentável

Medida II.3.3 Desenvolvimento e aplicação de um Plano Regional de Fogo Controlado (PRFC) no quadro de um uso de queimas prescritas para gestão de combustíveis e diminuição estrutural e funcional do risco de incêndio.

Medida II.3.4 Promoção do sequestro de carbono e de outros serviços de ecossistemas relevantes, associados aos espaços florestais, a novas economias e modelos de gestão dos espaços protegidos regionais e locais.

Opção II.4 Promoção de intervenções sobre o ciclo natural e urbano da água para promover a quantidade e qualidade dos recursos hídricos

Medida II.4.1 Gestão do recurso água num contexto de mudança climática, avaliação, modelação, monitorização e gestão do ciclo natural da água nas (sub)bacias na relação com os processos, pressões e a utilização, licenciamento de recursos hídricos/massas de água superficiais de interior, transição e costeiras, bem como em massas subterrâneas.

Medida II.4.2 Identificação, planeamento e gestão das zonas de máxima infiltração na sua relação com a quantidade e qualidade de água subterrânea.

Medida II.4.3 Avaliação, modelação e adaptação à cunha de intrusão salina ao longo das margens/várzeas.

Medida II.4.4 Plano de contingência e gestão de recursos hídricos em casos de seca extrema na relação com as fontes, cargas e processos de poluição associados aos locais e modos das captações e modelos de utilização.

Medida II.4.5 Combate às perdas nos sistemas de abastecimento público de água, do consumo e aumento da cobertura à população da rede pública de abastecimento de água.

Medida II.4.6 Avaliação e melhoria da intervenção em situação de cheias fluviais e cheias rápidas, em meio urbano, através da definição de planos de escoamento urbano associada à implementação de rede de águas pluviais.

Medida II.4.7 Intervenções na caracterização (cadastro), manutenção e redimensionamento da rede de abastecimento e de saneamento.

Medida II.4.8 Caracterização, intervenção e implementação de sistemas de gestão inteligentes, de gestão total e responsáveis no ciclo urbano/antrópico da água.

Medida II.4.9 Implementação de boas práticas de gestão e planos de segurança de água, de gestão de resíduos de efluentes em zonas de habitação, zonas industriais e de serviços.

Opção II 5. Planeamento, gestão e qualificação das zonas ribeirinhas

Medida II.5.1 Avaliação, implementação e revisão do plano de gestão das áreas e margens ribeirinhas para garantir a sua preservação e potenciar os serviços ambientais associados.

Medida II.5.2 Requalificação de espaços ribeirinhos degradados de habitats ribeirinhos e dos espaços de estuário.

Medida II.5.3 Monitorização, conservação e promoção de usos e geração de economias sustentáveis tradicionais (ex. pesca) e inovadoras (ex. aquacultura, energia, desporto náuticos) associada aos espaços ribeirinhos.

Opção II.6 Promoção da melhoria da saúde pública, da segurança de pessoas e proteção de bens

Medida II.6.1 Maior envolvimento num sistema intersectorial de vigilância epidemiológica para a deteção atempada de doenças vetoriais e virais e, maior eficácia de tratamento de casos contagiosos à formação, organização e coordenação de profissionais de saúde para doenças exóticas. Centro de recolha, normalização, análise e partilha de dados nos centros de saúde.

Medida II.6.2 Criação de Sistema de prevenção para a saúde pública, para atualização/desenvolvimento de Planos Locais de Emergência para Saúde.

Medida II.6.3 Reforço dos meios, organização e coordenação dos agentes de proteção civil, saúde, segurança de pessoas e bens à escala municipal

Medida II.6.4 Elaborar Planos de Contingência para processos de baixa recorrência, mas de elevado potencial catastrófico (ex. sismos)

Medida II.6.5 Desenvolvimento de estratégias, plataformas e canais de comunicação/sensibilização sobre riscos e saúde publica adequadas à realidade territorial regional

Medida II.6.6 Plano regional de redução e controlo de emissões que incluam as emissões industriais em simultâneo melhoria e implementação de sistemas e técnicas (eco)inovadoras de recolha, tratamento e valorização de resíduos domésticos, industriais e florestais e agrícolas locais.

Medida II.6.7 Elaborar Planos Municipais de Adaptação às Alterações Climáticas na relação com a revisão e aplicação dos PMDFCI, PMEPC e de Planos Municipais do Ambiente, tendo por base a identificação das áreas de riscos associados a incêndios, cheias, movimentos de vertentes e galgamento costeiro, num cenário de mudança climática.

Opção II. 7 Promoção do desenvolvimento e adaptação da Economia de Baixo Carbono, dos transportes e da sustentabilidade na produção e consumo da Energia

Medida II.7.1 Promoção de um plano de aumento da produção de energias renováveis, assegurando os contributos regionais (Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 e Plano Nacional integrado Energia e CLima 2030), a descarbonização da economia, a transição energética e neutralidade carbónica pelo reforço da quantidade e capacidade das unidades produtoras, incluindo sistemas locais e distribuídos.

Medida II.7.2 Promoção de uma (bio)economia circular no sector agroflorestal e do mar bem como, na base industrial e de serviços responsável que considere a sustentabilidade os recursos geológicos e biológicos locais e a integração de fluxos de massa e, energia entre agentes e atividades à escala regional/local

Medida II.7.3 Desenvolvimento e aplicação de sistemas eficientes no transporte, armazenamento, distribuição/alimentação e consumo energético pelas entidades públicas (espaço e edifícios públicos) e pelos agentes privados.

Medida II.7.4 Implementação de planos de mobilidade sustentável (ex. ciclovias, transportes públicos) e sistemas inteligentes e coletivos de transportes/mobilidade regionais, locais e urbanos associados a conexões (de interesse) internacionais

Medida II.7.5 Aposta na construção/instalação de centrais logísticas de biomassa locais no quadro da valorização energética e compostagem dos resíduos orgânicos locais.

Medida II.7.6 Instalações de infraestruturas, espaços e superfícies verdes e outras técnicas de construção sustentável para melhoria do desempenho energético dos edifícios públicos e privados.

Medida II.7.7 Instalações de sistemas de vigilância sobre infraestruturas críticas de transporte associadas a planos de intervenção da manutenção e reabilitação de (infra)estruturas hidráulicas para redução de riscos.

Medida II.7.8 Promoção, aplicação e revisão da Carta Europeia de Turismo Sustentável (Informação turística sobre eventos climáticos e Aplicação da metodologia integrada AdaPT AC:T) bem como, do reforço e continuação de aposta do Turismo Rural à escala regional

Medida II.7.9 Definição, instalação e adaptação das unidades, zonas/parques industriais em unidades e Zonas Empresariais Responsáveis (ZER).

Medida II.7.1 Criação de condições para a instalação e empreendedorismo de serviços que promovam soluções inovadoras de ação e adaptação à ação climática

Medida II.7.11 Aposta em processos, tecnologias e sistemas digitais promotoras de uma transição digital que visem a aposta numa Economia Digital regional e Governança Digital ou Governo Eletrónico que facilitem a mobilidade e acessibilidade aos produtos e sistemas inteligentes e eficientes.

Medida II.7.12 Desenvolvimento e implementação de Plano de mobilidade sustentáveis e suaves que incluam o reforço de pontos de abastecimento com fontes de energia alternativa, como a energia e mobilidade elétrica.

Medida II.7.13 Adequação das necessidades de mobilidade da administração regional e local aos objetivos da neutralidade carbónica.

Opção II. 8 Integração dos processos de Planeamento, Ordenamento, Urbanismo e Gestão Territorial no quadro da ação climática

Medida II.8.1 Definição de linhas estratégicas globais e desenvolvimento de um plano de ação conjunto para a gestão sustentável das áreas/centros urbanos.

Medida II.8.2 Fomento da área e qualificação do espaço público associado à instalação e reforços infraestruturas verdes e azuis, regionais e locais, em particular em espaços/parques verdes desportivos em áreas (peri)urbanas; Desenvolvimento de uma estratégia para os espaços verdes em perímetro urbano e promoção de superfícies (paredes e telhados) verdes.

Medida II.8.3 Reforço do planeamento, ordenamento e gestão integrada que vise a criação e proteção de espaços protegidos e classificados em espaço marinho e costeiro na sua relação com a gestão dos espaços estuarinos e ribeirinhos.

Medida II.8.4 Revisão dos planos (IGT) e regulamentos municipais (bem como, de revisão dos planos setoriais e especiais) que considerem as mudanças e ações para as alterações climáticas.

Medida II.8.5 Adaptação do modelo de governança/parceria para Ação Climática entre a Administração central, regional e local na sua relação com os sistemas partilhados/descentralizados, bem como da responsabilidade civil e ambiental entre o público e o privado, ajustados à ação climática regional.

Eixo III - OBSERVAÇÃO/MONITORIZAÇÃO E SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO

Opção III.1 Plataformas digitais de observação e apoio à decisão

Medida III.1.1 Plataforma digital de dados históricos e atuais de registos climáticos na relação com os sistemas regionais de vigilância.

Medida III.1.2 Promoção de produtos e serviços digitais em particular ao nível dos sistemas de apoio à decisão da ação climática.

Medida III.1.3 Criação de sistemas intersectoriais de vigilância epidemiológica regionais.

Opção III.2 Comissão Municipal de Monitorização e Ação Climática

Medida III 2.1 Criação de uma Comissão e Sistema de Monitorização e Ação Climática regional

Eixo IV - ORGANIZAÇÃO, SENSIBILIZAÇÃO E CAPACITAÇÃO

Opção IV.1 Capacitação, sensibilização e formação dos agentes locais e população e apoio à decisão dos decisores técnico-políticos

Medida IV.1.1 Implementação e reforço de ações de capacitação para a deteção e controlo de riscos biológicos e ocorrências de poluição associadas à mobilidade de pessoas, veículos e bens e atividades de indústria (SEVESO; PCIP), comércio e serviços

Medida IV.1.2 Reforço da capacidade e dos meios de equipas de proteção civil e emergência resposta em caso de acidentes graves e/ou catástrofes.

Medida IV.1.3 Reforço de Coordenação entre os órgãos decisores com intervenção

Medida IV.1.4 Reforço da capacitação e formação profissional dos agentes de Proteção Civil. Desenvolvimento de oferta regular e integrada de ensino e formação em riscos, proteção civil, segurança e emergência desde o nível superior, técnico, especialização e reciclagem

Medida IV.1.5 Disponibilização de meios adequados para os agentes de Proteção Civil.

Opção IV.2 Ações de sensibilização, responsabilização e voluntariado

Medida IV.2.1 Ações de sensibilização sobre os públicos escolares, grupos etários e comunidades vulneráveis às alterações climáticas.

Medida IV.2.2 Promoção do voluntariado e outras ações de mecenato no quadro da responsabilidade social e ambiental dos agentes sociais e económicos.

Medida IV.2.3 Promoção da resiliência através da inclusão social e da responsabilidade civil das empresas e cidadã

Eixo V - COOPERAÇÃO INTERMUNICIPAL E (INTER)NACIONAL

Opção V.1 Cooperação intermunicipal

Medida V.1.1 Desenvolvimento de um plano de ação e intervenções conjuntas ao nível de uma Agenda Intermunicipal para Ação Climática traduzida em instrumentos de financiamento, coordenação e ação conjunto no espaço da CIM Cávado

Medida V.1.2 Reforço da capacidade operativa de gestão integrada da monitorização climática dos recursos hídricos

Medida V.1.3 Desenvolvimento de um sistema de monitorização e gestão integrada dos rios, Vade, Neiva, Homem e Cávado.

Medida V.1.4 Planeamento, coordenação e programação de meios e operações conjuntas de proteção civil e emergência entre os municípios da CIM Cávado e CIM Alto Minho e CIM do Ave.

Medida V.1.5 Integração de investigadores em grupos de trabalho e iniciativas de investimento e propostas europeias conjuntas de Ação Climática.

5.3.2. Integração da adaptação em políticas sectoriais e territoriais

A natureza e a geometria das propostas consideram diversos exercícios anteriores, nomeadamente, a ENAAC 2030 e o atual Plano de Ação para as Alterações Climáticas á escala nacional. A abordagem do ordenamento do território permite evidenciar as condições específicas de cada território e a respetiva consideração na análise dos efeitos das alterações climáticas. Permite, também, otimizar as respostas de adaptação, evitando formas de uso, ocupação e transformação do solo que acentuem a exposição aos impactos mais significativos, tirando partido das condições de cada local para providenciar soluções mais sustentáveis.

Através dos instrumentos de desenvolvimento (política) e de ordenamento do território, é possível igualmente conjugar estratégias de mitigação e de adaptação às alterações climáticas. Esta valência do ordenamento do território advém também do resultado do procedimento de Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), a que os planos territoriais de âmbito intermunicipal e municipal estão sujeitos. Com efeito, esse

procedimento vem revelar os domínios e focos de interesse (pelas fragilidades e/ou pelas oportunidades) que o Plano pode e deve avaliar/ponderar e que a sua implementação pode dirimir ou potenciar respetivamente. Podem ser apontados ao ordenamento do território seis atributos facilitadores da prossecução da adaptação às alterações climáticas, permitindo:

- i) planear a atuação sobre os assuntos de interesse coletivo;
- ii) gerir interesses conflituantes;
- iii) articular várias escalas ao nível territorial, temporal e de governança;
- iv) adotar mecanismos de gestão da incerteza;
- v) atuar com base no repositório de conhecimento;
- vi) definir orientações para o futuro, integrando as atividades de um alargado conjunto de atores.

Os eixos, medidas e ações propostas apresentam enquadramento e relação com um conjunto de processos e documentos orientadores a nível europeu, transfronteiriço e nacional entre os quais se destacam:

- i) EU Adaptation Strategy;
- ii) European Green Deal;
- iii) Estratexia Galega de Cambio Climático e Enerxía 2050 e Plan Regional Integrado de Enerxía y CLima;
- iv) Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT);
- v) Programa Nacional de Investimentos 2030 (PNI 2030);
- vi) Roteiro Nacional de Baixo Carbono 2050;
- vii) Plano Nacional Integrado Energia e CLima 2021-2030;
- viii) Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e Biodiversidade *para 2030 (ENCNB 2030)*.

A aplicação das medidas implica adaptação dos atores da administração, dos sectores associativos e dos atores privados no geral com ações de capacitação, organização e sensibilização associadas a novos modelos de colaboração e responsabilização entre as entidades da administração central, regional e local num quadro de descentralização. As autoridades locais são os principais agentes na aplicação e monitorização de medidas de adaptação, por regulamentarem o ordenamento do território (HurLimann e March, 2012) e, por serem melhores conhecedoras das condições naturais e humanas prevalentes no território (UE, 2007).

O desenvolvimento do PMAC encontra-se como uma necessidade e oportunidade de adequação nas futuras revisões dos instrumentos de política, planeamento e gestão territorial levando em consideração as estratégias e planos vigentes. Assim, na criação do Plano foi levado em consideração os conhecimentos contidos nos seguintes programas, estratégias e planos, entre outros de:

- i) Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território;
- ii) Estratégia Nacional de Adaptação as Alterações Climáticas 2020;
- iii) Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030;
- iv) Quadro Estratégico para a Política Climática;
- v) Plano Estratégico Nacional do Turismo;
- vi) Roteiro Nacional de Baixo Carbono 2050;
- vii) Planos de Gestão dos Recursos Hídricos da Região Hidrográfica (RH1);
- viii) Planos de Gestão de Risco de Inundação 2016-2021;
- ix) Estratégia de Fomento Industrial para o Crescimento e o Emprego 2014-2020;
- x) Estratégia Cavado 2030;
- xi) Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável;
- xii) Pacto para o Desenvolvimento e Coesão Territorial;
- xiii) Carta Europeia de Turismo Sustentável;

- xiv) Plano de Ação de Mobilidade Urbana Sustentável;
- xv) Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade;
- xvi) Plano Sectorial Rede Natura 2000;
- xvii) Programa de Cooperação Territorial Europeia pacto de Autarcas;
- xviii) Plano Nacional Energia CLima 2030
- xix) Entre outros.

Algumas das medidas propostas implicam a adequação recíproca dos instrumentos de política, do planeamento e ordenamento, bem como da gestão territorial ao nível de aspetos de carácter legal, normativo e regulamentar que regulam o espaço. Entre os planos regionais e locais destacam-se:

- i. Plano Regional de Ordenamento do Território do Norte (PROT);
- ii. Plano Regional de Ordenamento Florestal (PROF); Zonas de Intervenção Florestal (ZIF) e Planos de Gestão Florestal (PGF);
- iii. Plano de Gestão da Região Hídrica (PGRH);
- iv. Plano de Gestão de Riscos de Inundações (PGRI);
- v. Carta Europeia de Turismo Sustentável;
- vi. Plano Diretor Municipal (PDM); Plano de Pormenor (PP) e Plano Urbano (PU);
- vii. Planos Distritais de Emergência e Proteção Civil (PDEPC);
- viii. Planos Municipais de Emergência e Proteção Civil (PMEPC);
- ix. Planos Municipais de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI);
- x. Plano de Ordenamento das Paisagens Protegidas (POPP), como o Parque Nacional da Peneda-Gerês, a Paisagem Protegida do Corno do Bico e a Paisagem Protegida das Lagoas de Bertandos e S. Pedro d'Arcos;
- xi. Plano de Ordenamento da Orla Costeira Caminha-Espinho (POC-CE);
- xii. Plano de Ordenamento das Albufeiras do Touvedo e Alto Lindoso (POA).

A integração das medidas nos IGT, pretende conferir a estas valor legal e legislativo e, será assumida pelos municípios através de uma série de ações potenciais como sejam:

- i) alteração do regulamento de índices e indicadores usados como parâmetro de referência;
- ii) transposição de orientações para programas estratégicos regionais existentes;
- iii) reclassificação do solo na planta de condicionantes/ordenamento/zonamento;
- iv) identificar áreas de interesse para expropriação;
- v) propostas de investimento a planos de financiamento;
- vi) proposta de revisão junto da administração central dos IGT regionais.

O facto de os planos vigentes não apresentarem uma dimensão de evolução climática propicia uma incorreta gestão de recursos e aumenta a necessidade de revisões dos mesmos. Neste quadro é urgente a atualização dos IGT à realidade climática do território, como os Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT), que pela abrangência, pluridisciplinaridade e transversalidade, em conjunto com a sua expressão municipal, regulam a ocupação e uso do solo e consequentemente, as dinâmicas territoriais. No sentido do planeamento de prevenção e redução de riscos, salientam-se também os instrumentos direcionados para a resposta em situação de catástrofe, como os planos distritais e municipais de emergência e Proteção Civil, que são particularmente afetados pelas alterações climáticas. Os Planos de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI), que estabelecem a estratégia municipal de defesa, através da definição de medidas com base apenas no cLima atual e ainda os planos municipais de abastecimento de água e drenagem de águas residuais, devido à necessidade intrínseca de avaliação e prevenção de fenómenos de precipitação extrema.

De uma forma global, podem ser apontadas quatro formas principais de intervenção através do ordenamento do território ao nível municipal para promover a adaptação às alterações climáticas:

- i) estratégica: produzindo cenários futuros de desenvolvimento territorial; concebendo visões de desenvolvimento sustentável de médio e longo prazo; estabelecendo novos princípios de uso e ocupação do solo; fazendo *benchmarking* de boas práticas; definindo orientações quanto a localizações de edificações e infraestruturas, usos, morfologias e formas de organização territorial preferenciais;
- ii) regulamentar: estabelecendo disposições de natureza legal e regulamentar relativas ao uso e ocupação do solo e às formas de edificação;
- iii) operacional: definindo as disposições sobre a execução das intervenções prioritárias, concebendo os projetos mais adequados à exposição e sensibilidade territorial, e definindo o quadro de investimentos públicos de qualificação, de valorização e de proteção territorial, concretizando as diversas políticas públicas e os regimes económicos e financeiros consagrados em legislação específica;
- iv) governança territorial: mobilizando e estimulando a participação dos serviços relevantes da administração local, regional e central, de fatores-chave económicos e da sociedade civil, e cidadãos em geral; articulando conhecimentos, experiências e preferências;
- v) promovendo a coordenação de diferentes políticas e a consciencialização e capacitação de cidadãos, técnicos e decisores.

Na Ação Climática as integrações de linhas de intervenção no ordenamento do território devem promover a mitigação e adaptação local às alterações climáticas. A maioria das linhas de intervenção no presente Plano será integrada no planeamento e ordenamento do território através de mecanismos de gestão e de governação territorial de âmbito intermunicipal e municipal, designadamente na produção de regulamentos municipais; no desenvolvimento, conceção e produção de guias de boas práticas; no desenvolvimento de estudos; na concretização de mecanismos locais de apoio financeiro; na formação e sensibilização, com forte envolvimento de vários atores dos domínios económico, social e ambiental e da sociedade civil. As restantes linhas de intervenção poderão ser integradas nos IGT (ou mesmo regulamentos) de âmbito municipal, quer em termos estratégicos, quer ao nível regulamentar e/ou operacional. Para estas linhas de intervenção, apresentar-se-ão as formas de integração que deverão ser equacionadas, identificando-se os elementos dos planos que deverão ser alterados para a sua concretização.

A promoção da integração e monitorização da adaptação às alterações climáticas será realizada através das políticas públicas e sectoriais de maior relevância, de entre os quais: o Plano Regional de Ordenamento do Território do Norte (PROT), o Plano Distrital de Defesa da Floresta contra Incêndios (PDDFI), o Plano Regional de Ordenamento Florestal (PROF), Plano de Gestão da Região Hídrica (PGRH) e os Planos Especiais de Ordenamento do Território vigentes neste território (Plano de Ordenamento do Parque Nacional da Peneda-Gerês (POPN)).

Apresentam ainda especial relevância os processos de integração de medidas de adaptação os Planos Municipais de Ordenamento do Território de cada um dos municípios (Quadro 5.1).

Quadro 5.1 - Instrumentos de planeamento municipal para a integração de medidas de adaptação.

Tipo	Nome	Componentes Chave
PMOT	Plano Diretor Municipal	Modelo de ordenamento territorial Definição e representação das condicionantes ao uso do solo, riscos e vulnerabilidades do território (incluindo cartografia de risco)
	Plano de Urbanização	
	Plano de Pormenor	
Planeamento municipal de prevenção e Redução de riscos	Plano Municipal de Emergência e Proteção Civil	Tipificação de riscos e respetivas áreas de provável incidência, vulnerabilidade e intervenção (incluindo cartografia de vulnerabilidade e medidas de prevenção e atuação)
	Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios	Definição da vulnerabilidade florestal no território e respetivo plano de ação e plano operacional (incluindo cartografia de risco de incêndio)
	Planos de Abastecimento e Drenagem "PAD"	Modelação hidrológica e hidráulica para avaliação do desempenho dos sistemas e propostas de dimensionamento e respetivas intervenções (incluindo cartografia de risco de inundação)

5.4. Governança do plano associado ao Acompanhamento e Monitorização do PMAC

5.4.1. Implementação e avaliação do PMAC.

A complexidade, a multidisciplinidade e a abrangência do PMAC necessita de um plano de adaptação e ação climática associado a um modelo de gestão que procure garantir a execução e a respetiva monitorização, bem como a manutenção de um carácter colaborativo, inclusivo, participativo e de revisão contínua ao longo do período de implementação (2025-2030).

O modelo de gestão deverá garantir:

- i. a definição, responsabilização e atribuição de condições para definir os tomadores das ações a indicar;
- ii. a criação de um quadro de execução e responsabilidade partilhada/distribuída considerando aspetos de autoridade, legitimidade e mesmo de afetação de meios legais, técnicos e económico-financeiros para a execução das medidas previstas;
- iii. o estabelecimento das condições mínimas de garantia de execução do plano;
- iv. o enquadramento e especificação de formas de envolvimento e responsabilização de todas as partes interessadas;
- v. a proposta de um modelo e sistema de observação e monitorização da execução e dos respetivos impactos e resultados;
- vi. o estabelecimento de um sistema de revisão regular/ajustamento periódico do plano de acordo com as fases de implementação, ciclos de investimento públicos e privado;
- vii. a implementação de uma plataforma institucional e informática de apoio à gestão do plano.

Assim o modelo de gestão, monitorização e avaliação do PMAC assenta na Liderança (política de ação climática é da competência do Presidente da Câmara Municipal), Operacionalização (competência da totalidade dos serviços municipais, dinamizada pela Divisão de Ambiente e Espaços Verdes) e Monitorização e Avaliação (entidade externa).

A implementação do PMAC será concretizada promovendo o acompanhamento e participação pelas diversas entidades externas à estrutura de gestão e acompanhamento do PMAC, cabendo à Divisão de Ambiente e Espaços Verdes:

- i. **Coordenar a implementar as ações;** conduzir a execução das ações preconizadas no PMAC que se enquadram nas suas responsabilidades e atribuições;
- ii. **Contratar serviços externos** para o processo de monitorização e avaliação do PMAC;
- iii. **Estabelecer Parcerias/Protocolos**, acompanhar/assegurar que as ações da responsabilidade de outras entidades são executadas;
- iv. **Comunicar:** divulgar com regularidade o estado de execução do PMAC.

A execução das ações previstas no PMAC depende muito dos recursos financeiros internos, na medida em que muitas as ações comportam investimentos localizados e transversais ao período de tempo de implementação do plano e de forma transversal a todo o território. A identificação e acesso a fontes ou modelos de financiamento para a concretização das ações preconizadas no PMAC é determinante. Neste quadro, identificam-se oportunidades de financiamento europeus e nacionais públicos e privadas identificados nas fichas de ação. Ainda relativamente à programação do plano, foi feito um levantamento dos instrumentos de financiamento estratégicos (programas e fundos) ao nível europeu, nacional e regional, com âmbito na Ação Climática, Ambiente e Conservação da Natureza.

5.5. Avaliação e monitorização

O PMAC assume-se como um documento orientador da política de ação climática para o concelho, um instrumento dinâmico, evolutivo, capaz de representar a realidade atual, mas também antecipar cenários, de acordo com os dados territoriais e científicos disponíveis e que resultem do acompanhamento do Plano. Assim, o processo de monitorização é relevante pelo acompanhamento das medidas que poderá antecipar necessidades de reajustamentos da prioridade causados por alterações na evolução climática esperada, dinâmica territorial e mudanças de contexto económico que afetem a capacidade de execução dos promotores. A estrutura de gestão deverá assim assumir um papel de coordenação e guiar o processo de adequação temática, espacial, programática e institucional das medidas adequadas ao objetivo proposto.

A implementação, mas acima de tudo o acompanhamento do PMAC deve ser um processo contínuo, flexível e adaptativo entre o planeamento, a implementação, a avaliação e revisão do plano. O modelo de monitorização da gestão do PMAC visa:

- i. avaliar o nível de cumprimento dos objetivos do Plano;
- ii. bem como avaliar o desempenho da sua implementação e os impactes das ações propostas,
- iii. mas também acompanhar a evolução dos parâmetros e impactes climáticos locais.

O PMAC será objeto de relato anualmente (relatórios anuais) para suporte à apreciação em sede de reunião de Câmara Municipal e de reunião da Assembleia Municipal e revisto a cada 5 anos ou, extraordinariamente, caso se verifiquem desvios significativos aos principais indicadores e metas previstas ou caso haja necessidade de se proceder a alterações estruturantes do plano. A necessidade de reformulação poderá ser suscitada por motivos de força maior, como sejam mudanças de fundo nas orientações políticas e de governo do município ou alterações substanciais de âmbito legal ou regulatório, no contexto nacional ou europeu.

Em cada momento de revisão do PMAC é realizado um relatório de acompanhamento e monitorização das metas e medidas definidas no plano. Estes momentos de avaliação revelam-se importantes para assinalar constrangimentos ou oportunidades de ação climática, bem como a possível revisão da programação/calendarização das ações.

A monitorização do PMA será assegurada pela Autarquia, através da contratação de serviços externos para o efeito, por forma a garantir:

- i. a gestão na execução de ações à escala municipal, através da nomeação de responsabilidades e incentivando à cooperação entre atores e promotores na elaboração de candidaturas a instrumentos financeiros como os fundos europeus estruturais de investimento ou os mecanismos financeiros do espaço económico europeu;
- ii. a orientação e acompanhamento do processo junto das autarquias partilhando dados relevantes como: conhecimentos específicos, obstáculos encontrados, atualização de projeções climáticas, opinião pública ou análise de relatórios resultantes de processos de monitorização;
- iii. a monitorização do estado de implementação das medidas propostas e necessidade de adequação ou reformulação das mesmas.

No período do projeto até 2030 devem ser ainda previstos:

- i. a realização de uma avaliação estratégica ambiental à elaboração do PMAC;
- ii. a realização de relatório anual da monitorização da mudança climática no concelho na relação com relatórios de execução do PMAC;
- iii. desenvolvimento de instrumentos de governança através do desenvolvimento de ações guias de boas práticas; planos setoriais; novas estratégias; *workshops* ou partilha de conhecimentos através de processos de colaboração.

A monitorização do PMAAC abrange os seguintes domínios de avaliação:

- i. Monitorização de desempenho (ações de adaptação);
- ii. Monitorização climática (parâmetros climáticos);
- iii. Monitorização de impactes (perfil de impactes climáticos).

O impacto das ações deverá ser avaliado para medir o contributo do PMAC para a redução das emissões, do risco climático e alcance dos benefícios sociais, ambientais e económicos. Os indicadores de monitorização e as respetivas metas foram desenvolvidos em concordância com os instrumentos estratégicos e com as metas/indicadores previstos nas ODS e ISO 37120.

Na adaptação deve-se:

- i. integrar a monitorização de variáveis climáticas, designadamente os eventos meteorológicos extremos com impactes no concelho, deverá ser sistematizada e automatizada,
 - ii. bem como os avisos/alertas e indicadores de impacto;
 - iii. identificar e aprofundar o conhecimento e monitorização dos efeitos das alterações climáticas na saúde, em colaboração externa das entidades públicas do setor.
- i)

5.5.1. Monitorização de desempenho do PMAC

Considerando a identificação e a caracterização das ações a concretizar no PMAC e em resposta às vulnerabilidades atuais e potenciais importa garantir a implementação eficaz e eficientes das mesmas.

O processo de monitorização deverá acompanhar as diversas ações e tarefas previstas através de indicadores de monitorização das ações (até 2030):

- i. simples na sua forma;
- ii. claros quanto ao objetivo de avaliação;
- iii. não exaustivo no seu número;
- iv. que sejam possíveis de serem reavaliado periodicamente;
- v. que permitam a integração de novos dados científicos e possíveis alterações (sejam de natureza climática, económica, social, ambiental);
- vi. e garantam a articulação com outros instrumentos municipais.

Esta monitorização deve ser efetuada de forma periódica (anual e de 5 em 5 anos) e os seus resultados utilizados para ajustar e repensar as ações e tarefas previstas, a fim de se atingirem os objetivos a que o PMAC se predispõe.

O conjunto de indicadores a usar para acompanhar/avaliar a implementação do PMAC, da responsabilidade de avaliação da Câmara Municipal deve acontecer em articulação técnica com as entidades/partes interessadas relevantes no âmbito das alterações climáticas encontra-se associadas à implementação (total ou parcial), bem como ao resultados da opções e medidas assumidas.

5.5.2. Monitorização climática

A monitorização inclui indicadores organizados por parâmetros climáticos (Quadro 5.2), que devem ser regularmente atualizados, tratados e sistematizados como valores de referência iniciais e análise comparativa posterior, nomeadamente das anomalias verificadas e potencialmente representativas das alterações climáticas.

Quadro 5.2 - Sistema de indicadores de monitorização climática.

ID	Indicadores	Unidades	Periodicidade	Fonte
Temperatura				
MC#01	Temperaturas média, máxima e mínima observadas no Verão	°C	Anual	IPMA
MC#02	Temperaturas média, máxima e mínima observadas no Inverno	°C	Anual	IPMA
MC#03	Temperatura máxima média de Verão	°C	Anual	IPMA
MC#04	N.º médio anual de dias muito quentes (tx ≥ 35 °C)	n.º de dias	Anual	IPMA
MC#05	N.º médio anual de dias de Verão (tx ≥ 25 °C)	n.º de dias	Anual	IPMA
MC#06	N.º médio anual de noites tropicais (tx ≥ 20 °C)	n.º de dias	Anual	IPMA
MC#07	Ondas de calor - índice WSDI	n.º de dias	Anual	IPMA
MC#08	Ondas de frio - índice CSDI	n.º de dias	Anual	IPMA
MC#09	Número médio anual de dias de geada (T < 0 °C)	n.º de dias	Anual	IPMA
Precipitação				
MC#11	Precipitação média anual	mm	Anual	IPMA
MC#12	N.º médio anual de dias com precipitação > 1 mm	n.º de dias	Anual	IPMA
MC#13	N.º de dias de precipitação > 10 mm (anual, Verão e Inverno)	n.º de dias	Anual	IPMA
MC#14	N.º de dias de precipitação > 20 mm (anual, Verão e Inverno)	n.º de dias	Anual	IPMA

ID	Indicadores	Unidades	Periodicidade	Fonte
MC#15	N.º de dias de precipitação > 50 mm (anual, Verão e Inverno)	n.º de dias	Anual	IPMA
MC#16	N.º de secas ocorridas e grau de severidade: moderada, severa, extrema (índice de SPI)	n.º	Anual	IPMA
Vento				
MC#17	Direção	n.º de dias	Anual	IPMA
MC#18	Intensidade (tendência)	n.º de dias	Anual	IPMA

5.5.3. Monitorização de impactes

Os indicadores de monitorização de impactes devem-se atualizar a partir do Perfil de Impactes Climáticos (PIC-L) com base em fontes de informação sobre os principais eventos meteorológicos no concelho. Esta monitorização reforça a capacidade adaptativa municipal de avaliar a distribuição e a evolução dos eventos extremos antes, durante e após a aprovação do PMAC

Para tal inclui-se neste processo fichas digitais de preenchimento e localização de eventos associados ao Sistema de monitorização de eventos climáticos e impactes que refere a:

- i. **Localização**
- ii. **Identificação e consequências do evento climático**
- iii. **Data**
- iv. **Tipo de evento climático do evento climático**
- v. **Impacte(s)**
- vi. **Detalhes das consequências**

Esta recolha de dados deve resultar de uma abordagem colaborativa entre departamentos internos instituições/organizações da proteção civil, segurança e emergência na relação com a recolha de dados de observação e monitorização local onde se considere, em simultâneo, a:

- i. **Capacidade de resposta**
- ii. **Responsável**
- iii. **Responsáveis pelo planeamento da resposta pela Resposta**
- iv. **Ações de resposta**
- v. **Eficácia das ações / respostas**
- vi. **Limiares crítico**
- vii. **Integração da adaptação em políticas sectoriais e territoriais**
- viii. **Integração nos planos municipais de ordenamento do território**