



Instituto Politécnico
de Viana do Castelo

PLANO MUNICIPAL DE AÇÃO CLIMÁTICA DO CONCELHO DE VALENÇA

4. Caracterização e cenarização (bio)climática



INSTITUTO POLITÉCNICO DE VIANA DO CASTELO

Maio de 2025

INDICE

3. Caracterização do climática do Alto Minho.....	8
3.1. Cenários climáticos locais.....	8
3.2. Caracterização do climática do concelho de Valença.....	16
3.3. Cenários climáticos concelho.....	18
3.3.1. Metodologia de cenarização.....	18
3.3.2. Cenarização da temperatura média.....	21
3.3.3. Cenarização da amplitude térmica.....	26
3.3.4. Cenarização do número consecutivo de dias muito frios.....	31
3.3.5. Cenarização do número de dias com temperaturas superiores a 35 °C.....	32
3.3.6. Cenarização do somatório do índice de absorção de graus-dias 5 °C.....	34
3.3.7. Cenarização do somatório do índice de absorção de graus-dias 18 °C.....	38
3.3.8. Cenarização da Radiação Global.....	42
3.3.9. Cenarização da precipitação média.....	43
3.3.10. Cenarização da humidade relativa.....	52
3.3.11. Cenarização da evapotranspiração de referência.....	54
3.3.12. Cenarização do défice hídrico.....	58
3.3.13. Cenarização do Índice de Seca (SPI).....	61
3.3.14. Cenarização da intensidade do vento a 10 e 30 m.....	62
3.3.15. Cenarização do número de dias com vento fraco e sem vento.....	65
3.3.16. Cenarização do número de dias com vento moderado.....	66
3.3.17. Cenarização do número de dias com vento forte.....	67
4. Síntese das alterações climáticas projetadas até ao final do século.....	78
Fase II – Os impactes, os riscos prioritários e as vulnerabilidades às mudanças climáticas [CONSEQUÊNCIAS DA MUDANÇA].....	80
Fase II – Identificação de Impactes.....	80
4.2.2. Potenciais impactes identificados em Agricultura e Floresta.....	81
4.2.3. Potenciais impactes identificados em Energia e Segurança Energética.....	83
4.2.4. Potenciais impactes identificados em Saúde Humana.....	84
4.2.5. Potenciais impactes identificados em Segurança de Pessoas e Bens.....	85

4.2.6.	Potenciais impactes identificados em Economia (Indústria, Turismo e Serviços).....	86
4.2.7.	Potenciais impactes identificados em Transportes e Comunicação.....	87
4.2.8.	Espacialização geral dos impactes no território e principais anomalias.....	88
Fase II – Avaliação de Impactes.....		89
4.3.1.	Análise de risco multicritério.....	89

Índice de Quadros

Quadro 3.1 - Estações meteorológicas utilizadas na análise do histórico registado na região.....	7
Quadro 3.2 - Caracterização dos cenários criados em cada RCP (adaptado de Wayne, 2013).....	8
Quadro 3.3 - Ficha técnica dos modelos e cenarização climática utilizada e espaço temporal.....	9
Quadro 3.4 - Classificação zonas climáticas homogéneas, segundo a temperatura (a) e a precipitação (b) no Distrito de Viana do Castelo.....	10
Quadro 3.5 - Temperatura anual e sazonal (média, máxima, mínima) para os anos 1970 e 2000.....	12
Quadro 3.6 - Variáveis térmicas diárias para os anos 1970 e 2000.....	13
Quadro 3.7 - Precipitação total, sazonal e variáveis diárias para 1970 e 2000.....	13
Quadro 3.8 - Intensidade do vento para 1970 e 2000.....	14
Quadro 3.9 - Radiação global e índices analisados para 1970 e 2000 (presente).....	14
Quadro 3.10 - Resumo das principais tendências climáticas no presente (1970-2000).....	14
Quadro 3.11 - Dados climáticos (temperatura e precipitação) do concelho.....	17
Quadro 3.12 - Pressupostos sobre o RCP utilizados (4.5 e 8.5).....	18
Quadro 3.13 - Ficha técnica dos modelos e cenarização climática utilizada no estudo.....	19
Quadro 3.14 - Anomalias projetadas para a temperatura média anual de Valença, no mês mais frio e no mês mais quente.....	20
Quadro 3.15 - Anomalias projetadas para a temperatura média sazonal de Valença.....	24
Quadro 3.16 - Anomalias projetadas para a temperatura máxima sazonal de Valença.....	24
Quadro 3.17 - Anomalias projetadas para a temperatura mínima sazonal de Valença.....	25
Quadro 3.18 - Anomalias na amplitude térmica anual de Valença.....	25
Quadro 3.19 - Anomalias projetadas para o índice graus-dia superior a 5 °C de Valença.....	33
Quadro 3.20 - Anomalias projetadas para o índice graus-dia superior a 18°C de Valença.....	37
Quadro 3.21 - Anomalias para a precipitação média anual dos Valença.....	42
Quadro 3.22 - Anomalias para a precipitação média sazonal dos Valença.....	46
Quadro 3.23 - Anomalia projetada para a precipitação com neve nos Valença.....	47
Quadro 3.24 - Anomalias projetadas para a evapotranspiração de referência dos Valença.....	53
Quadro 3.25 - Anomalias projetadas para o défice hídrico.....	57
Quadro 3.26 - Classificação do índice SPI para períodos secos e períodos chuvosos e correspondente probabilidade de ocorrência.....	61
Quadro 3.27 - Índice de Seca para o Alto Minho.....	61
Quadro 3.28 - Síntese de mudanças ambientais e climáticas para Portugal continental (Fonte: PNPOT, 2018).....	69
Quadro 3.29 - Principais riscos, designações e ocorrências consideradas.....	70
Quadro 3.30 - Impactes e vulnerabilidades climáticas atuais.....	72
Quadro 3.31 - Impactes e vulnerabilidades climáticas futuras.....	73
Quadro 3.32 - Avaliação de riscos climáticos.....	74
Quadro 3.33 - Síntese de principais tendências e projeções climáticas para o Alto Minho até ao final do século.....	77
Quadro 3.34 - Síntese dos principais impactes e consequências locais causadas pelas alterações climáticas para o Alto Minho até ao final do século (PIC-L).....	78

Índice de figuras

Figura 3.1 - Distribuição das zonas climáticas homogêneas, segundo a temperatura (a) e a precipitação (b) no Distrito de Viana do Castelo (Alonso et al., 2019b).....	11
Figura 3.2 - Temperatura (média, máxima e mínima) e precipitação total do distrito de Viana do Castelo para o período de 1971-2000 (Normais climatológicas 1971-2000 das estações meteorológicas de Viana do Castelo/Meadela/C.C. - IM, 2011, retirado de Alonso et al., 2019b).....	12
Figura 3.3 - Temperatura (média, máxima e mínima) e precipitação total do distrito de Viana do Castelo para o período de 1971-2000 (Normais climatológicas 1971-2000 das estações meteorológicas de Monção/Valinha - IM, 2011, retirado de Alonso et al., 2019b).....	12
Figura 3.4 - Carta da Temperatura Média Anual do concelho.....	16
Figura 3.5 - Carta da Precipitação Média Anual do concelho.....	16
Figura 3.6 - Temperatura média anual de referência (1960-1990) de Valença.....	21
Figura 3.7 - Temperatura média anual de Valença, RCP 4.5 (2041-2070).....	21
Figura 3.8 - Temperatura média anual de Valença, RCP 4.5 (2071-2100).....	22
Figura 3.9 - Temperatura média anual de Valença, RCP 8.5 (2041-2070).....	22
Figura 3.10 - Temperatura média anual de Valença, RCP 8.5 (2071-2100).....	23
Figura 3.11 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 -1990).....	23
Figura 3.12 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).....	24
Figura 3.13 - Amplitude térmica anual de referência (1960-1990) de Valença.....	26
Figura 3.14 - Amplitude térmica anual de referência de Valença RCP 4.5 (2041-2070).....	26
Figura 3.15 - Amplitude térmica anual de referência de Valença RCP 4.5 (2071-2100).....	27
Figura 3.16 - Amplitude térmica anual de referência de Valença RCP 8.5 (2041-2070).....	27
Figura 3.17 - Amplitude térmica anual de referência de Valença RCP 8.5 (2071-2100).....	28
Figura 3.18 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).....	28
Figura 3.19 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).....	29
Figura 3.20 - Comparação da amplitude térmica diária anual entre a normal climatológica 1970-2000 e os respetivos RCP, dados referentes ao Alto Minho (Alonso et al., 2019b).....	29
Figura 3.21 - Comparação da amplitude térmica diária mensal entre a normal climatológica 1970-2000 e os respetivos RCP, dados referentes ao Alto Minho (Alonso et al., 2019b).....	30
Figura 3.22 - Média anual do período de geadas, dados referentes ao Alto Minho (Alonso et al., 2019b).....	30
Figura 3.23 - Comparação do número de dias consecutivos com temperaturas inferiores a 7°C, dados referentes ao Alto Minho (Alonso et al., 2019b).....	31
Figura 3.24 - Número de dias em onda de frio, dados referentes ao Alto Minho (Alonso et al., 2019b).....	31
Figura 3.25 - Evolução do número de dias com temperaturas superiores a 35 °C, dados referentes ao Alto Minho (Alonso et al., 2019b).....	32
Figura 3.26 - Comparação do Número de dias com temperaturas superiores a 35°C no Verão e Outono, dados referentes ao Alto Minho (Alonso et al., 2019b).....	32
Figura 3.27 - Anomalia do número de dias com temperaturas superiores a 35 °C, dados referentes ao Alto Minho (Alonso et al., 2019b).....	32
Figura 3.28 - Comparação do número de dias em onda de calor, dados referentes ao Alto Minho (Alonso et al., 2019b).....	33
Figura 3.29 - Índice graus-dia superior a 5 °C em Valença, no presente (1960- 1990).....	34
Figura 3.30 - Índice graus-dia superior a 5 °C em Valença, RCP 4.5 (2041-2070).....	34
Figura 3.31 - Índice graus-dia superior a 5 °C em Valença, RCP 4.5 (2071-2100).....	35
Figura 3.32 - Índice graus-dia superior a 5 °C em Valença, RCP 8.5 (2041-2070).....	35
Figura 3.33 - Índice graus-dia superior a 5 °C em Valença, RCP 8.5 (2071-2100).....	36
Figura 3.34 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).....	36
Figura 3.35 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).....	37
Figura 3.36 - Índice graus-dia superior a 18 °C em Valença, no presente (1960- 1990).....	38

Figura 3.37 - Índice graus-dia superior a 18 °C em Valença, RCP 4.5 (2041-2070).....	38
Figura 3.38 - Índice graus-dia superior a 18 °C em Valença, RCP 4.5 (2071-2100).....	39
Figura 3.39 - Índice graus-dia superior a 18 °C em Valença, RCP 8.5 (2041-2070).....	39
Figura 3.40 - Índice graus-dia superior a 18 °C em Valença, RCP 8.5 (2071-2100).....	40
Figura 3.41 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).	40
Figura 3.42 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).	41
Figura 3.43 - Radiação global mensal para o Alto Minho (Alonso et al., 2019b).....	41
Figura 3.44 - Anomalia na radiação mensal para o Alto Minho (Alonso et al., 2019b).....	42
Figura 3.45 - Precipitação média anual de referência (1960-1990) de Valença.....	43
Figura 3.46 - Precipitação média anual para Valença, RCP 4.5 (2041-2070).....	43
Figura 3.47 - Precipitação média anual para Valença, RCP 4.5 (2071-2100).....	44
Figura 3.48 - Precipitação média anual para Valença, RCP 8.5 (2041-2070).....	44
Figura 3.49 - Precipitação média anual para Valença, RCP 8.5 (2071-2100).....	45
Figura 3.50 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).	45
Figura 3.51 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).	46
Figura 3.52 - Precipitação como neve (1960-1990) para Valença.....	47
Figura 3.53 - Precipitação como neve para Valença RCP 4.5 (2041-2070).....	48
Figura 3.54 - Precipitação como neve para Valença RCP 4.5 (2071-2100).....	48
Figura 3.55 - Precipitação como neve para Valença RCP 8.5 (2041-2070).....	49
Figura 3.56 - Precipitação como neve para Valença RCP 8.5 (2071-2100).....	49
Figura 3.57 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).	50
Figura 3.58 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).	50
Figura 3.59 - Comparação da humidade relativa global anual para o Alto Minho (Alonso et al., 2019b).....	51
Figura 3.60 - Comparação da humidade relativa global mensal para o Alto Minho (Alonso et al., 2019b).....	52
Figura 3.61 - Anomalia da humidade relativa global anual para o Alto Minho (Alonso et al., 2019b).....	52
Figura 3.62 - Anomalia da humidade relativa global mensal para o Alto Minho (Alonso et al., 2019b).....	53
Figura 3.63 - Evapotranspiração de referência (1960-1990) de Valença.....	54
Figura 3.64 - Evapotranspiração de referência de Valença, RCP 4.5 (2041-2070).....	54
Figura 3.65 - Evapotranspiração de referência de Valença, RCP 4.5 (2071-2100).....	55
Figura 3.66 - Evapotranspiração de referência de Valença, RCP 8.5 (2041-2070).....	55
Figura 3.67 - Evapotranspiração de referência de Valença, RCP 8.5 (2071-2100).....	56
Figura 3.68 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e o cenário de referência (1960 1990).....	56
Figura 3.69 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e o cenário de referência (1960 1990).....	57
Figura 3.70 - Déficit hídrico de referência para Valença, no presente (1960- 1990).....	58
Figura 3.71 - Déficit hídrico de referência para Valença, RCP 4.5 (2041-2070).....	58
Figura 3.72 - Déficit hídrico de referência para Valença, RCP 4.5 (2071-2100).....	59
Figura 3.73 - Déficit hídrico de referência para Valença, RCP 8.5 (2041-2070).....	59
Figura 3.74 - Déficit hídrico de referência para Valença, RCP 8.5 (2071-2100).....	60
Figura 3.75 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).	60
Figura 3.76 - Intensidade média anual do vento a 10 m para o Alto Minho (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).....	62
Figura 3.77 - Intensidade média anual do vento a 30 m para o Alto Minho (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).....	62
Figura 3.78 - Intensidade média mensal do vento a 10 m para o Alto Minho (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).....	62
Figura 3.79 - Intensidade média mensal do vento a 10 m para o Alto Minho (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).....	63

Figura 3.80 - Anomalia da intensidade média anual do vento a 10 m para o Alto Minho (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).....	63
Figura 3.81 - Anomalia da intensidade média anual do vento a 30 m para o Alto Minho (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).....	63
Figura 3.82 - Anomalia da intensidade média mensal do vento a 10 m para o Alto Minho (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).....	64
Figura 3.83 - Anomalia da intensidade média mensal do vento a 30 m para o Alto Minho (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).....	64
Figura 3.84 - Comparação do número de dias sem vento (< 2,0m/s) (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).....	65
Figura 3.85 - Anomalia da comparação do número de dias com vento fraco (> 2m/s) (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).....	65
Figura 3.86 - Anomalia da Comparação do número de dias com vento moderado (> =5,5m/s) (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).....	66
Figura 3.87 - Comparação do número de dias com vento forte >10,8m/s (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).....	66
Figura 3.88 - Unidades de Resposta Climática.....	68
Figura 3.89 - Esquema do processo de análise de vulnerabilidades (Fritzsche et al., 2014).....	69

3. CARATERIZAÇÃO DO CLIMÁTICA DO ALTO MINHO

A descrição e análise climática assenta numa base de dados estatísticos que representam um período mínimo de 30 anos, e que, fornecem informação sobre a evolução e distribuição de intensidade de fenómenos físicos, como temperatura, precipitação e vento. A capacidade de análise da evolução das variáveis climáticas ao nível regional depende da capacidade de registo contínuo existente. A falta de manutenção e o reduzido número de estações climáticas, com registo contínuo, são impedimentos no processo de recolha de informação para a criação de séries climáticas densas e extensas para uma análise cuidada das expressões climáticas ao longo do território.

Para ultrapassar a incerteza e reduzido número de dados climáticos, foram utilizadas modelações climáticas regionais que representam diversas variáveis climáticas médias espacializadas para a região. Assim a caracterização do clima no município de Valença realizou-se através da análise da temperatura (máxima, média e mínima), da precipitação (acumulada) e da velocidade do vento (máxima), a partir da análise de diversas variáveis climáticas disponibilizadas no:

- SNIRH- Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos;
- Portal do Clima – Alterações Climáticas em Portugal - Instituto Português do Mar e da Atmosfera;
- ClimateEu - historical and projected climate data for Europe – CMIP5 Climate Data (Alexander von Humboldt Foundation).

A caracterização e monitorização do clima, para o Alto Minho, teve como base dados recolhidos através de estações meteorológicas contínuas no tempo, no entanto não deve ser calculado um apuramento mensal se existirem mais de 3 falhas diárias consecutivas ou mais de 5 alternadas, nesse mês, o que implica que sempre que haja, pelo menos, 4 dias seguidos, ou 6 alternados sem dados, num mês, não se pode calcular o apuramento mensal nem o anual (WMO, 1989). No PIAAC, foram utilizadas as estações meteorológicas da Meadela e Monção, no estudo da temperatura e da precipitação, por apresentarem dados contínuos, e as estações de Vila Nova de Cerveira e Extremo, por apresentarem a maior série de dados contínua disponível relativa ao vento, no Alto Minho (Quadro 3.1).

Quadro 3.1 - Estações meteorológicas utilizadas na análise do histórico registado na região.

	Localização	Altitude	Início de funcionamento	Parâmetros
Viana do Castelo (Meadela)	Lat.: 41°42'N Lon.: 08°48'W	16m	01-08-1969	Térmicos Pluviométricos
Monção (Valinha)	Lat.: 42°04'N Lon.: 08°23'W	80m	01-08-1967	Térmicos Pluviométricos
Vila Nova de Cerveira	Lat.: 41°56'N Lon.: 08°44'W	102m	26-03-2003	Anemométricos
Extremo (Valença)	Lat.: 41°57'N Long.: 08°28'W	419m	1-06-2003	Anemométricos

Da descrição do clima local resulta também o levantamento de dados históricos e atuais sobre tendências recentes de médias, mínimas e máximas, anomalias e eventos climáticos extremos.

3.1. Cenários climáticos locais

Na criação de cenários climáticos é usual quando existe uma grande incerteza associada ao resultado final, devido à complexidade e quantidade de variáveis a serem ponderadas. O uso destas ferramentas permite visualizar, questionar, analisar e interpretar dados com o objetivo de compreender padrões, relações e tendências de evolução, gerando informação que apoie a tomada de decisão consciente a longo prazo (IPCC-WGII, 2010).

Contudo, estas simulações são uma representação incompleta da realidade, por não englobarem todas as escalas temporais e espaciais presentes no sistema climático (EURO-CORDEX, 2017). A tomada de decisão tendo por base, apenas, processos de cenarização, deve ser realizada de forma cautelosa, uma vez que o principal intuito destas é gerar informação quantitativa sobre a evolução das variáveis climáticas e a possibilidade de representação da espacialização das mesmas.

Um dos fatores que mais contribui para a incerteza associada aos modelos climáticos é a evolução da emissão de GEE na atmosfera, uma vez que esta depende intrinsecamente de fatores como, o uso de combustíveis fósseis, o tamanho da futura população mundial, a vontade política, os níveis de desenvolvimento e de evolução da tecnologia, entre outros (IPCC, 2001). Para uma homogeneização de dados gerados pelos modelos climáticos, encontram-se definidos pela comunidade científica, quatro cenários de evolução da concentração de GEE na atmosfera denominados de Representative Concentration Pathways (RCP) (Van Vuuren et al., 2011). Estes cenários recriam a evolução de emissões de GEE ao longo do tempo levando em conta fatores sociais, ambientais e económicos distintos para abranger a maior multiplicidade de cenários possíveis (Quadro 3.2).

Quadro 3.2 - Caracterização dos cenários criados em cada RCP (adaptado de Wayne, 2013).

Nome	Descrição do cenário criado	Aspetos recriados em cada cenário criado
RCP 2.6	Grande vontade política com reduções ambiciosas de emissões GEE ao longo do tempo.	Declínio do uso de combustíveis fósseis; baixos consumos energéticos; população mundial de 9 biliões em 2100; redução das emissões de metano; decréscimo das emissões de CO ₂ após 2020 (van Vuuren et al. (2007).
RCP 4.5	Grau de compromisso dos decisores políticos intermédios, com redução ambiciosa de GEE a partir de 2040.	Baixo consumo energético; forte aposta na reforestação; alteração dos padrões de alimentação; implementação de políticas climáticas; emissões de metano estáveis (Clarke et al. (2007).
RCP 6.0	Baixa vontade política, aposta em uma gama de tecnologias e estratégias para reduzir as emissões GEE.	Dependência de combustíveis fósseis; consumo de energia intenso; aumento de áreas agrícolas e diminuição do uso de pastagens; emissões estáveis de metano (Hijioka et al. (2008).
RCP 8.5	Representa um futuro sem redução de emissões GEE ou implementação de políticas de adaptação às alterações climáticas.	Triplificação das emissões CO ₂ até 2100; aumento das emissões de metano; população mundial de 12 biliões em 2100 e consequente aumento de zonas agrícolas e de pastagem; dependência de combustíveis fósseis para dar resposta às necessidades energéticas (Riahi et al. (2007).

O panorama RCP 8.5, por estar associado a uma maior emissão de GEE, é o cenário mais gravoso e, como tal, aquele onde as alterações climáticas apresentam maior severidade, em oposição ao panorama RCP 2.6 que é uma representação de um cenário idílico, onde uma grande vontade política leva à diminuição das emissões de GEE e à adoção de medidas de adaptação. Devido ao facto, da concentração atual de CO₂ estar a seguir uma trajetória de evolução bastante superior ao antecipado pelo RCP 2.6 (com uma concentração atual na atmosfera de 410ppm), é expectável que a evolução da concentração de GEE ocorra entre o RCP 4.5 e o RCP 8.5 (NOA, 2019).

Os modelos climáticos são ferramentas computacionais capazes de representar os *feedbacks* entre os diferentes constituintes dos sistemas climáticos (atmosfera, hidrosfera, criosfera, biosfera e litosfera) a diferentes forçamentos (IPCC-WGII, 2010). Estes podem ser 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 compreender, numa única projeção, diferentes condições iniciais e diferentes evoluções do

sistema, criando uma maior multiplicidade de cenários considerados e 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. No entanto, para processos de adaptação, o período, 2011-2040 é considerado demasiado próximo, sendo antes usada uma visão baseada em projeções a médio e a longo prazo.

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 3.3). 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, 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).

A segunda fonte de projeções climáticas de acesso livre encontra-se disponível em <http://tinyurl.com/ClimateEU>, disponibilizando informação gerada pelo ClimateEU v4.63 *software package* criado através da metodologia descrita por Hamann *et al.* (2013), baseada num processo de interpolação *PRISM (Parameter Regression on Independent Slopes Model)*, entre valores climáticos atuais e os modelos climáticos de quinta geração (CMIP5), utilizados na criação das projeções climáticas disponibilizadas pelo IPCC no quinto relatório de avaliação.

Quadro 3.3 - Ficha técnica dos modelos e cenarização climática utilizada e espaço temporal.

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, GISS-E2R.
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) [2080].

Para as diversas variáveis climáticas foram calculadas médias mensais, sazonais e anuais, assim como alguns indicadores relativos. Os parâmetros climáticos, indicadores e índices analisados quanto à sua evolução e distribuição utilizados foram:

- i. as **temperaturas médias, mínimas e máximas anuais, sazonais, mensais e mesmo diárias** na relação com as amplitudes e anomalias expectáveis para os diferentes cenários e datas, incluindo a probabilidade de ocorrência de **geadas** (número de dias), **ondas de frio e calor** na relação com o somatório/absorção de graus-dia com uma temperatura superior a 0, 7, 18 e 35°C; neste ponto **analisam-se ainda o número de dias muito quentes (35°C), o número de dias de Verão (25°C) e número de noites tropicais (20°C)**;
- ii. **precipitação média, mínima e máxima anual, sazonal, mensal e diária** (em particular os eventos extremos) associada a formas de precipitação (número dos dias de chuva com valores superiores a um determinado valor) como seja, a neve e a humidade relativa do ar;

- iii. a radiação na relação com os restantes parâmetros e os índices de referência de evapotranspiração de *Hargreaves-Samani* associados ao défice de humidade de *Hargreaves-Samani* associado ao índice de seca;
- iv. a mudança da intensidade, velocidade e direção do vento a diferentes alturas (10 e 30m) associada ao clima e influência sobre aspetos como a produção de energia, tempestades, associados ao **número de dias com vento moderado, número de dias de vento muito forte**;

Síntese de eventos e perfis climáticos através da identificação de tendências, possíveis eventos climáticos extremos e consequências e impactes de eventos climáticos extremos será realizada por forma a simplificar informação chave.

As características climáticas do Alto Minho resultam da sua posição geográfica, na zona ocidental do continente europeu, da proximidade ao Oceano Atlântico e da forma e disposição dos principais conjuntos montanhosos do noroeste de Portugal. Neste contexto, a região do Alto Minho apresenta uma predominância de zonas climáticas homogéneas, associadas a condições de Terra Temperada Quente com influência atlântica [Qa] e litoral [Ql] (59,84%), sendo caracterizadas por uma baixa amplitude térmica anual, predominando os valores de temperatura média anual entre os 14°C e os 16°C.

Estas zonas localizam-se sobretudo abaixo dos 250 m e entre os 250-400 m, para [Ql] e [Qa] respetivamente. Embora estas zonas climáticas predominem, existem outras significativamente representativas, como sejam, Terra de Transição [T] (20,27%), Terra Fria de Montanha [M] (7,03%) e Terra Temperada Fria [F] (7,08%).

Quadro 3.4 - Classificação zonas climáticas homogéneas, segundo a temperatura (a) e a precipitação (b) no Distrito de Viana do Castelo.

Zonas Climáticas Homogéneas	Temperatura	Altimetria (m)	Precipitação (mm)
A - Terra Fria de Alta Montanha	$T \leq 9,5^{\circ}\text{C}$	1200 - 1300	A1- $R < 2400$; A2 - $R \leq 2400$
M - Terra Fria de - Terra Fria de Montanha	$9,5^{\circ}\text{C} < T \leq 10,5^{\circ}\text{C}$	900 a 1000 a 1200 - 1300	M1 - $R > 2400$; M2 - $2000 < R \leq 2400$; M3 - $1600 < R \leq 2000$
F - Terra Temperada Fria	$10,5 < T \leq 12,5$	600 – 700 a 900 – 1000	F1 - $R > 2400$ F2 - $2000 < R \leq 2400$ F3 - $1600 < R \leq 2000$ F4 - $1200 < R \leq 1600$ F5 - $R \leq 1200$
T - Terra de Transição	$12,5 < T \leq 14,0$	400 – 500 a 600 – 700	T1 - $R > 2400$; T2 - $2000 < R \leq 2400$; T3 - $1600 < R \leq 2000$; T4 - $1200 < R \leq 1600$; T5 - $1000 < R \leq 1200$
Q - Terra Temperada Quente	$T < 14^{\circ}\text{C}$	300 - 400	Q5 - $1000 < R \leq 1200$; Q6 - $R \leq 1000$
Qa - Terra Temperada Quente Atlântica	$14^{\circ}\text{C} < T \leq 16^{\circ}\text{C}$; $\Delta t < 20^{\circ}\text{C}$	250- 400	Qa1 - $R > 2400$; Qa2 - $2000 < R \leq 2400$; Qa3 - $1600 < R \leq 2000$; Qa4 - $1200 < R \leq 1600$; Qa5 - $1000 < R \leq 1200$
Ql - Terra Temperada Quente Litoral	$14^{\circ}\text{C} < T \leq 16^{\circ}\text{C}$; $\Delta t < 20^{\circ}\text{C}$	<250	Ql1 - $R > 2400$; Ql2 - $2000 < R \leq 2400$; Ql3 - $1600 < R \leq 2000$; Ql4 - $1200 < R \leq 1600$; Ql5 - $1000 < R \leq 1200$
L- Litoral	$t12 < 20^{\circ}\text{C}$ e $\Delta t < 10^{\circ}\text{C}$		L4 - $1200 < R \leq 1600$; L5 - $1000 < R \leq 1200$

Fonte: Alonso et al., 2019b.

No contexto das precipitações, o relevo desempenha um papel dominante nas diferenças pluviométricas locais. Se compararmos o mapa das precipitações com um mapa hipsométrico verificamos que nas regiões mais montanhosas e elevadas, particularmente nas encostas voltadas para oeste, ocorrem os valores de precipitação mais elevados. O Alto Minho apresenta assim uma grande variação do litoral para o interior, registando, em termos médios anuais, precipitações superiores a 1100 mm, podendo atingir médias em zonas mais interiores na ordem dos 2400 a 2800 m.

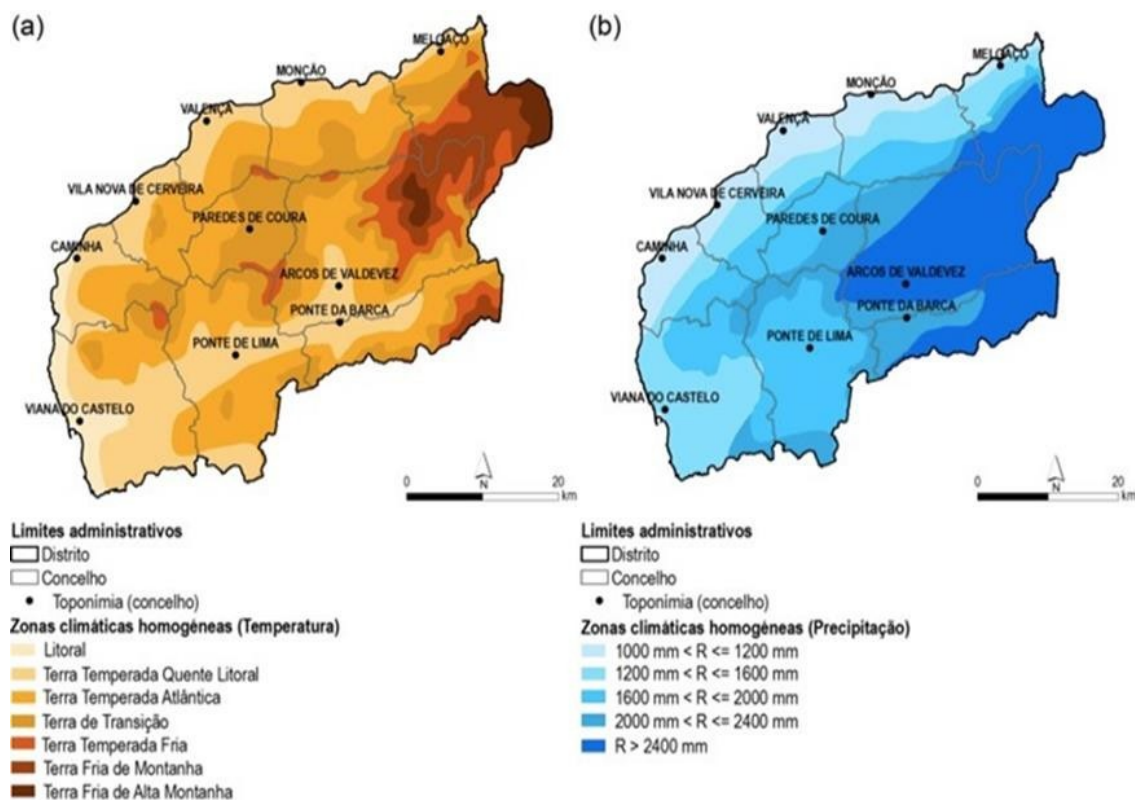


Figura 3.1 - Distribuição das zonas climáticas homogêneas, segundo a temperatura (a) e a precipitação (b) no Distrito de Viana do Castelo (Alonso et al., 2019b).

Séries climáticas contínuas são uma fonte importante de informação para uma caracterização do território in loco. As estações meteorológicas de Viana do Castelo/Meadela e Monção/Valinha, apresentam dados climáticos por um período contínuo de 30 anos, (Figura 3. 2e Figura 3.3).

A análise dos dados evidencia os efeitos da longitude (distância ao mar) na expressão climáticas ao longo do território, com a estação da Meadela a registar uma temperatura média anual e amplitude térmica anual superiores a estação de Valinha.

Ambas as estações apresentam um clima temperado, com um período vincadamente mais seco que coincide com os meses mais quentes, sendo julho o mês com maior temperatura média. As maiores precipitações ocorrem, para ambas as estações, em dezembro e janeiro apresenta em média as temperaturas mais baixas.

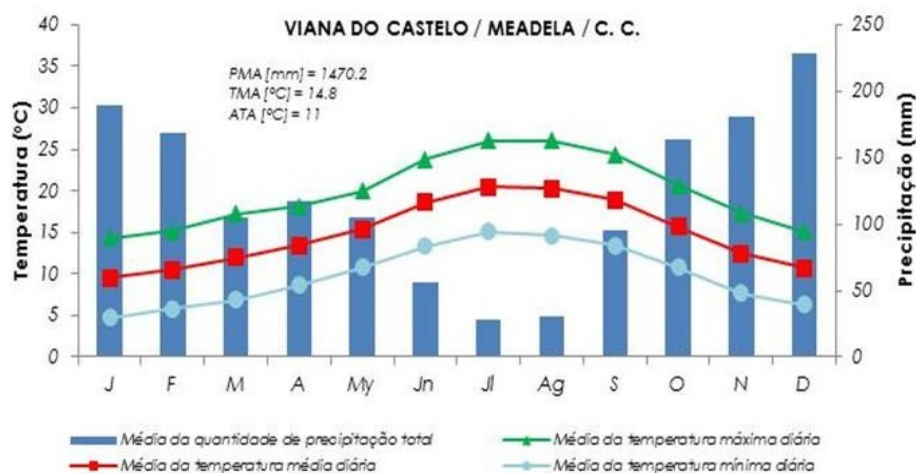


Figura 3. 2 - Temperatura (média, máxima e mínima) e precipitação total do distrito de Viana do Castelo para o período de 1971-2000 (Normais climatológicas 1971-2000 das estações meteorológicas de Viana do Castelo/Meadela/C.C. - IM, 2011, retirado de Alonso et al., 2019b).

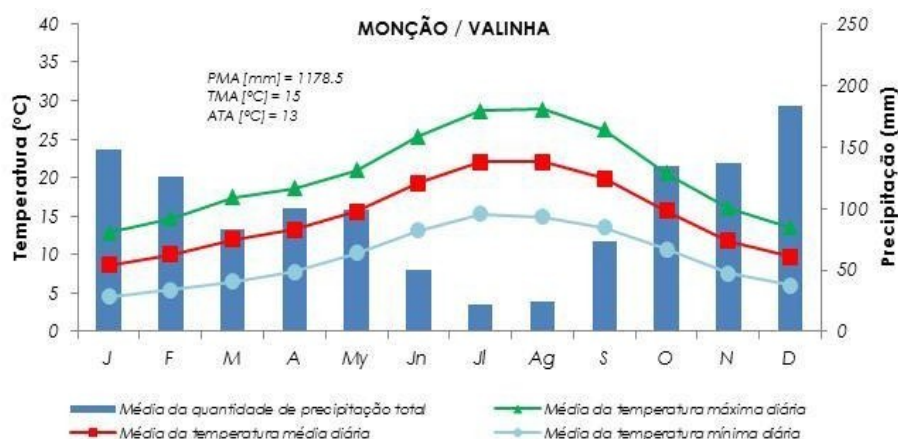


Figura 3.3 - Temperatura (média, máxima e mínima) e precipitação total do distrito de Viana do Castelo para o período de 1971-2000 (Normais climatológicas 1971-2000 das estações meteorológicas de Monção/Valinha - IM, 2011, retirado de Alonso et al., 2019b).

Da análise das variáveis climáticas anuais, sazonais para município de Viana do Castelo, tendo por base dados climáticos disponibilizados para o período entre 1970 e 2000, verifica-se uma tendência de subida das temperaturas médias máximas e mínimas bem como do número de dias em onda de calor ou muito quentes (Quadro 3.5 e [Quadro 3.6](#)).

Quadro 3.5 - Temperatura anual e sazonal (média, máxima, mínima) para os anos 1970 e 2000.

Variáveis (°C)	1970	2000
Temperatura média anual	11,4	12,4
Média da temperatura máxima	15,3	16,4
Média da temperatura mínima	7,7	8,4
Temperatura máxima no inverno	6,5	7,2
Temperatura mínima no Inverno	3,6	4,3
Temperatura máxima na Primavera	10	10,2

Temperatura mínima na Primavera	6,1	6,4
Temperatura máxima no Verão	16,8	18,8
Temperatura mínima no Verão	11,9	13,5
Temperatura máxima no Outono	11,9	13,2
Temperatura mínima no Outono	8,4	9,2

Fonte: Alonso et al., 2019b.

Quadro 3.6 - Variáveis térmicas diárias para os anos 1970 e 2000.

Variáveis (dias)	1970	2000
Número de dias em ondas de calor	1	4
Ondas de frio	0	0
Noites tropicais	2	4
Dias de verão	31	47
Número de dias quentes >30°C	7	16
Número de dias muito quentes > 35°C	0	2
Número de dias muito quentes consecutivos	0	2
Dias de geada	13	9

Fonte: Alonso et al., 2019b.

O volume de pluviosidade entre 1970 e 2000 demonstra uma tendência de redução anual e sazonal, com exceção da média na primavera. verifica-se uma redução de 13 dias no número de dias com precipitação. Contudo, apesar de uma redução do número de dias de chuva verifica-se o aumento de fenómenos de precipitação extrema (>20mm e >50mm) entre 6 a 3 dias (Quadro 3.7).

Quadro 3.7 - Precipitação total, sazonal e variáveis diárias para 1970 e 2000.

Variáveis (mm)	1970	2000
Precipitação média anual (acumulado) (mm)	2900	2588
Precipitação média no inverno (mm)	1105	857
Precipitação média na primavera (mm)	674	716
Precipitação média no outono (mm)	200	171
Dias de chuva	177	164
nº de dias com precipitação >10mm	78	79
nº de dias com precipitação > 20mm	38	42
nº de dias com precipitação >= 50mm	6	9
nº de dias sem precipitação	188	202
Média do nº de dias dos períodos com precipitação	4	4

Fonte: Alonso et al., 2019b.

A intensidade do vento no Alto Minho varia consoante a distância à linha de costa e a altitude. Embora os padrões analisados se mantenham existe uma pequena tendência de subida da velocidade do vento em altitude, representado no Quadro 3.8.

Quadro 3.8 - Intensidade do vento para 1970 e 2000.

Variáveis (m/s)	1970	2000
Velocidade máxima do vento a 10m	3,5	3,5
Velocidade média do vento a 30 m	4,0	4,1
Velocidade média do vento a 60m	4,5	4,6

Fonte: Alonso et al., 2019b.

A variação da radiação global incidente sobre o Alto Minho é diminuta, no entanto verifica-se um ligeiro aumento da evapotranspiração de referência para a região.

O índice de aridez (IA), utilizado como indicador da condição de suscetibilidade à ocorrência de desertificação apesar de diminuir (mais suscetível a erosão) não sofre alterações significativas. A análise índice SPI, que quantifica o défice ou o excesso de precipitação permitindo avaliar o impacto da seca na disponibilidade hídrica, apresenta-se como normal no Alto Minho não demonstrando alterações.

Quadro 3.9 - Radiação global e índices analisados para 1970 e 2000 (presente).

Variáveis	1970	2000
Radiação global (w/m ²)	135	138
Índice de aridez (IA)	2,7	2,6
Índice de seca (SPI)	0,1	0,5
Índice de evapotranspiração (mm/d)	2,8	2,9

Fonte: Alonso et al., 2019b.

Em suma para o período entre 1970 e 2000 verificaram-se alterações significativas das variáveis climáticas na região (Quadro 3.10). Destas alterações pelo seu grau de impacto nos sistemas sociais naturais e económicos, devem ser destacadas:

- a subida mais acentuada de temperatura máxima dá-se no Verão 2,3 dos quais 1,0°C na última década. No Outono um aumento global de 1,9°C;
- o número de dias de verão aumenta aproximadamente 37%, o número de dias quentes (temperaturas superiores a 30°C) aumenta 56% (de 7 dias para 16 dias);
- o número de dias com geada diminui aproximadamente 30% (4 dias);
- redução dos dias de chuva em 7%;
- aumento do número de dias com muita chuva >20mm e >50mm (4 e 3 dias).

Quadro 3.10 - Resumo das principais tendências climáticas no presente (1970-2000).

Presente (1970-2000)	
Variável Climática	Tendências
	Aumento da temperatura média anual em todo o Alto-Minho de 0,6°C a 1°C na primeira década. Aumento da temperatura média no Inverno de 0,7°C (0,5°C nas duas primeiras décadas), 0,2°C na Primavera e no verão um aumento de aproximadamente 0,7°C por cada dez anos. Aumento da temperatura média de 1,3°C e 2,0°C no Outono e Verão. Aumento da temperatura máxima em todo o distrito principalmente no Outono e Verão. A subida mais severa de

	temperatura máxima dá-se no Verão 2,3 dos quais 1,0°C na última década. No Outono um aumento global de 1,9°C. O número de dias em ondas de calor aumentou de 1 para 4 e o número de noites tropicais segue a mesma tendência e aumenta de 2 para 4 noites. O número de dias de verão aumenta aproximadamente 37%, o número de dias quentes (temperaturas superiores a 30°C) aumenta 56% (de 7 dias para 16 dias). Subida das temperaturas mínimas globais em média 0,7°C (8,3%), dos quais 0,7°C no Inverno, 0,3°C na Primavera, 0,8°C no Outono e 1,6°C no Verão. O número de dias muito frios (temperaturas inferiores a 7°C) diminui aproximadamente 1 dia e o número de dias com geada aproximadamente 30% (4dias).
	Diminuição da precipitação média anual de aproximadamente 10% justificada pela redução na precipitação média no Outono e Inverno. Redução de 7% dos dias de chuva. Aumento do número de dias com muita chuva >20mm e >50mm (4 e 3 dias respetivamente). Aumento de 7% do número de dias sem precipitação. Aumento do índice de evapotranspiração diária em 0,1 mm/d (3,4%) o que se correlaciona com o aumento do índice de seca consequentemente aumentado o risco de incêndio.
	Existe um ligeiro aumento da radiação global 3w/m2 do qual 90% ocorre na primeira década. Aumento do índice de evapotranspiração diária em 0,1 mm/d (3,4%) o que se correlaciona com o aumento do índice de seca consequentemente aumentado o risco de incendio e erosão associados.

Fonte: Alonso et al., 2019b.

3.2. Caraterização do climática do concelho de Valença

O território de Portugal Continental encontra-se classificado como um território de clima temperado, do tipo C, verificando-se o subtipo Cs (clima temperado com verão seco), segundo a classificação Köppen-Geiger, de 1936 (IPMA, s.d.).

O clima do concelho de Valença apresenta características típicas de Csb (classificação de Köppen-Geiger), ou seja, clima temperado com pluviosidade significativa no inverno e com um verão seco e suave (IPMA, s.d.). De seguida é apresentado o regime de temperatura média anual e o regime de precipitação média anual do concelho, referente à escala temporal 1960-1990 (Figura 3.4e Figura 3.5).

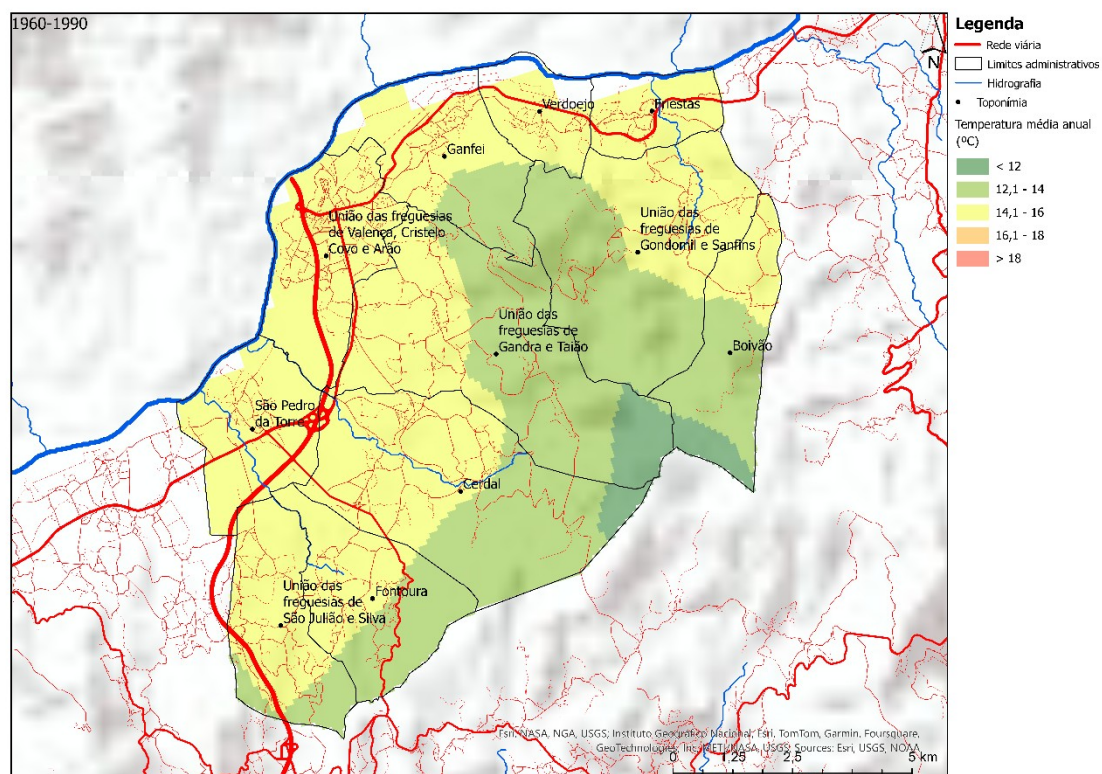


Figura 3.4 - Carta da Temperatura Média Anual do concelho.

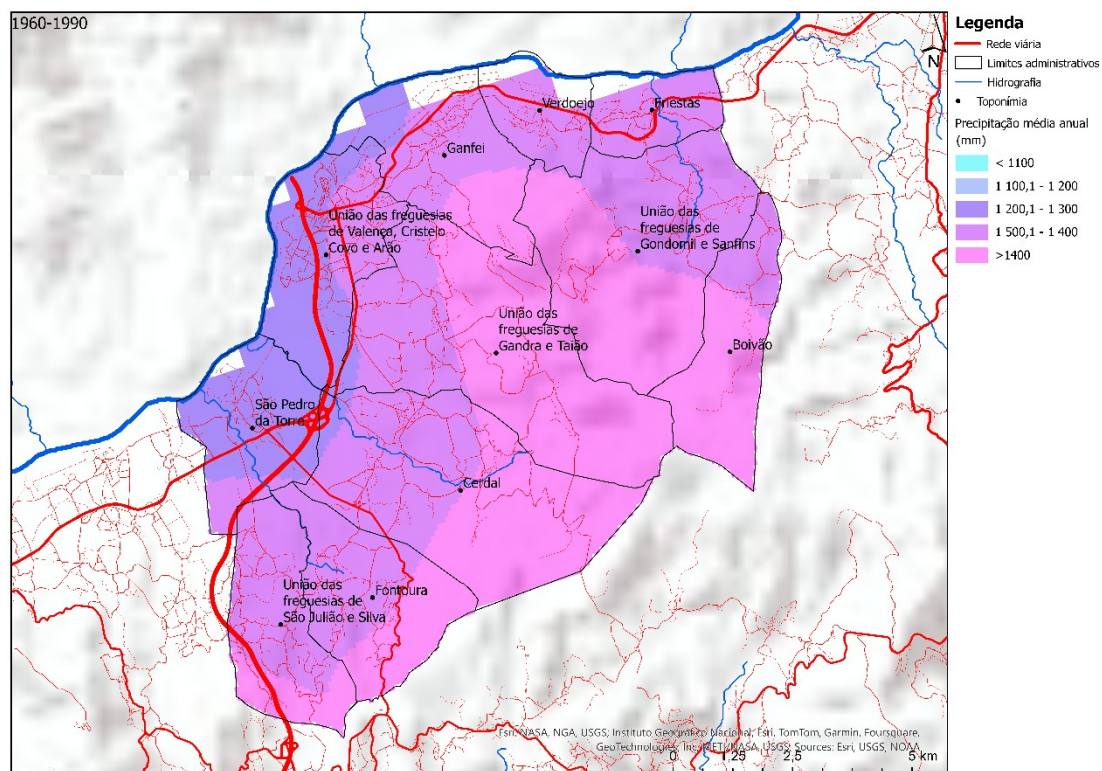


Figura 3.5 - Carta da Precipitação Média Anual do concelho.

Relativamente ao regime da temperatura, os valores da temperatura média anual rondam os 8,4 °C e os 14,9 °C, verificando-se uma amplitude térmica anual relativamente moderada entre 13,3 °C e 11,2 °C. O inverno (dezembro a fevereiro), no concelho é caracterizado por períodos de frio, com as temperaturas médias a rondar os 3,1 °C e 9,7 °C e, ainda com valores médios da temperatura no mês mais frio a situarem-se entre 2,9 °C e os 9,4 °C. Quanto ao verão (junho a agosto), o concelho é caracterizado por períodos quentes, com as temperaturas médias a rondar os 14,6 °C e os 20,3 °C e, ainda com valores médios da temperatura no mês mais quente a situarem-se entre 15,8 °C e os 21,1 °C. As estações do ano, outono e primavera, são caracterizadas por temperaturas mais amenas (9,5-15,9 °C no outono e 6,3-13,8 °C na primavera), comparativamente às outras estações do ano mencionadas anteriormente (Quadro 3.11).

No contexto do território de Portugal continental, os quantitativos de precipitação média anual no concelho dos Valença são altos, em geral rondando os 1201 mm e os 1675 mm. No que diz respeito à distribuição da precipitação ao longo do ano, o regime caracteriza-se por uma maior afluência das chuvas no inverno, registando-se, em média, valores entre 465 mm e 652 mm, enquanto no verão, apesar de ser um período mais seco, os valores de precipitação média rondam 89 mm e os 152 mm. As restantes estações do ano são marcadas por períodos de precipitação, rondando valores entre: 344-450 mm no outono e 303-421 mm na primavera (Quadro 3.11).

Quadro 3.11 - Dados climáticos (temperatura e precipitação) do concelho.

Variável	Valores do presente (1960-1990)
Temperatura média anual (°C)	11,5-14,9
Temperatura média do mês mais quente (°C)	17,8-20,5
Temperatura média do mês mais frio (°C)	6,2-9,9
Temperatura média outono (setembro - novembro)	12,6-16,0
Temperatura média inverno (dezembro (ano anterior) - fevereiro) (°C)	6,4-10,2
Temperatura média primavera (março - maio) (°C)	9,9-13,7
Temperatura média verão (junho - agosto) (°C)	17,0-19,8
Amplitude térmica (°C)	10,2-11,7
Precipitação média anual (mm)	1281-1572
Precipitação de outono (mm)	365,0-428,8
Precipitação de inverno (mm)	499-626
Precipitação da primavera (mm)	13,9-17,6
Precipitação de verão (mm)	95,129

3.3. Cenários climáticos concelho

3.3.1. Metodologia de cenarização

A cenarização climática consiste na recolha e tratamento de informação climática futura (projeções) com recurso a diferentes modelos e para diferentes cenários climáticos (RCP

4.5 e 8.5), servindo como informação de base para a identificação das possíveis alterações no clima futuro (CEDRU, 2020).

Um cenário climático é uma simulação numérica do clima no futuro, baseada em modelos de circulação geral da atmosfera e na representação do sistema climático e dos seus subsistemas (CEDRU, 2020).

As projeções climáticas utilizam cenários de concentrações de gases com efeito de estufa como dados de entrada (inputs) nos modelos climáticos, designados por Representative Concentration Pathways (RCP) ou 'Trajetórias Representativas de Concentrações' (IPCC, 2013) (CEDRU, 2020).

Os RCP foram criados com o propósito de fornecer dados harmonizados e consolidados, incluído CO₂, N₂O e gases fluorados, gases radioativos e quimicamente ativos (Gases carbónicos negros orgânicos, metano, sulfetos e sulfitos, NOx) ao nível mundial para modelos climáticos globais e modelos climáticos regionais, levando em consideração as limitações que diferenciam os níveis de forçamento radioativo como vontade política, eficácia económica, crescimento populacional e consciência social e ambiental (Alonso et al., 2019b).

Devido ao facto da concentração atual de CO₂ rondar os 410 ppm (partes por milhão) é considerado pela comunidade científica que as variáveis climáticas futuras se desdobrem entre o cenário RCP 4.5 e o cenário RCP 8.5 (Quadro 3.12).

Quadro 3.12 - Pressupostos sobre o RCP utilizados (4.5 e 8.5).

Nome	Forçamento radioativo	Concentração (ppm)	Descrição do Cenário Criado	Aspetos recreados
RCP 4.5	≈4.5 w ^m -2 estabilizando em 2100	≈650 com em 2100	O forçamento estabiliza pouco depois do ano 2100. Caracteriza-se por aumento de emissões até 2040 e uma redução ambiciosa até 2100.	Baixo consumo energético. Forte aposta na reflorestação. Alteração dos padrões de alimentação. Implementação de políticas climáticas e emissões de metano estáveis.
RCP 8.5	>8.5 w ^m -2 em 2100	>1.370 CO ₂	Consistente com um futuro sem redução de emissões GEE ou implementação de políticas de adaptação às alterações climáticas.	Triplificação das emissões CO ₂ até 2100, Aumento das emissões de CH ₄ . População mundial de 12 biliões em 2100 e consequente aumento de campos de agricultura e pastagem. Dependência de combustíveis fósseis para dar resposta as necessidades energéticas.

--	--	--	--	--

Fonte: Alonso et al., 2019b.

Na execução da cenarização para o Plano Municipal de Ação Climática recorreu-se a informação disponibilizada pelo:

- Portal do Clima – Alterações Climáticas em Portugal - Instituto Português do Mar e da Atmosfera;
- ClimateEu- historical and projected climate data for Europe - Agricultural Research and Economics Forestry Research Centre (CRA-SEL) financiado pela Alexander Von Humboldt Foundation.

A informação climática disponibilizada pelo Portal do Clima e ClimateEU são produtos de modelos climáticos regionalizado a partir do processamento e da média de modelos complementares ou coleção de simulações de modelos que caracterizam uma previsão climática ou projeção (Quadro 3.13). As diferenças nas condições iniciais e na formulação do modelo resultam em diferentes evoluções do sistema modelado e podem dar informações sobre a incerteza associada, erros do modelo e erros em condições iniciais permitindo assim uma elevada robustez na tomada de decisão (Alonso et al., 2019b).

Quadro 3.13 - Ficha técnica dos modelos e cenarização climática utilizada no estudo.

Nome:	Alto Minho
Região:	Norte
Período referência:	1960-1990 e 1970-2000
Períodos cenários:	2041-2070 e 2071-2100
Modelos utilizados	Modelo ENSEMBLE 1: disponibilizado pelo Portal do clima, IPMA- modelo regionalizado a partir de CLMcom-CCLM 4-8-17, DMI-HIRHAM 5, KNMI- RACMO22E, SMHI-RCA4 Modelo ENSEMBLE 2: 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, GISS-E2R.
Resolução espacial:	Modelo 1: grelha de ≈20 km Modelo 2: grelha de ≈1 km
Projeções (concentrações GEE):	RCP4.5 e RCP8.5

Fonte: Alonso et al., 2019b.

De forma a identificar as anomalias projetadas entre o clima atual e futuro, todos os cálculos foram realizados para três períodos de trinta anos (normais climáticas):

- 1960-1990 [presente];
- 2041-2070 (meio do século) [2050];
- 2071-2100 (final do século) [2080].

Os parâmetros climáticos, indicadores e índices utilizados, na análise da evolução temporal e espacial do clima no foram:

- As temperaturas médias, mínimas e máximas anuais, sazonais, mensais na relação com as amplitudes e anomalias expectáveis para os diferentes cenários e datas,

incluindo a probabilidade da radiação, ocorrência de geadas, ondas de frio e calor na relação com o somatório/absorção de graus-dia com uma temperatura superior a 5, 18°C;

- A precipitação média, mínima e máxima anual, sazonal, mensal e diária associada a formas de precipitação como: a neve e a humidade relativa do ar;
- índice de referência de evapotranspiração associados ao défice de hídrico;
- A mudança da intensidade, velocidade e direção do vento a diferentes alturas associada ao clima.

É de salientar que, no processo de tomada de decisão tendo por base, apenas, processos de cenarização, esta deve ser realizada de forma cautelosa, uma vez que o principal intuito da cenarização é gerar informação quantitativa sobre a evolução das variáveis climáticas e a possibilidade de representação da espacialização das mesmas (Alonso et al., 2019a).

3.3.2. Cenarização da temperatura média

Os resultados da cenarização indicam uma clara tendência para o aumento da temperatura em todos os cenários, especialmente no cenário RCP 8.5, com subidas da temperatura média anual próximas de 3,7°C no fim do século e aumentos de até 4,8°C no mês mais quente (Quadro 3.14).

Quadro 3.14 - Anomalias projetadas para a temperatura média anual de Valença, no mês mais frio e no mês mais quente.

Período	Histórico modelado		Anomalias							
	Presente		RCP 4.5				RCP 8.5			
	Min	Max	2041-2070		2071-2100		2041-2070		2071-2100	
Anual	11,5	14,9	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
			1,7	1,7	2,1	2,1	2,3	2,3	3,7	3,7
Mês mais frio	6,2	9,9	1,3	1,3	1,5	1,6	1,6	1,7	2,8	2,8
Mês mais quente	17,8	20,5	2,2	2,4	2,8	2,8	3,0	3,0	4,8	4,8

Fonte: Alonso et al., 2019b.

Os resultados da cenarização indicam uma clara tendência para a subida da temperatura em todo o concelho de Valença, especialmente no cenário RCP 8.5 no fim do século, com temperaturas médias anuais superiores a 18 °C em várias zonas de vale interior de baixa altitude. As subidas sazonais mais significativas ocorrem no verão, podendo atingir aumentos de 5 °C, e no outono, com subidas de 4,2 °C (Figura 3.6 a Figura 3.12).

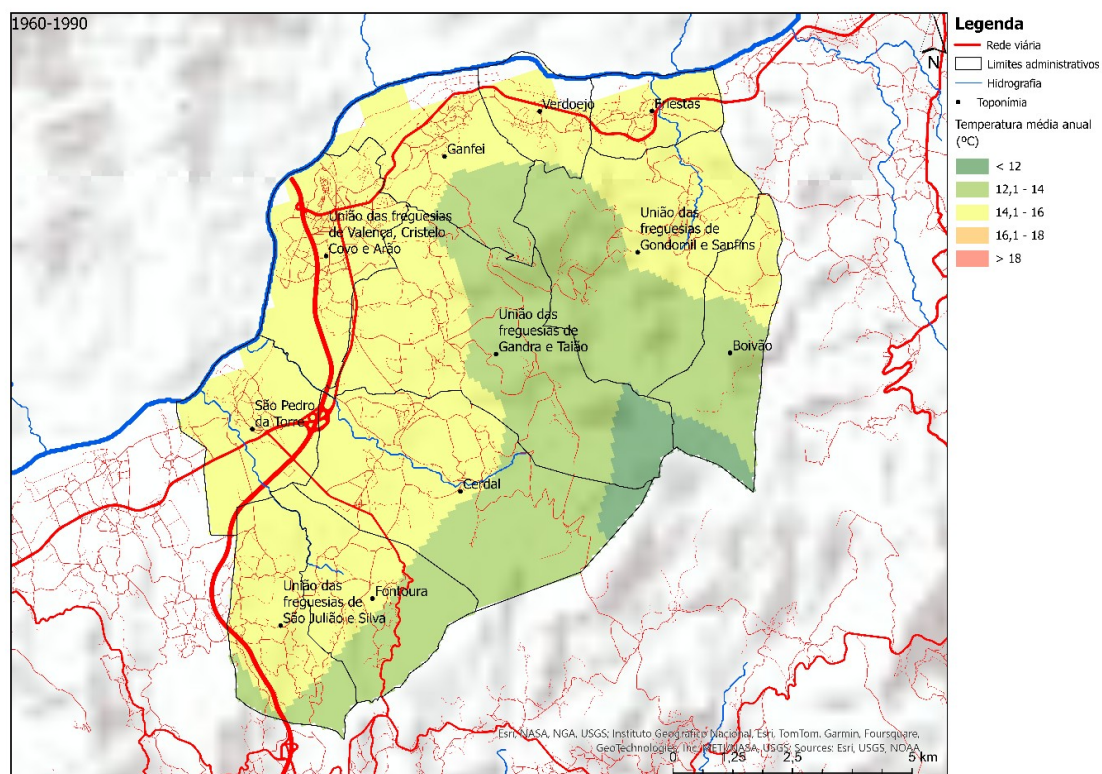


Figura 3.6 - Temperatura média anual de referência (1960-1990) de Valença.

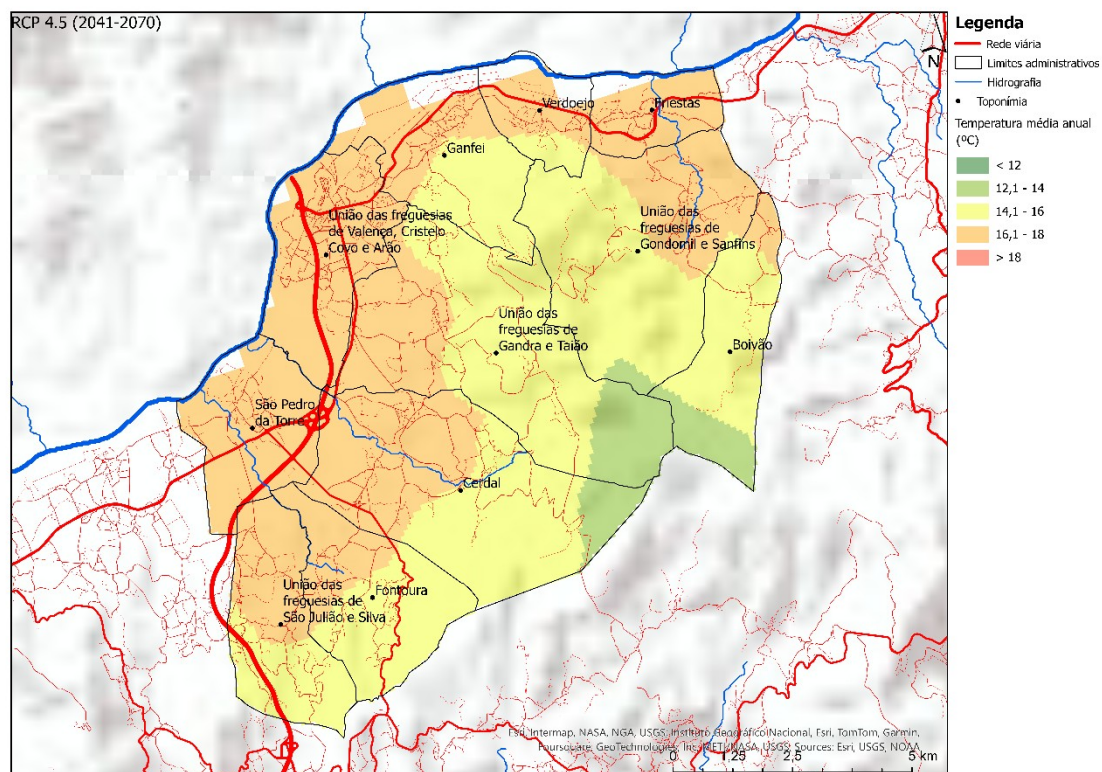


Figura 3.7 - Temperatura média anual de Valença, RCP 4.5 (2041-2070).

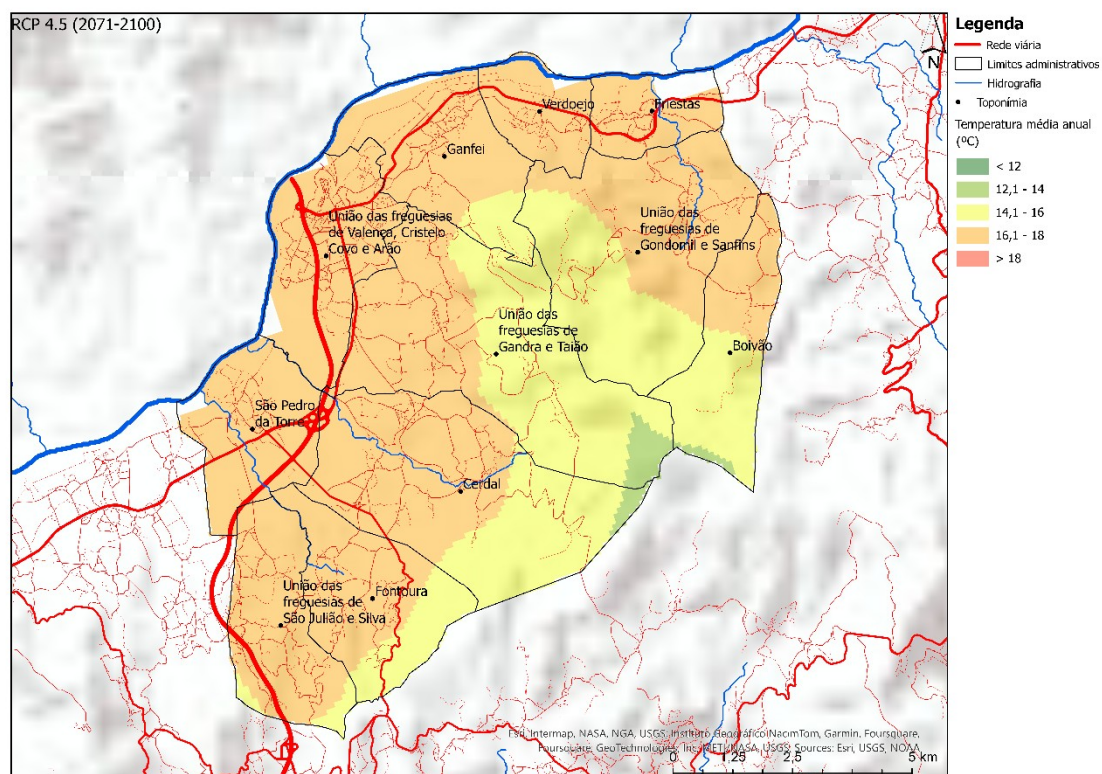


Figura 3.8 - Temperatura média anual de Valença, RCP 4.5 (2071-2100).

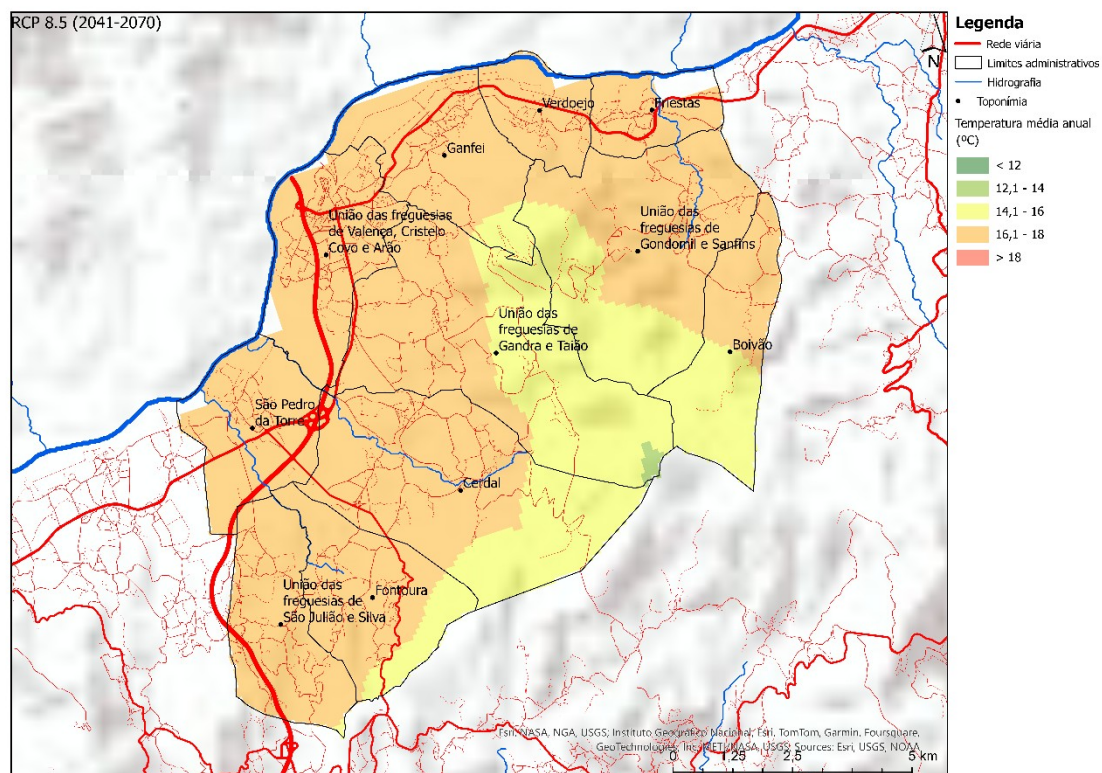


Figura 3.9 - Temperatura média anual de Valença, RCP 8.5 (2041-2070).

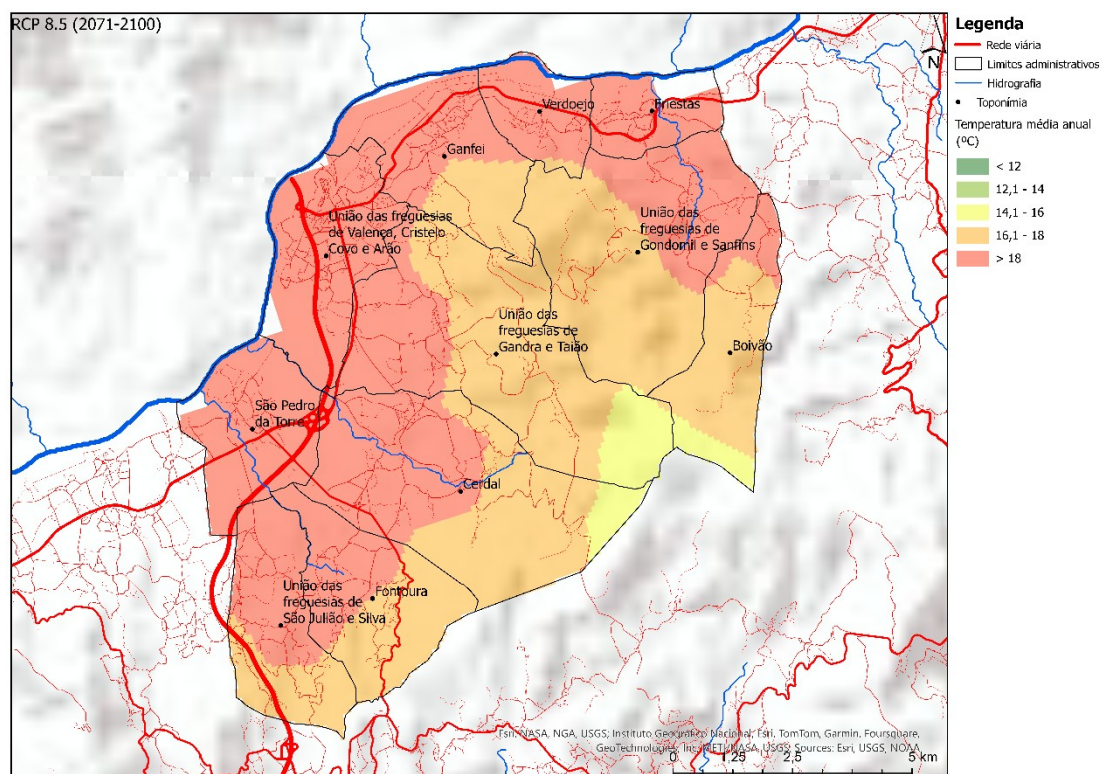


Figura 3.10 - Temperatura média anual de Valença, RCP 8.5 (2071-2100).

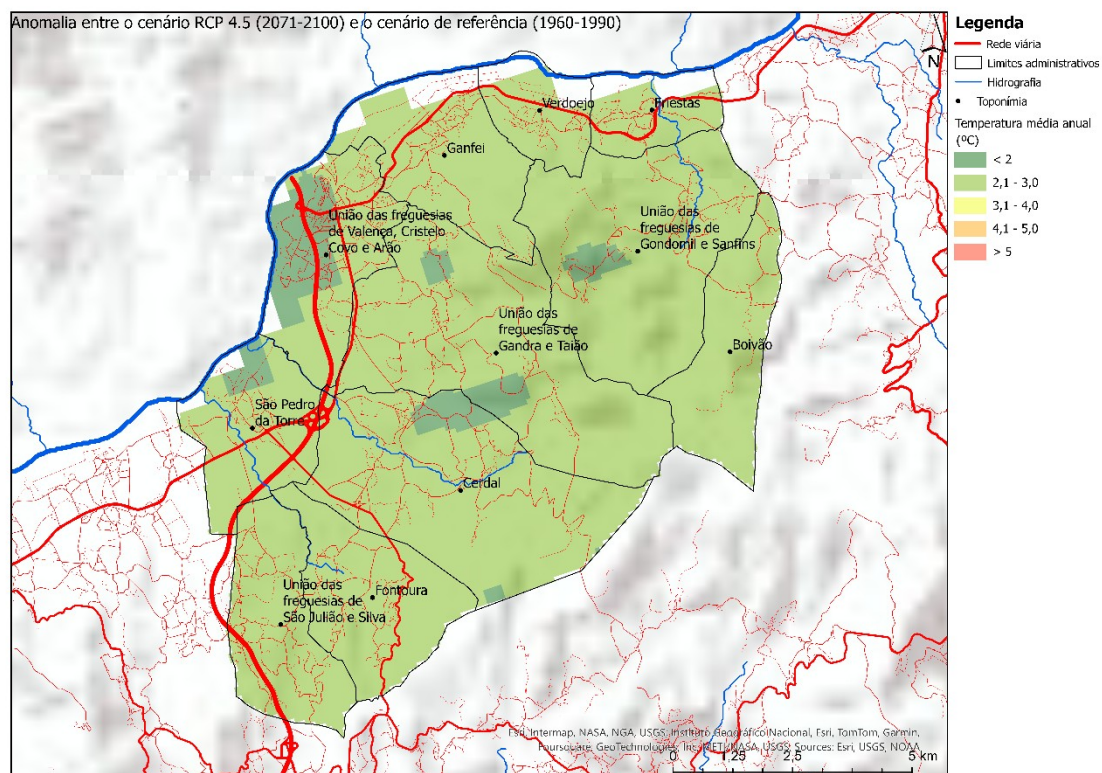


Figura 3.11 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 -1990).

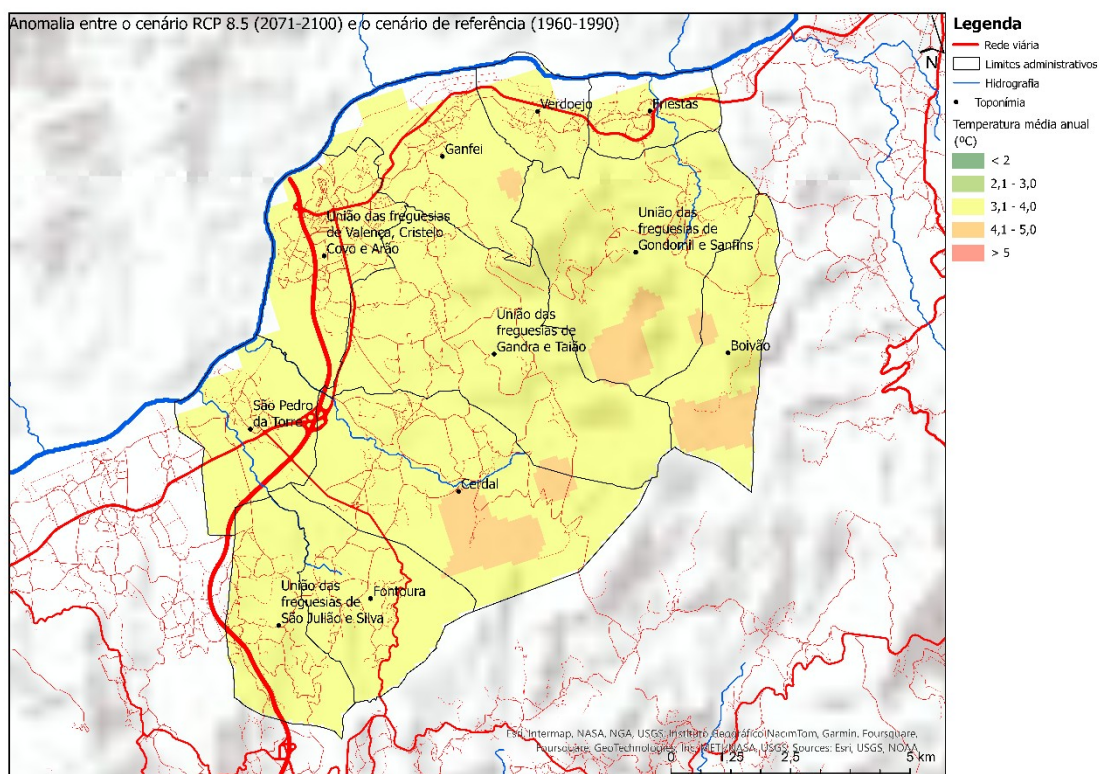


Figura 3.12 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).

A temperatura média sazonal no concelho de Valença indica alterações em todas as estações, com especial expressão no verão e no outono. No cenário RCP 8.5, as alterações tornam-se mais intensas no período entre 2071 e 2100, com aumentos que podem atingir até 4,7 °C no verão e 4,0 °C no outono (Quadro 3.15).

Quadro 3.15 - Anomalias projetadas para a temperatura média sazonal de Valença.

Estação	Histórico modelado		Anomalias							
			RCP 4.5				RCP 8.5			
	Presente		2041-2070		2071-2100		2041-2070		2071-2100	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Outono	12,6	16,0	1,7	1,8	2,2	2,2	2,5	2,5	4,0	4,0
Verão	17,0	19,9	2,2	2,2	2,7	2,7	2,9	2,9	4,7	4,6
Primavera	9,9	13,8	1,6	1,5	1,9	1,8	2,0	2,0	3,3	3,2
Inverno	6,4	10,2	1,3	1,3	1,6	1,5	1,7	1,7	2,8	2,8

Fonte: Alonso et al., 2019b.

A análise das projeções climáticas para o concelho de Valença indica uma tendência de anomalias tanto para as temperaturas máximas como para as mínimas, com subidas acentuadas em todas as estações do ano. Destacam-se as subidas mais intensas no verão e no outono, em ambos os cenários, com particular expressão no cenário RCP 8.5 no fim do século (Quadro 3.16 e Quadro 3.17).

Quadro 3.16 - Anomalias projetadas para a temperatura máxima sazonal de Valença.

Estação	Histórico modelado		Anomalias							
			RCP 4.5				RCP 8.5			
	Presente		2041-2070		2071-2100		2041-2070		2071-2100	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Outono	16,5	19,8	2,0	2,0	2,5	2,5	2,7	2,7	4,4	4,4
Verão	21,9	24,4	2,5	2,5	3,0	3,0	3,3	3,3	5,1	5,1
Primavera	13,9	17,7	1,8	1,7	2,1	2,0	2,3	2,2	3,7	3,6
Inverno	9,7	13,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,8	2,9	2,9

Fonte: Alonso et al., 2019b.

Quadro 3.17 - Anomalias projetadas para a temperatura mínima sazonal de Valença.

Estação	Histórico modelado		Anomalias							
			RCP 4.5				RCP 8.5			
	Presente		2041-2070		2071-2100		2041-2070		2071-2100	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Outono	8,6	12,3	1,6	1,6	2,0	2,0	2,3	2,3	3,7	3,8
Verão	12,1	15,4	2,0	2,0	2,4	2,4	2,6	2,6	4,2	4,2
Primavera	6,0	10,1	1,3	1,2	1,5	1,5	1,6	1,6	2,8	2,8
Inverno	3,1	7,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,6	1,6	2,7	2,7

Fonte: Alonso et al., 2019b.

3.3.3. Cenarização da amplitude térmica

A amplitude térmica anual indica uma tendência de aumento da diferença de temperatura entre o mês mais quente e o mais frio. Esta tendência verifica-se especialmente nas regiões de maior altitude (Quadro 3.18). através da análise à cenarização, verifica-se um aumento médio das amplitudes máximas e mínimas de 1,3 °C e 1,1 °C, para o RCP 4.5, e de 2,1 °C e 1,9 °C, para o RCP 8.5, respetivamente até ao final do século (Figura 3.13 a Figura 3.19).

Quadro 3.18 - Anomalias na amplitude térmica anual de Valença.

Período	Histórico modelado		Anomalias							
			RCP 4.5				RCP 8.5			
	Presente		2041-2070		2071-2100		2041-2070		2071-2100	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Anual	10,2	11,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,2	1,5	1,9	2,1

Fonte: Alonso et al., 2019b.

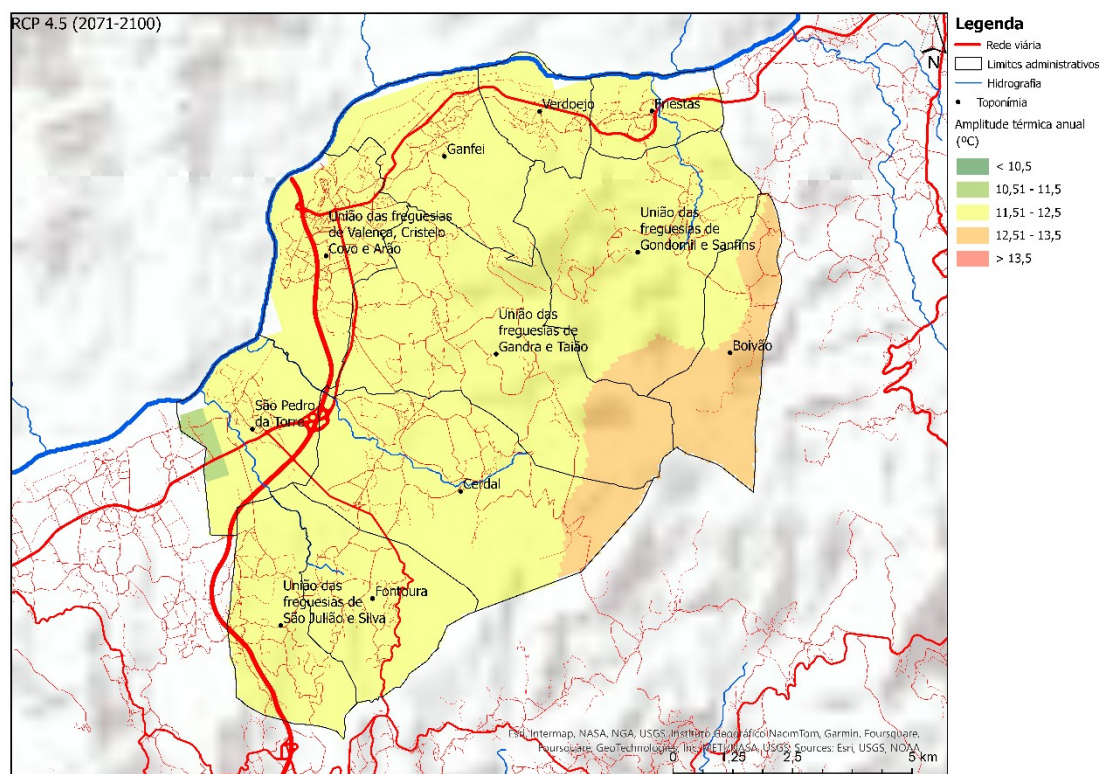


Figura 3.15 - Amplitude térmica anual de referência de Valença RCP 4.5 (2071-2100).

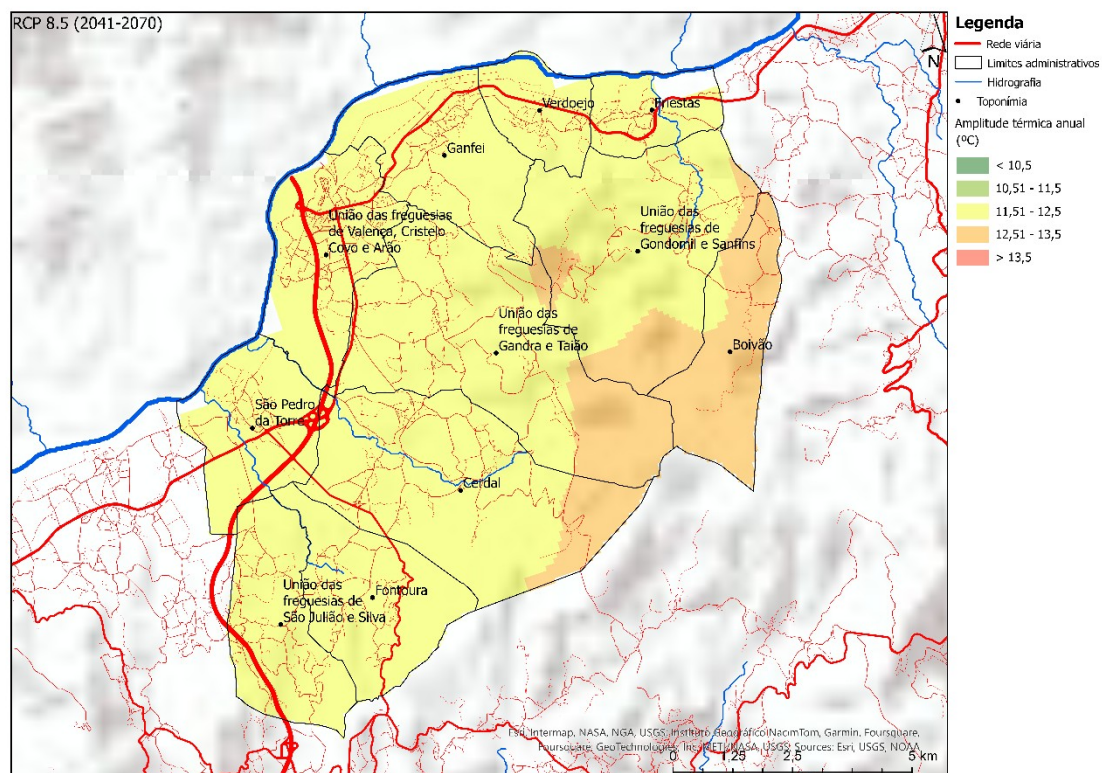


Figura 3.16 - Amplitude térmica anual de referência de Valença RCP 8.5 (2041-2070).

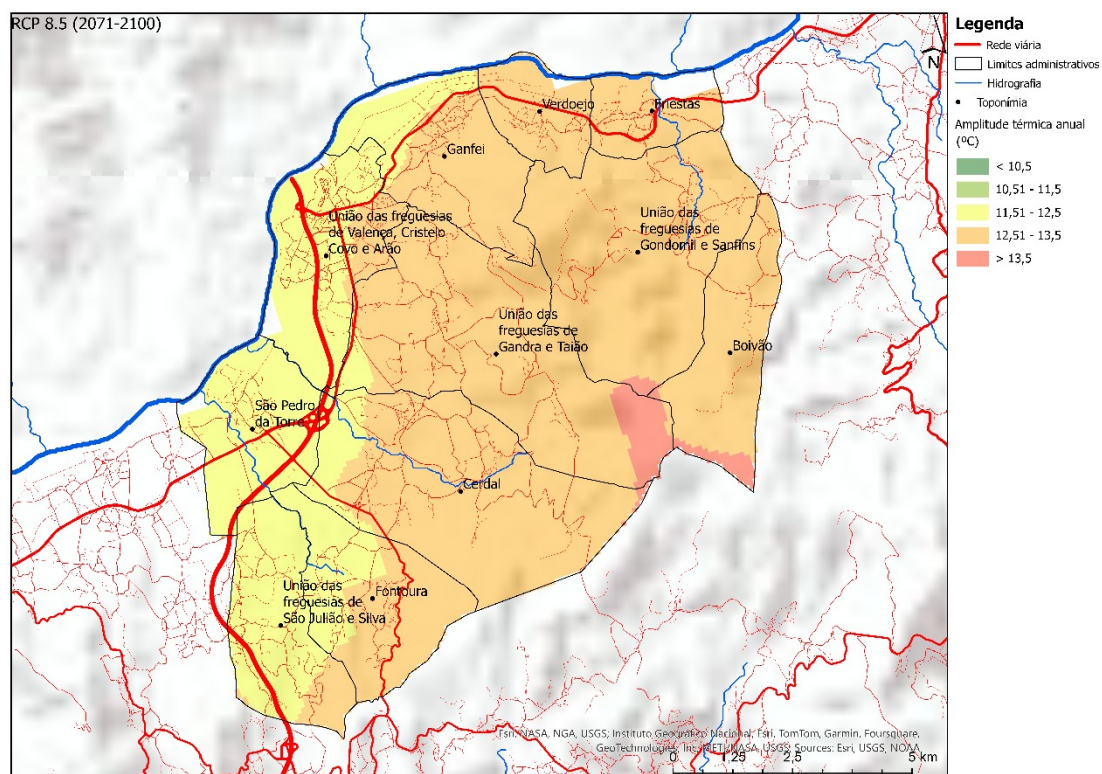


Figura 3.17 - Amplitude térmica anual de referência de Valença RCP 8.5 (2071-2100).

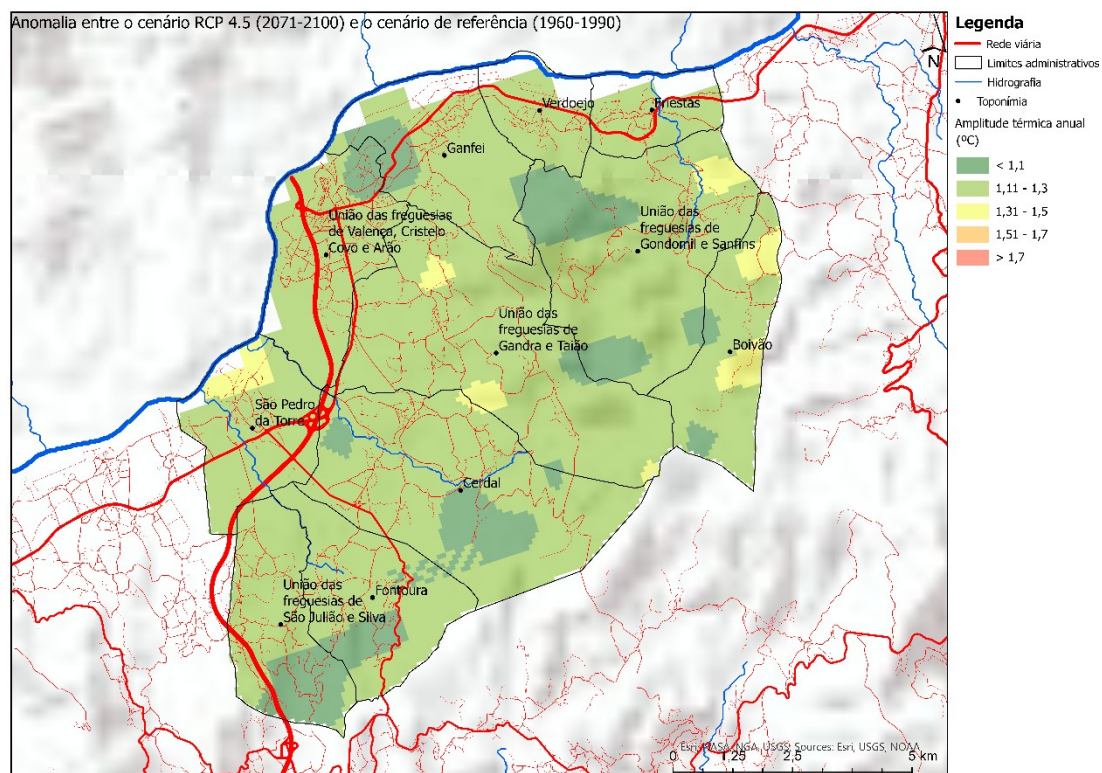


Figura 3.18 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).

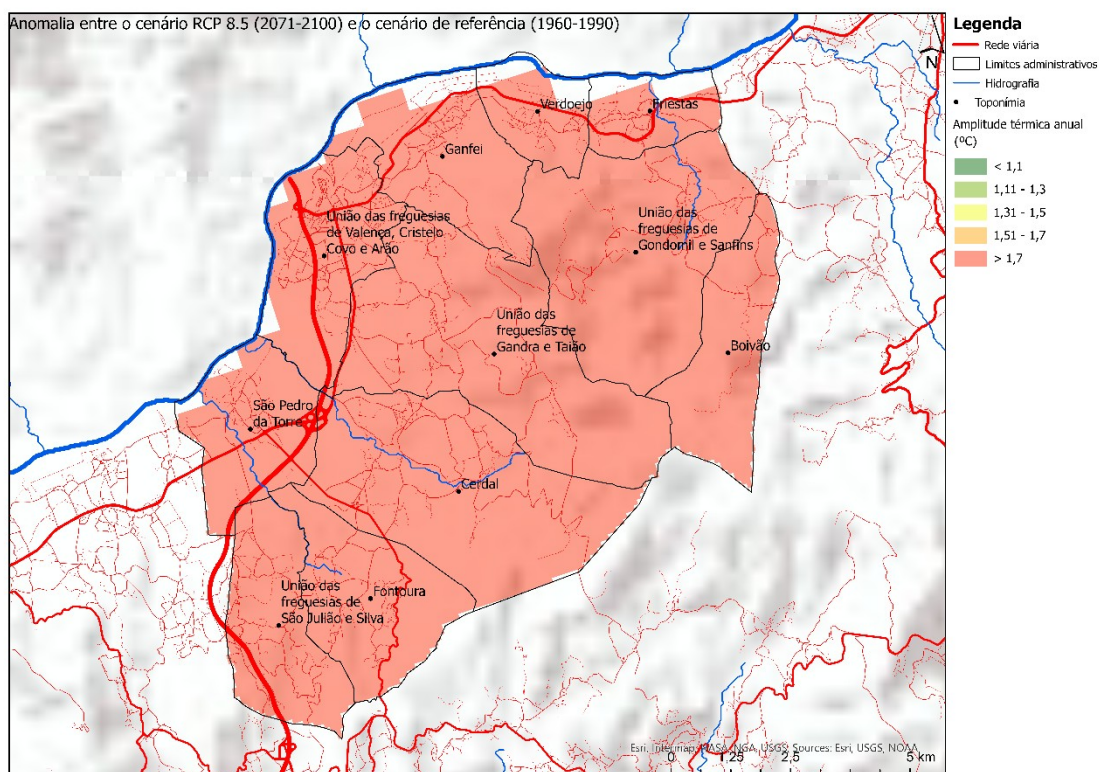


Figura 3.19 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).

A amplitude térmica diária anual apresentou um registo médio ascendente ao longo do período tempo estudado. É espectável que a tendência de crescimento se mantenha, sendo que até ao final do século a amplitude térmica anual diária pode subir para 8 °C (Figura 3.20).

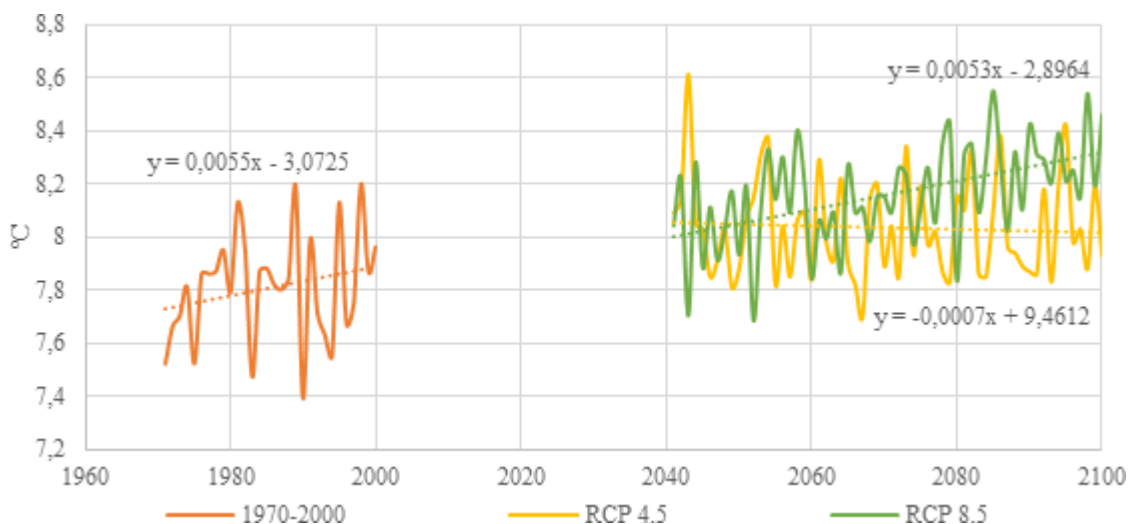


Figura 3.20 - Comparação da amplitude térmica diária anual entre a normal climatológica 1970-2000 e os respectivos RCP, dados referentes ao Alto Minho (Alonso et al., 2019b).

A comparação da amplitude térmica diária mensal indica que julho é o mês com maior amplitude térmica e aquele que poderá vir a sofrer uma variação maior até ao final do século, podendo atingir os 12 °C para o RCP 8.5 (Figura 3.21).

Cenarização do período de geadas

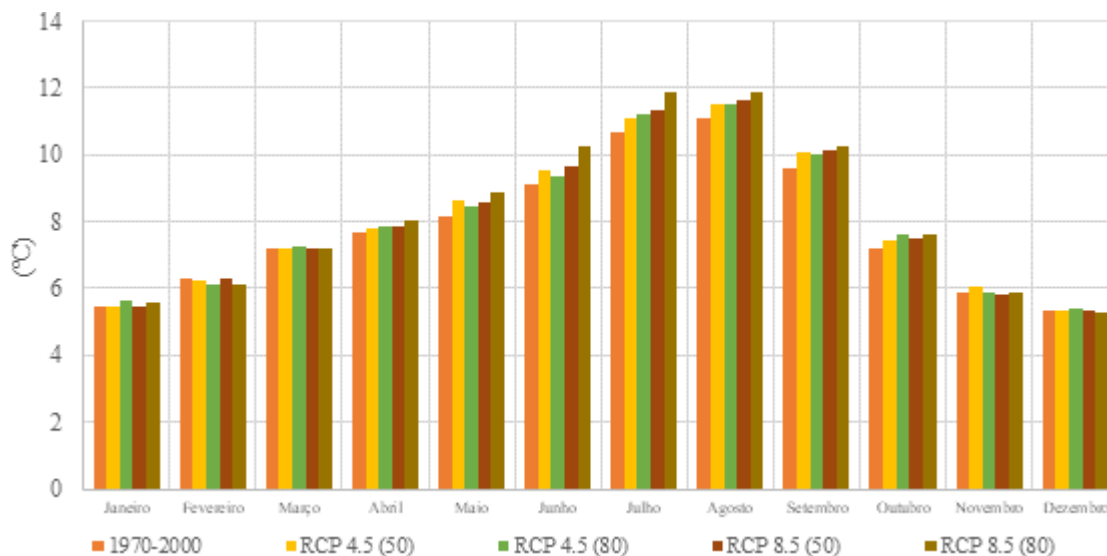


Figura 3.21 - Comparação da amplitude térmica diária mensal entre a normal climatológica 1970-2000 e os respetivos RCP, dados referentes ao Alto Minho (Alonso et al., 2019b).

O número dias com temperaturas inferiores a 0 °C/período de geadas indica uma redução comparativamente a 1970-2000 para ambos os RCP. O período de geadas no RCP 8.5 é quase nulo no fim do século (Figura 3.22).

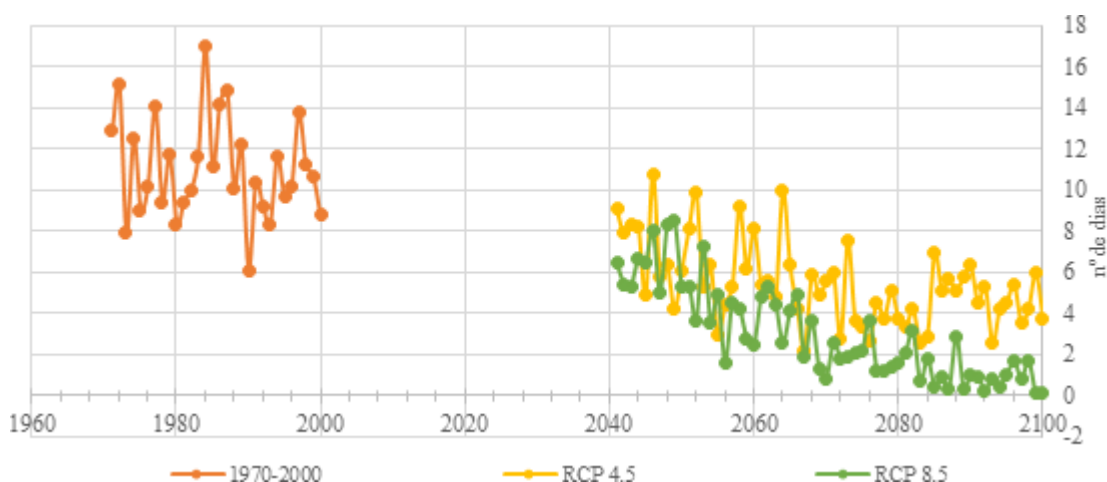


Figura 3.22 - Média anual do período de geadas, dados referentes ao Alto Minho (Alonso et al., 2019b).

3.3.4. Cenarização do número consecutivo de dias muito frios

O número de dias muito frios (temperatura inferior a 7 °C) indica uma severa redução. Esta quebra de dias consecutivos muito frios ronda os 30-40% no cenário RCP 4.5 e os 50-65% no cenário RCP 8.5 (Figura 3.23).

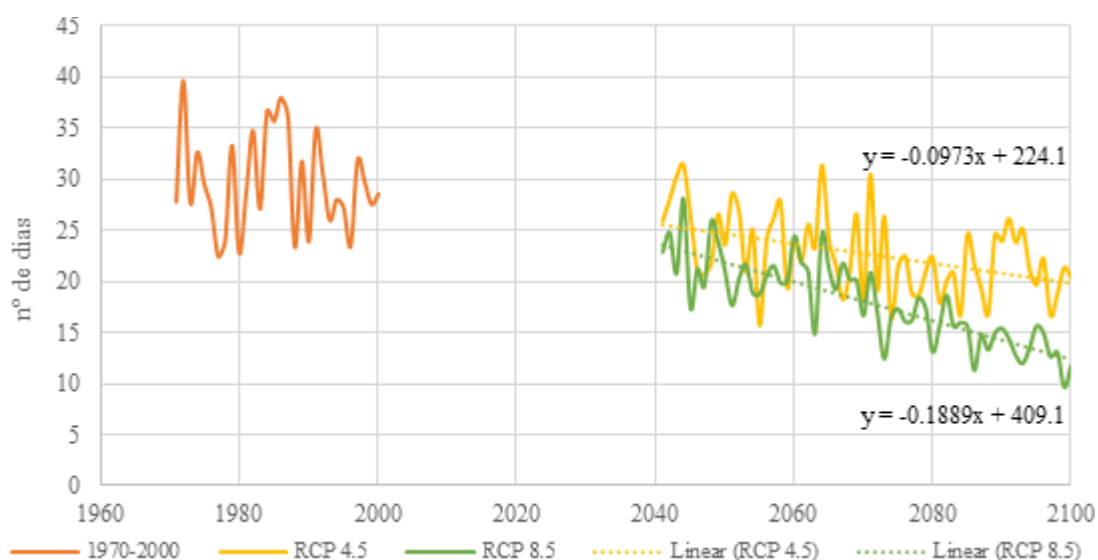


Figura 3.23 - Comparação do número de dias consecutivos com temperaturas inferiores a 7°C, dados referentes ao Alto Minho (Alonso et al., 2019b).

Cenarização do número de dias em onda de frio

A evolução do número de dias em onda de frio indica uma redução para ambos os RCP, esta quebra é mais acentuada no RCP 8.5 (Figura 3.24).

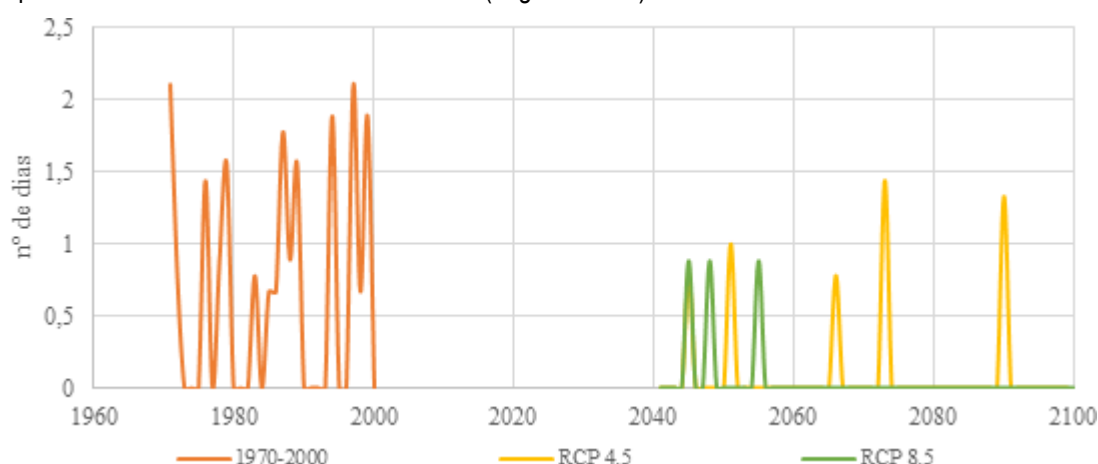


Figura 3.24 - Número de dias em onda de frio, dados referentes ao Alto Minho (Alonso et al., 2019b).

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

É projetado que o número de dias com temperaturas superiores a 35 °C aumente, em particular a partir de 2070 durante o Verão e Outono Para o RCP 4.5 é espetável que os dias com temperaturas altas aumentem entre 4 a 5 dias. O RCP 8.5 apresenta uma severidade mais acentuada projetando máximos de 25 dias com temperaturas altas (Figura 3.25 e Figura 3.26).

A anomalia do número de dias com temperaturas superiores a 35 °C apresenta uma tendência de crescimento para os ambos os RCP, contudo a sua comparação demonstra a diferença de severidade entre cenários (Figura 3.27).

Ocorre uma onda de calor quando num intervalo de pelo menos 6 dias consecutivos, a temperatura máxima diária é superior em 5 °C ao valor médio diário no período de

referência. É projetado que este fenómeno ocorra com maior frequência, aumentando entre 10 a 16 dias ate ao final do século (Figura 3.28).

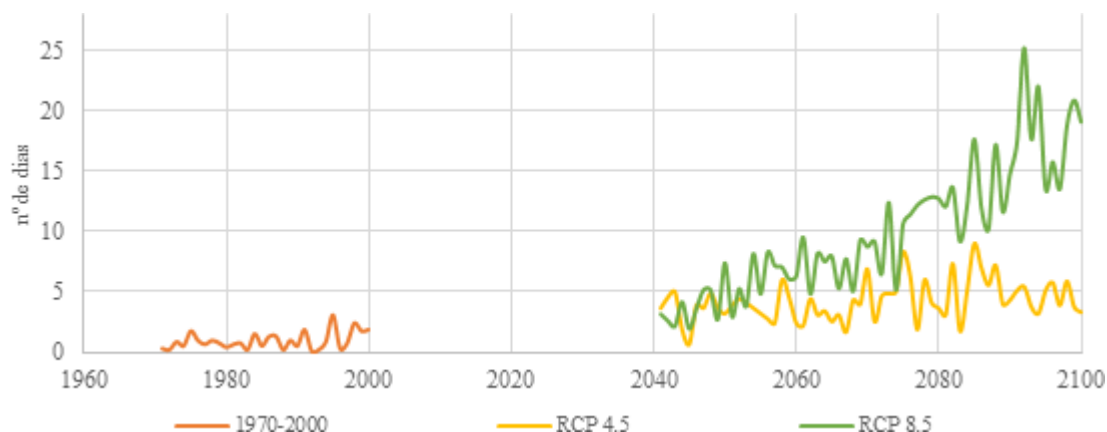


Figura 3.25 - Evolução do número de dias com temperaturas superiores a 35 °C, dados referentes ao Alto Minho (Alonso et al., 2019b).

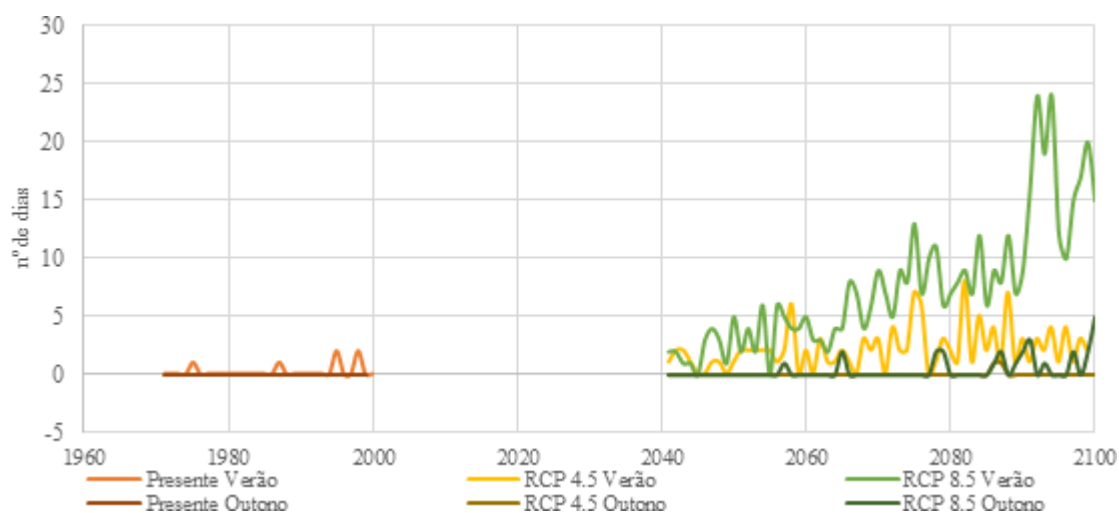


Figura 3.26 - Comparação do Número de dias com temperaturas superiores a 35°C no Verão e Outono, dados referentes ao Alto Minho (Alonso et al., 2019b).

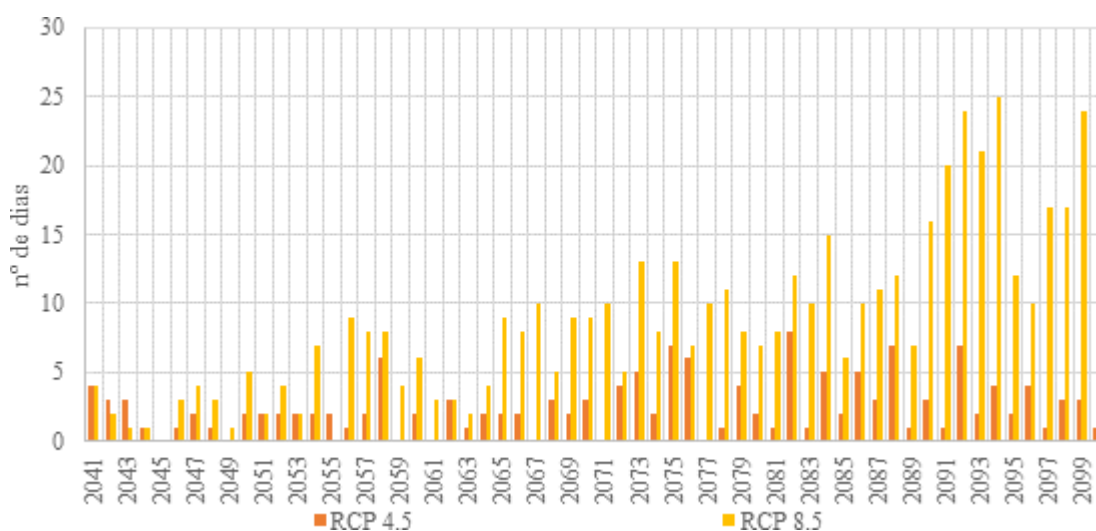


Figura 3.27 - Anomalia do número de dias com temperaturas superiores a 35 °C, dados referentes ao Alto Minho (Alonso et al., 2019b).

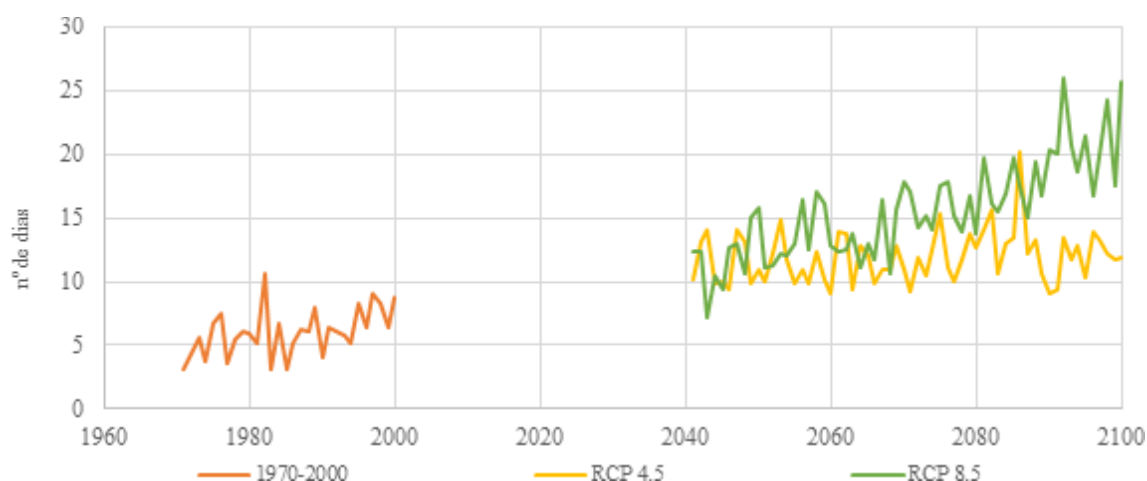


Figura 3.28 - Comparação do número de dias em onda de calor, dados referentes ao Alto Minho (Alonso et al., 2019b).

3.3.6. Cénarização do somatório do índice de absorção de graus-dias 5 °C

A determinação dos graus-dia acumulados permite avaliar a duração do ciclo fenológico das culturas de forma mais precisa, uma vez que a escala cronológica varia consoante as condições meteorológicas existentes. O somatório do índice de absorção de graus-dia com temperatura superior a 5 °C é claramente superior nas regiões de vale, destacando-se o aumento projetado no cenário RCP 8.5.

A cenarização indica uma tendência de subida até ao final do século, com aumentos de 36% no valor médio máximo e de 54% no caso da média mínima, para o cenário RCP 8.5 (Quadro 3.19 e Figura 3.33).

Quadro 3.19 - Anomalias projetadas para o índice graus-dia superior a 5 °C de Valença.

Período		Anomalias									
		Histórico modelado									
				RCP 4.5				RCP 8.5			
		Presente		2041-2070		2071-2100		2041-2070		2071-2100	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Anual	(mm)	2471.0	3696.0	3084.1	4307.0	3221.1	4442.0	3295.2	4516.0	3800.1	5019.0

Fonte: Alonso et al., 2019b.

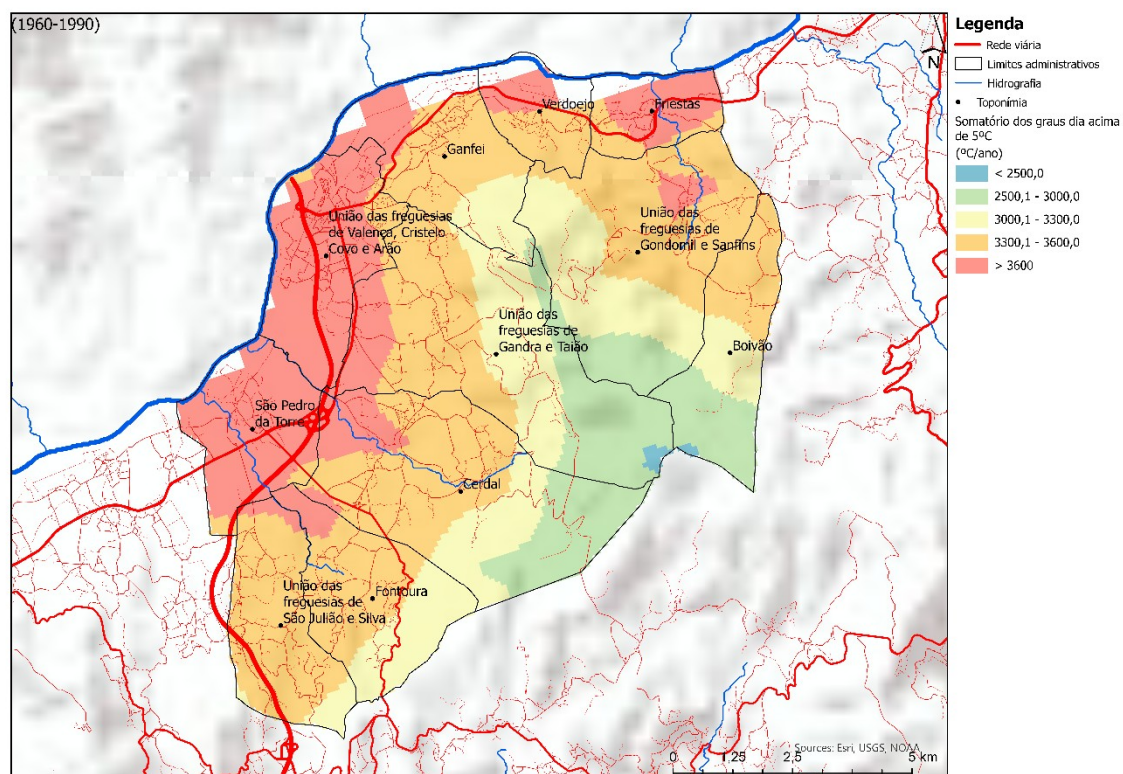


Figura 3.29 - Índice graus-dia superior a 5 °C em Valença, no presente (1960- 1990).

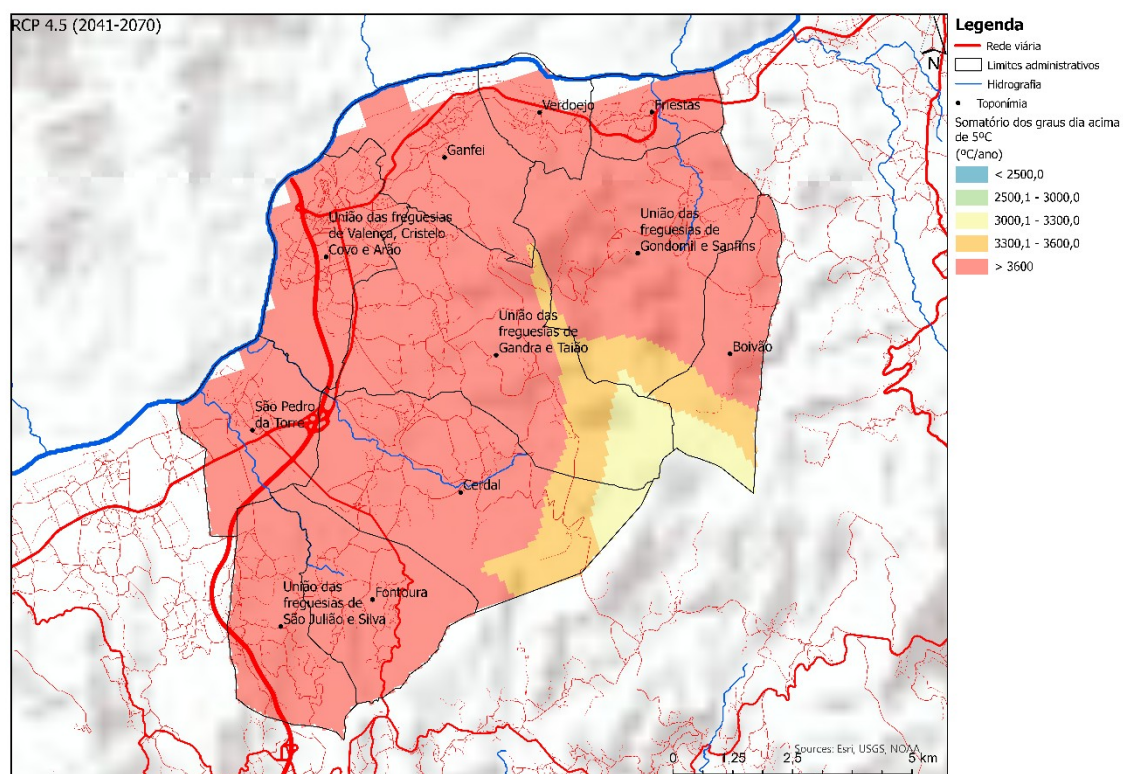


Figura 3.30 - Índice graus-dia superior a 5 °C em Valença, RCP 4.5 (2041-2070).

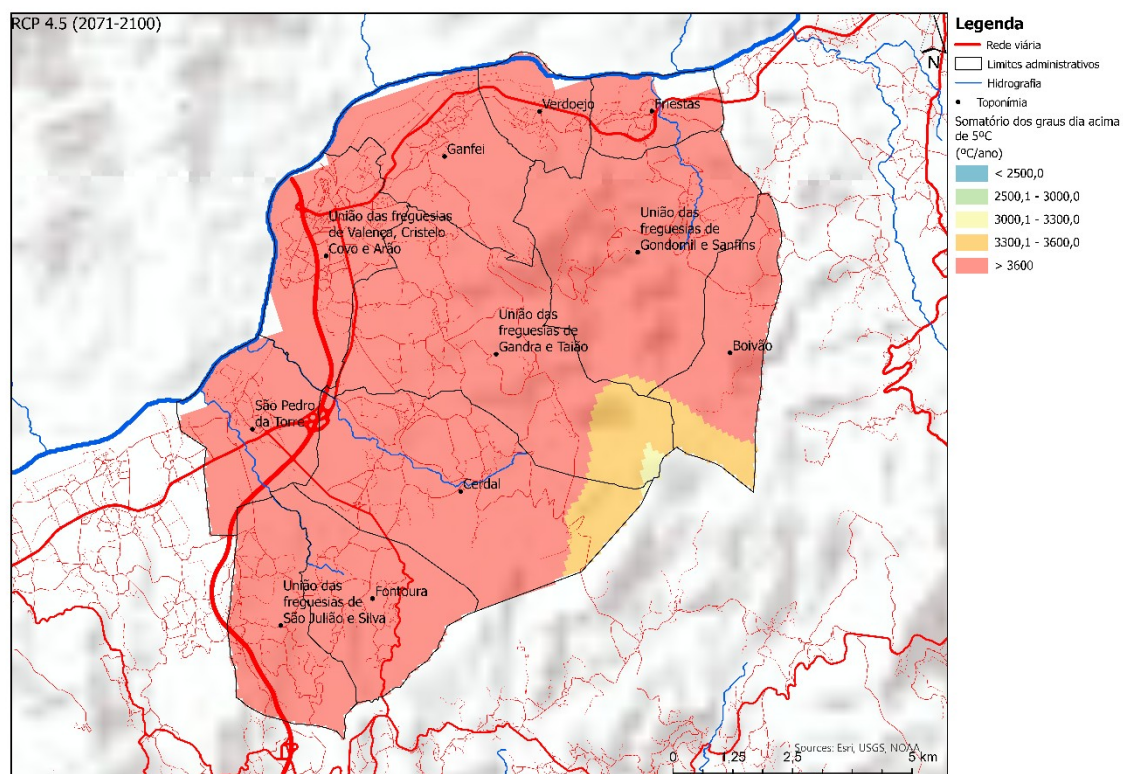


Figura 3.31 - Índice graus-dia superior a 5 °C em Valença, RCP 4.5 (2071-2100).

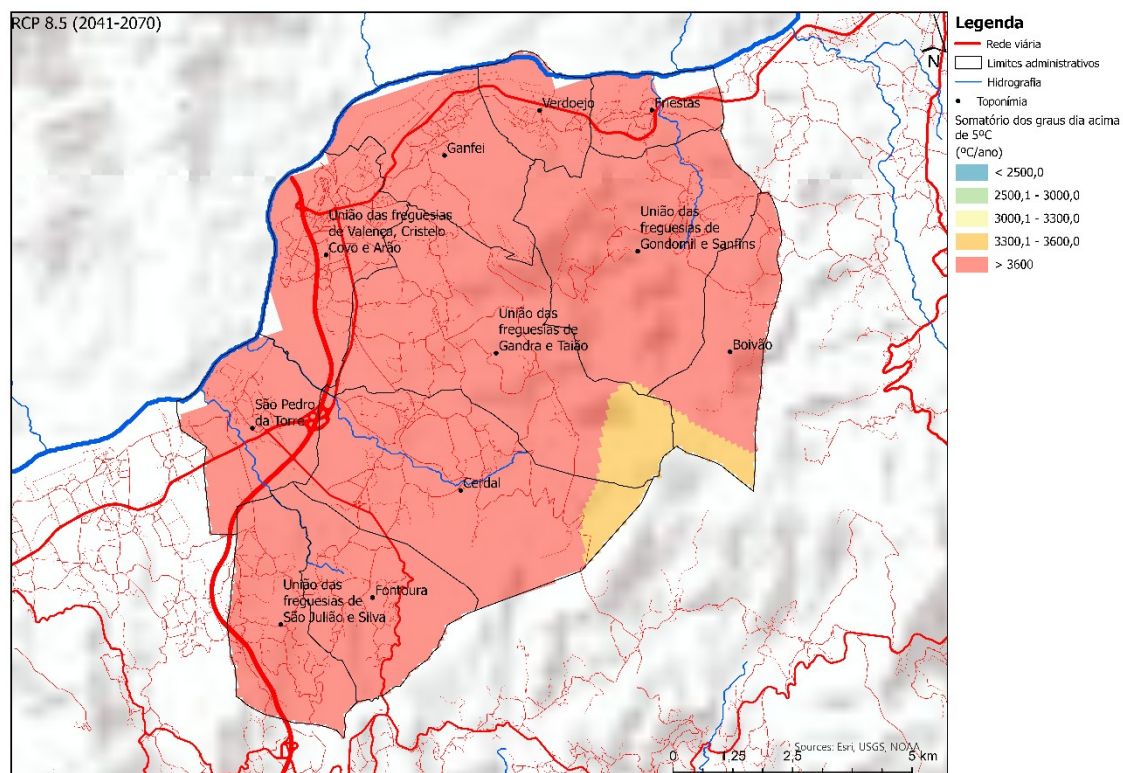


Figura 3.32 - Índice graus-dia superior a 5 °C em Valença, RCP 8.5 (2041-2070).

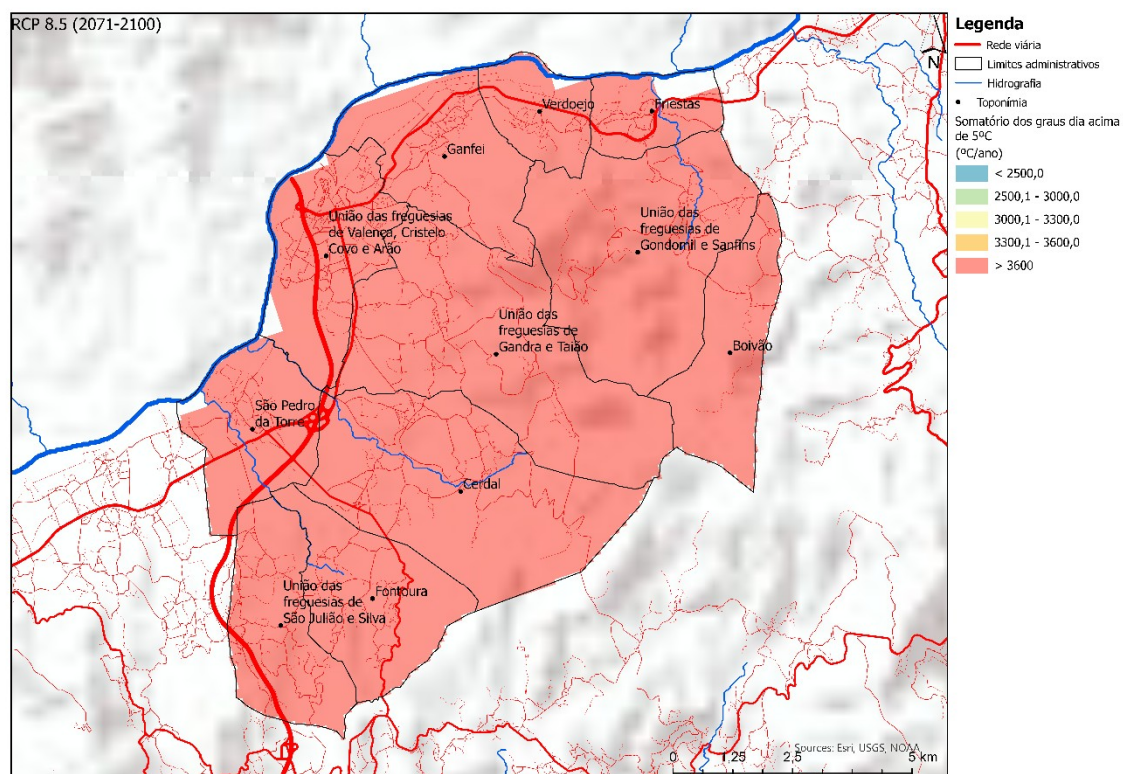


Figura 3.33 - Índice graus-dia superior a 5 °C em Valença, RCP 8.5 (2071-2100).

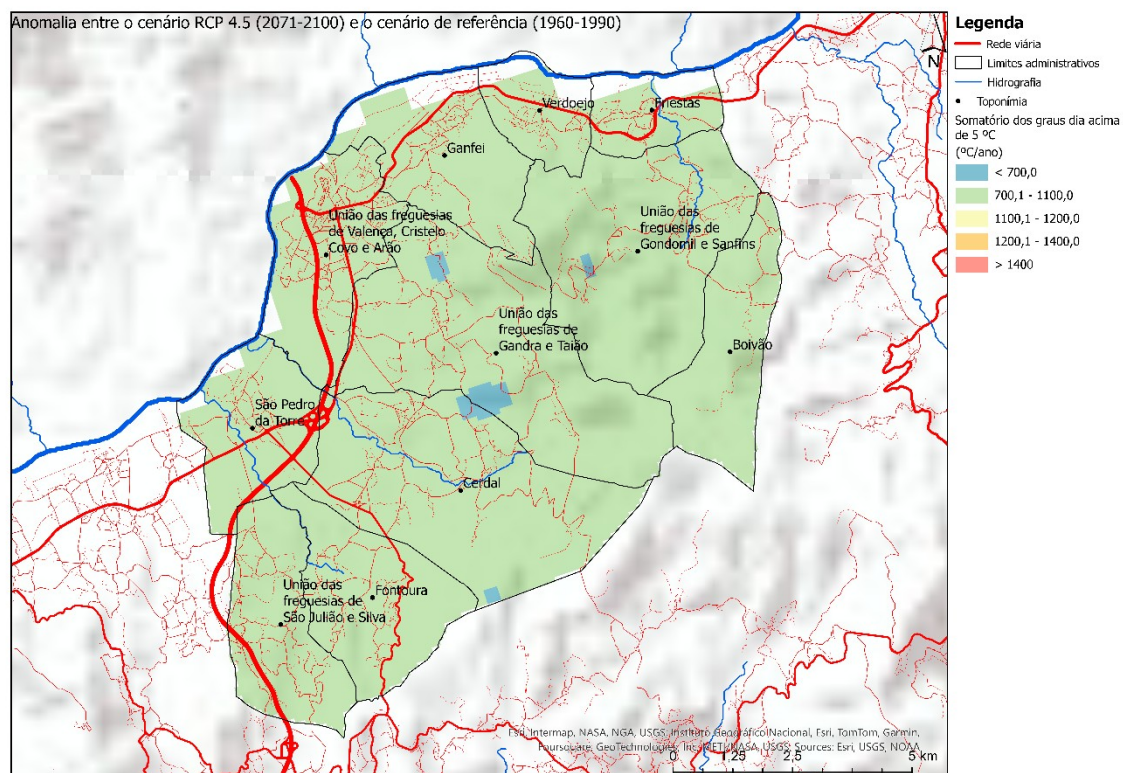


Figura 3.34 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).

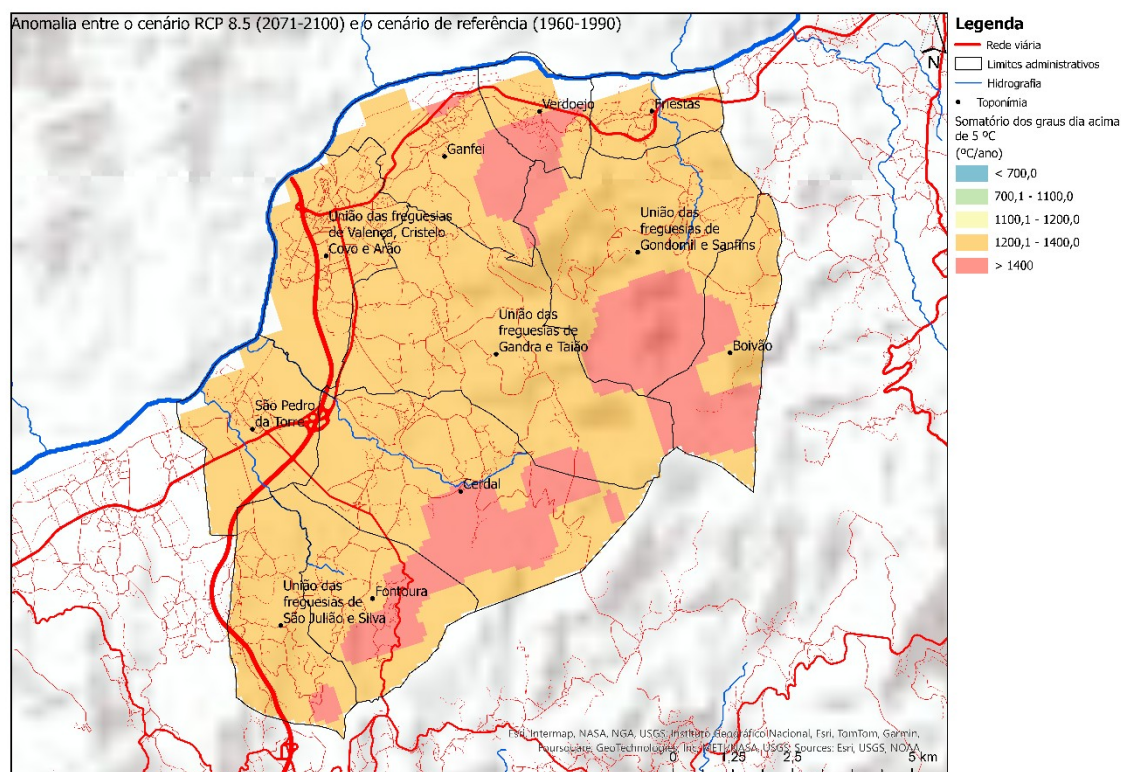


Figura 3.35 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).

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

O somatório do índice de absorção de graus-dia com temperatura superior a 18 °C indica que as zonas de maior absorção continuam a ser os vales de baixa altitude. Destaca-se o aumento significativo projetado no cenário RCP 8.5 até ao final do século, com valores máximos que podem atingir 866.7 mm, representando uma clara intensificação deste índice (Quadro 3.20 e Figura 3.40).

Quadro 3.20 - Anomalias projetadas para o índice graus-dia superior a 18°C de Valença.

Período		Histórico modelado		Anomalias							
				RCP 4.5				RCP 8.5			
		Presente		2041-2070		2071-2100		2041-2070		2071-2100	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Anual	(mm)	122,0	323,0	276,2	549,7	319,2	609,7	342,2	641,7	511,6	866,7

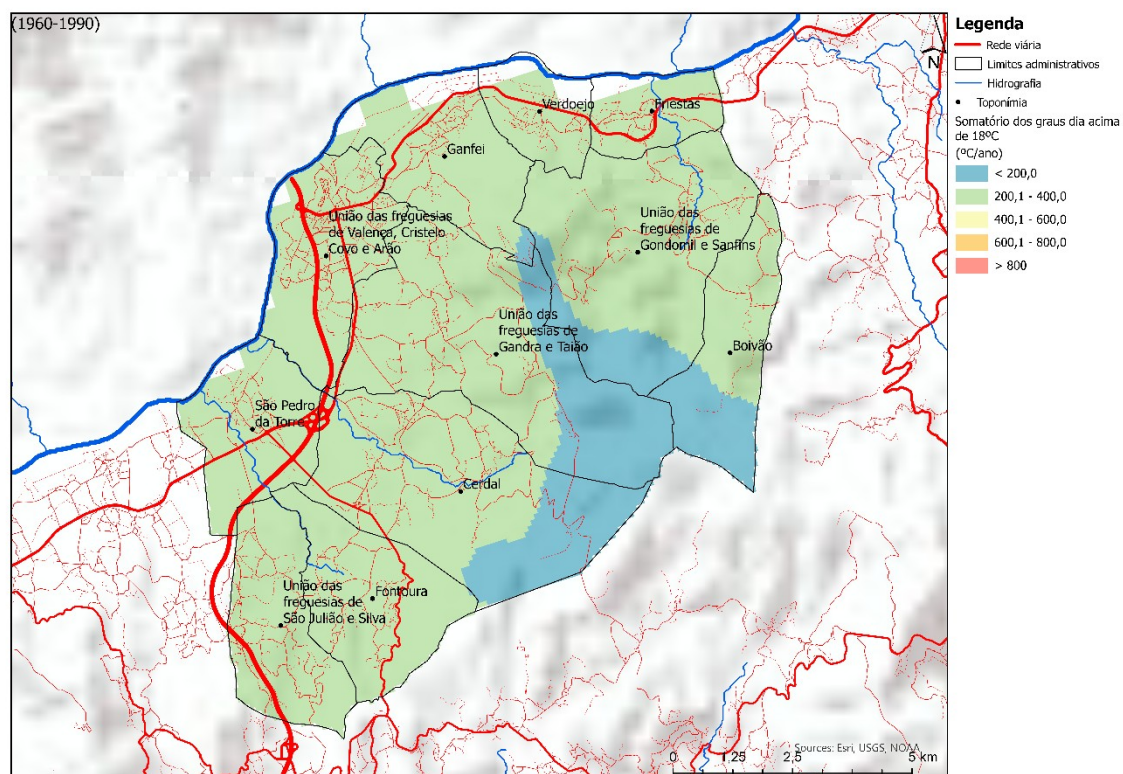


Figura 3.36 - Índice graus-dia superior a 18 °C em Valença, no presente (1960- 1990).

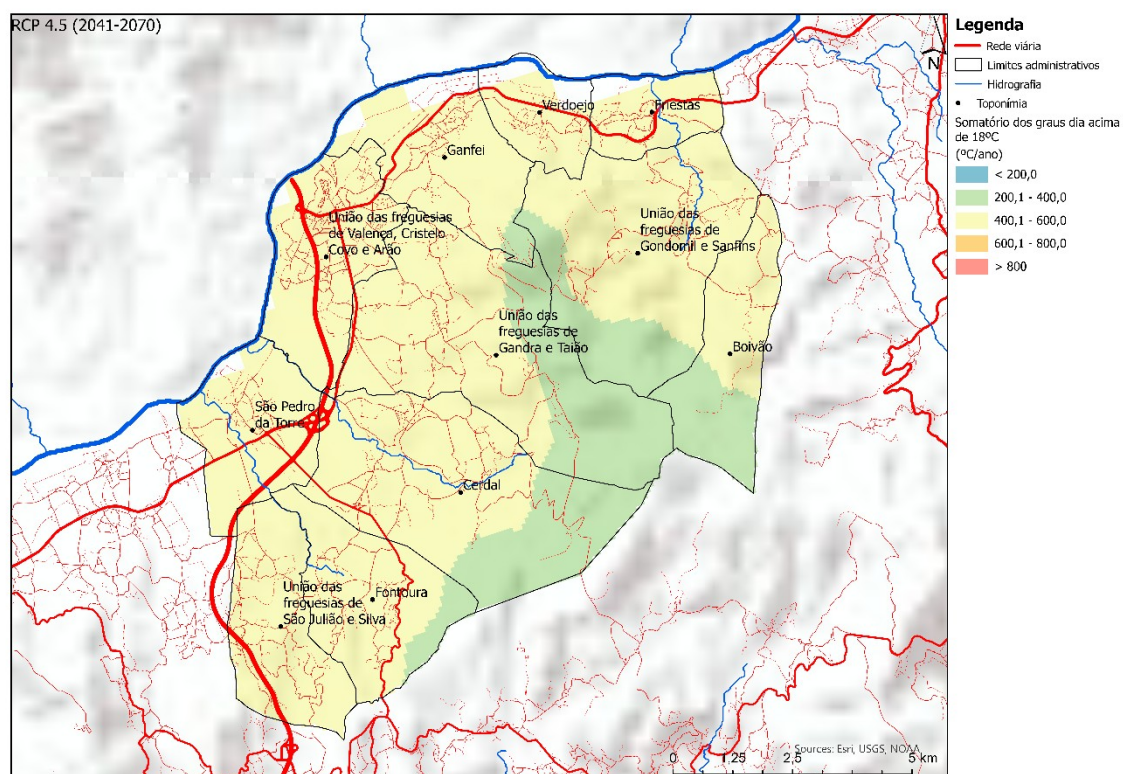


Figura 3.37 - Índice graus-dia superior a 18 °C em Valença, RCP 4.5 (2041-2070).

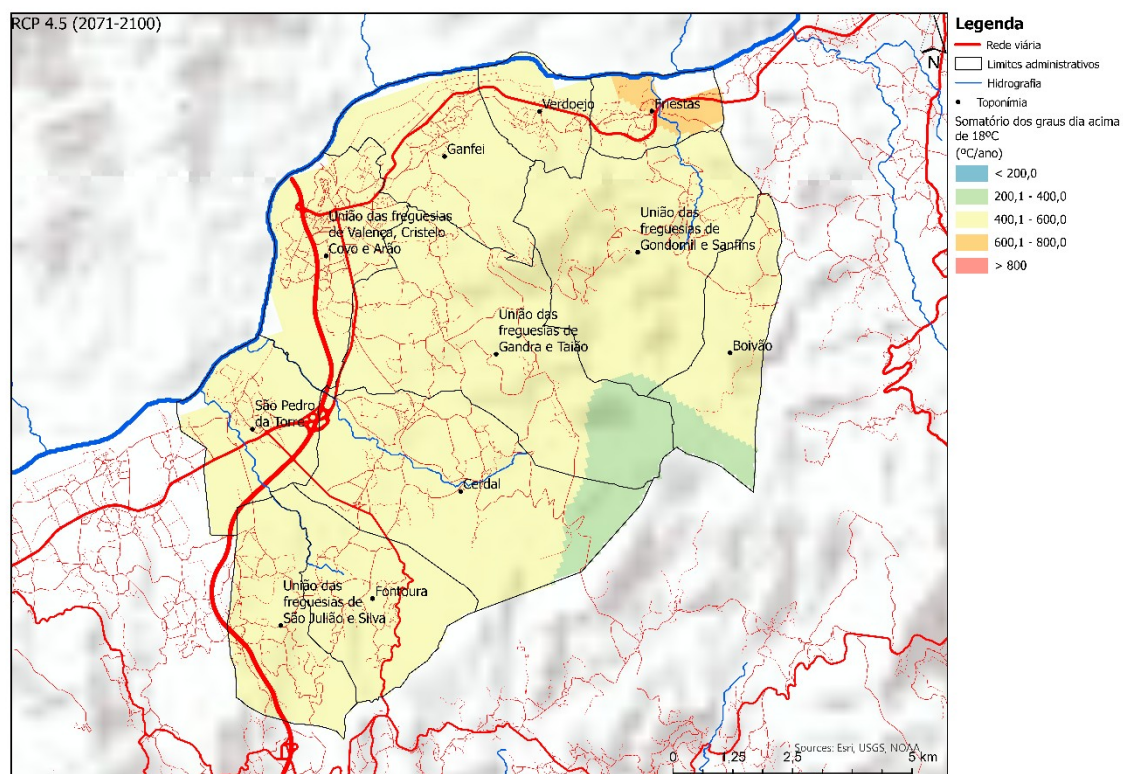


Figura 3.38 - Índice graus-dia superior a 18 °C em Valença, RCP 4.5 (2071-2100).

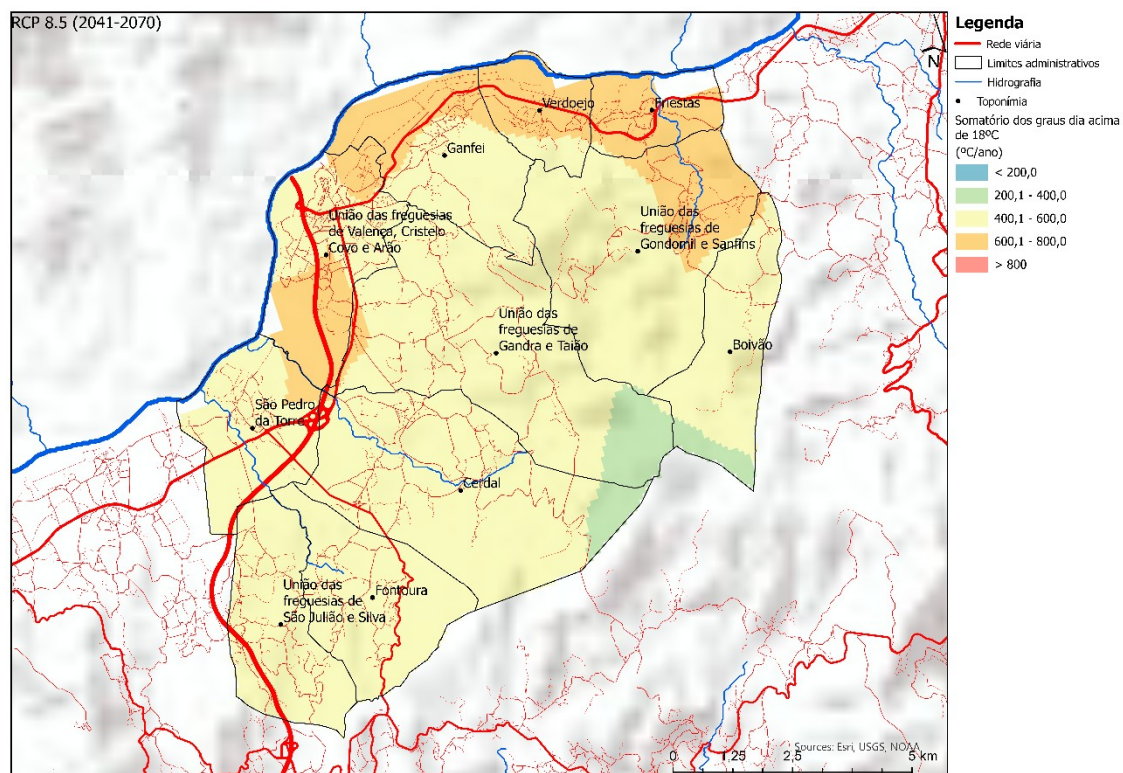


Figura 3.39 - Índice graus-dia superior a 18 °C em Valença, RCP 8.5 (2041-2070).

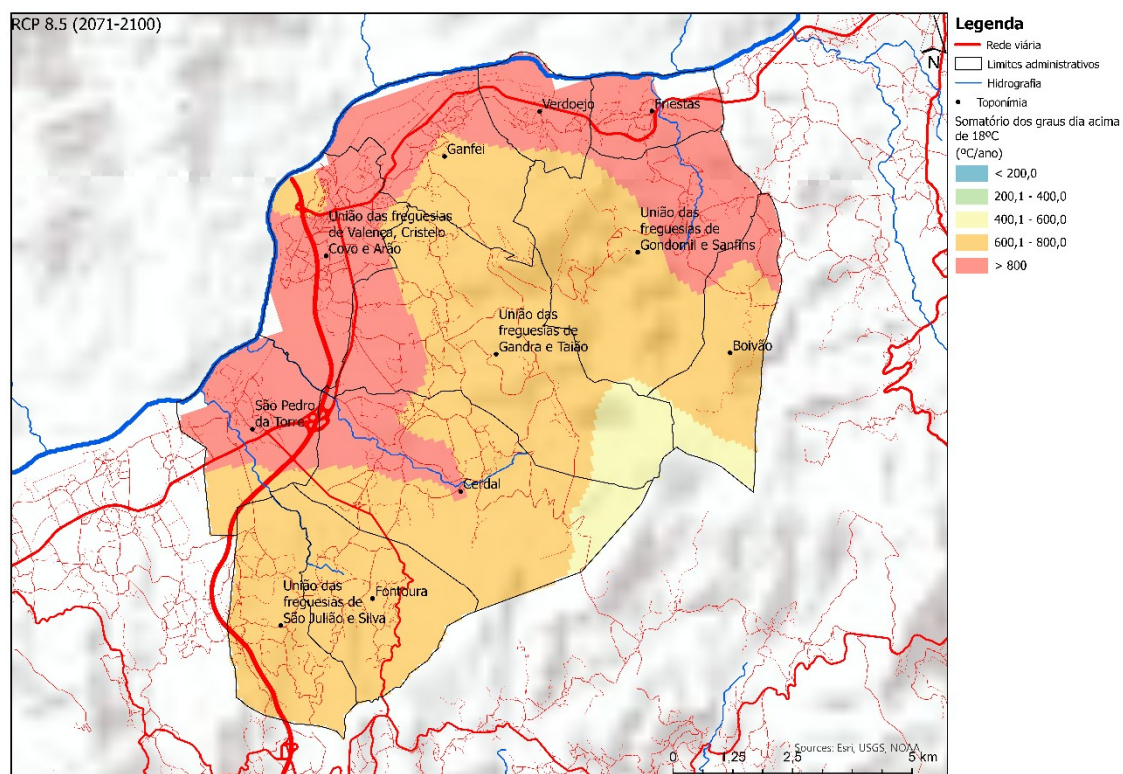


Figura 3.40 - Índice graus-dia superior a 18 °C em Valença, RCP 8.5 (2071-2100).

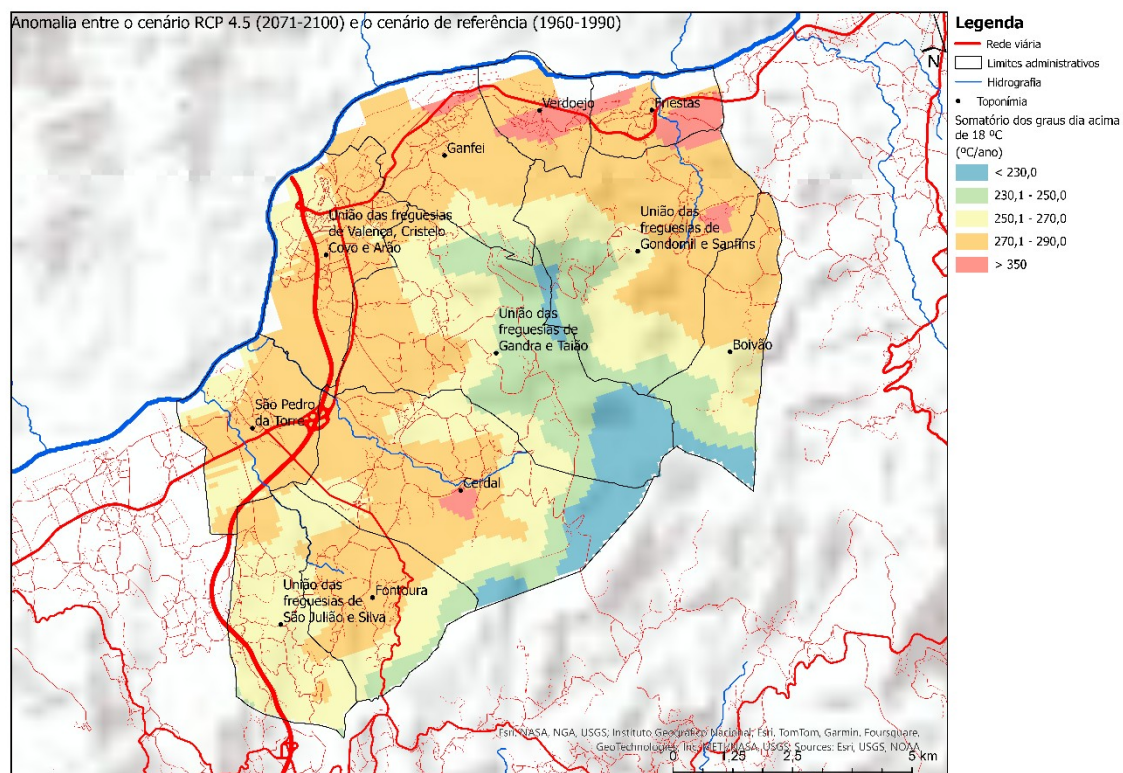


Figura 3.41 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).

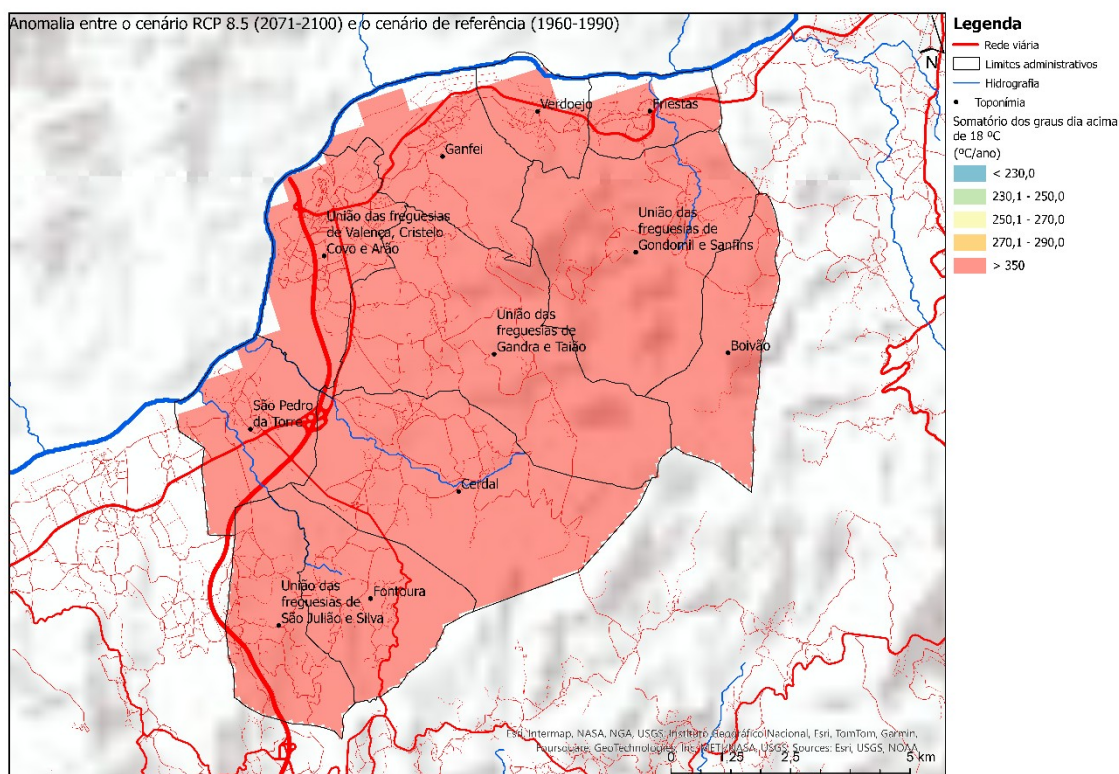


Figura 3.42 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).

3.3.8. Cenarização da Radiação Global

A radiação global incidente por definição é toda e qualquer radiação solar que chega ao solo, representando a soma da radiação direta mais a radiação difusa. Comparativamente à normal 1970-2000 verifica-se um aumento global máximo de 11 W/m^2 (Figura 3.43 e Figura 3.44).

As anomalias respetivas à radiação global, são ligeiramente superiores no RCP 8.5, sendo a diferença nos meses de maio, julho e agosto superior 15 W/m^2 . Para os outros cenários esperam-se subidas mais ligeiras, com exceção do cenário 4.5.

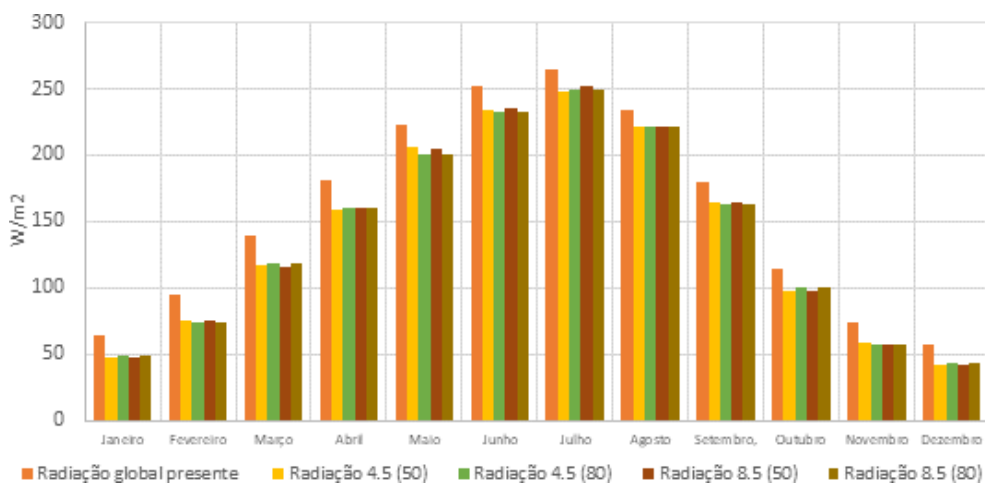


Figura 3.43 - Radiação global mensal para o Alto Minho (Alonso et al., 2019b).

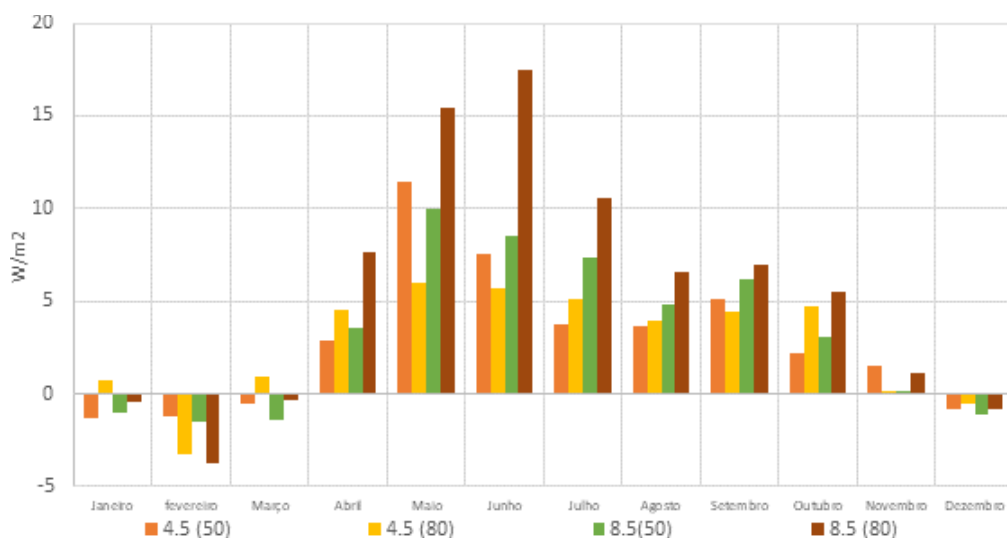


Figura 3.44 - Anomalia na radiação mensal para o Alto Minho (Alonso et al., 2019b).

3.3.9. Cenarização da precipitação média

No caso da precipitação, verifica-se uma redução da média anual até ao final do século, com a severidade da diminuição a variar consoante o cenário e o modelo considerado (Figura 3.45 a Figura 3.51).

As anomalias projetadas apontam para reduções significativas na primavera, verão e outono, especialmente no cenário RCP 8.5, onde as diminuições podem atingir até 17,1%. No inverno, as projeções não apresentam um sinal claro, com variações entre reduções ligeiras e pequenos aumentos (Quadro 3.21).

Quadro 3.21 - Anomalias para a precipitação média anual dos Valença.

Período		Histórico modelado		Anomalias							
				RCP 4.5				RCP 8.5			
		Presente		2041-2070		2071-2100		2041-2070		2071-2100	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Anual	(mm)			-123,7	-151,7	-115,7	-141,7	-141,8	-172,6	-219,7	-268,6
	(%)	1281,0	1572,0	-9,7	-9,6	-9,0	-9,0	-11,1	-11,0	-17,2	-17,1

Fonte: Alonso et al., 2019b.

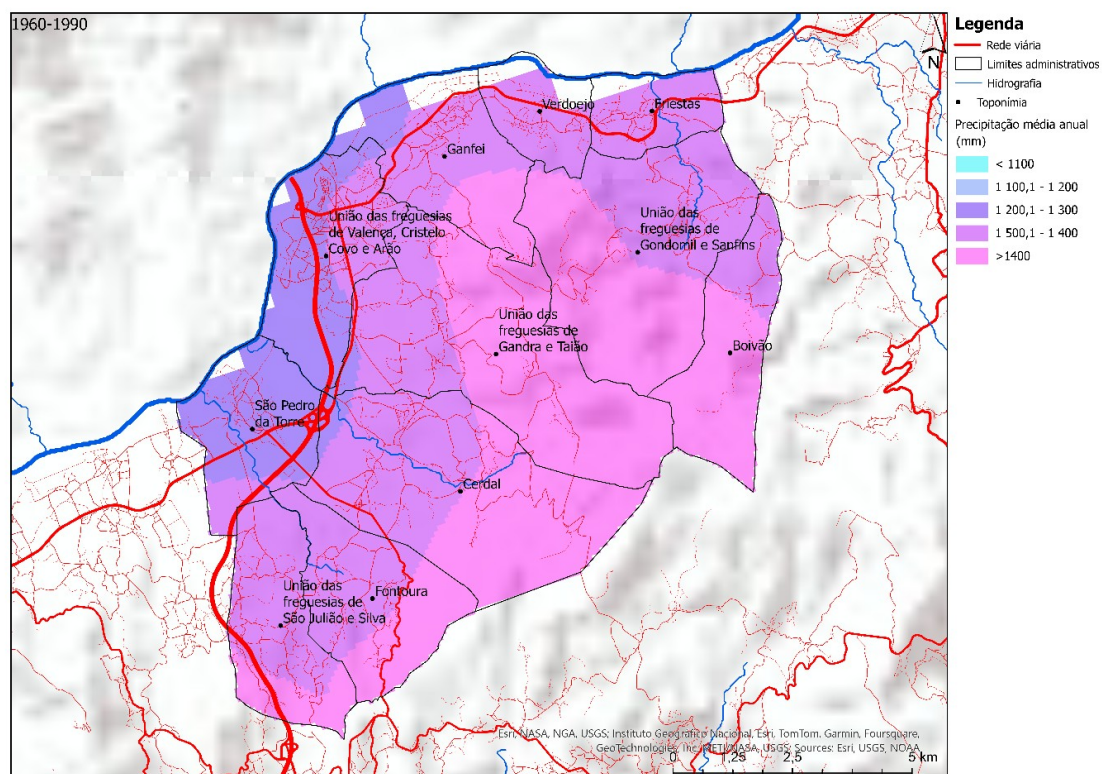


Figura 3.45 - Precipitação média anual de referência (1960-1990) de Valença.

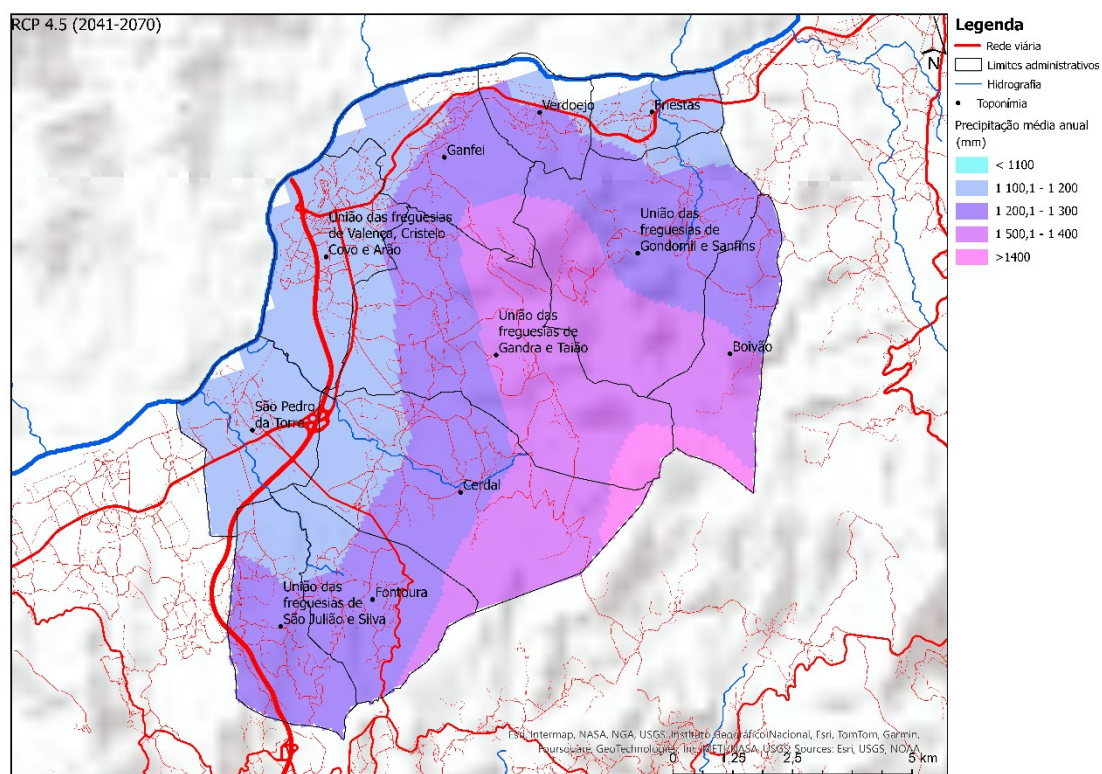


Figura 3.46 - Precipitação média anual para Valença, RCP 4.5 (2041-2070).

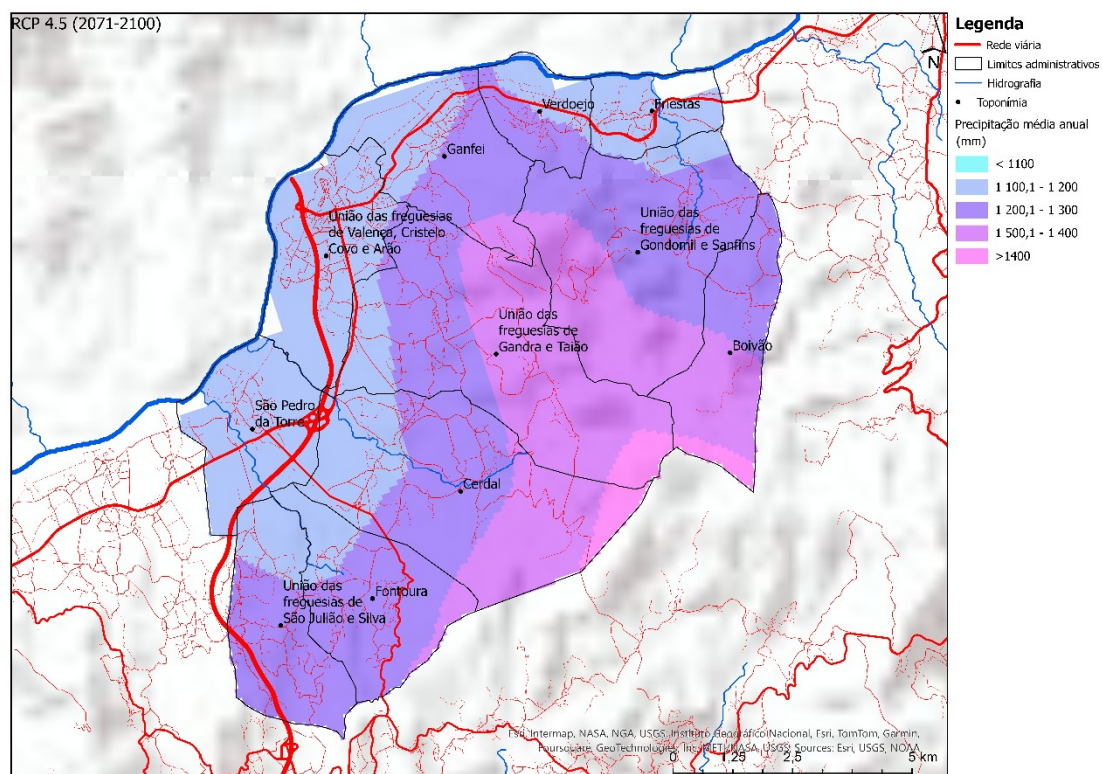


Figura 3.47 - Precipitação média anual para Valença, RCP 4.5 (2071-2100).

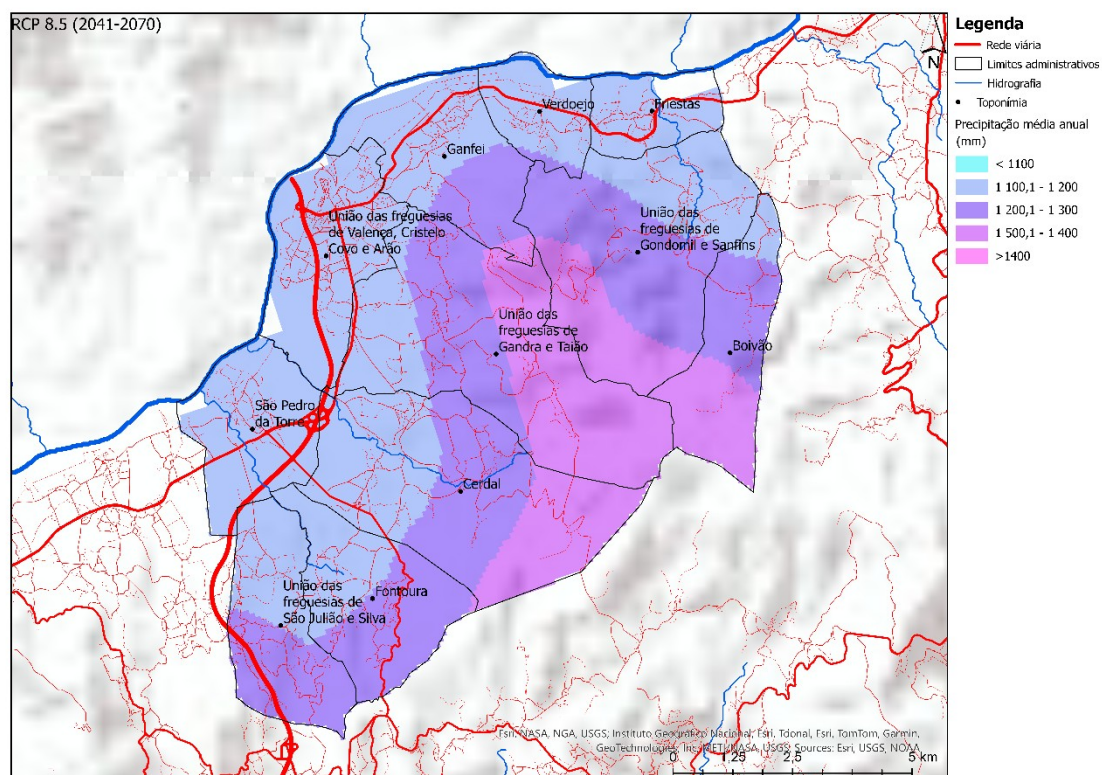


Figura 3.48 - Precipitação média anual para Valença, RCP 8.5 (2041-2070).

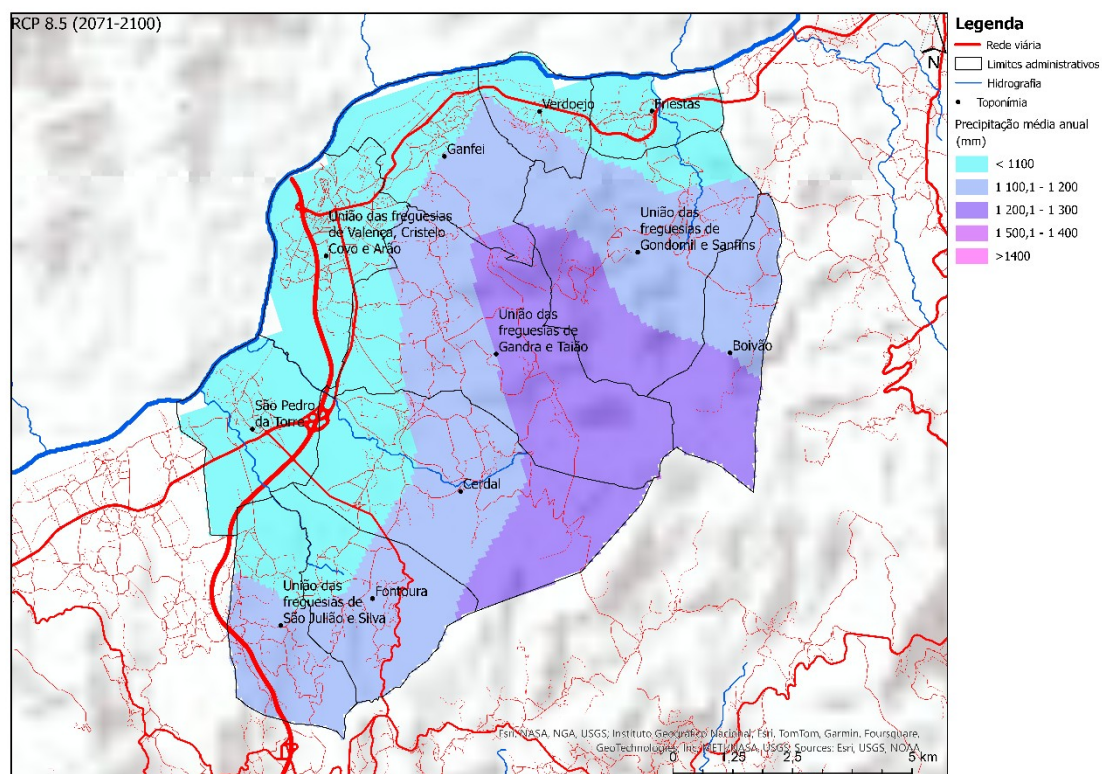


Figura 3.49 - Precipitação média anual para Valença, RCP 8.5 (2071-2100).

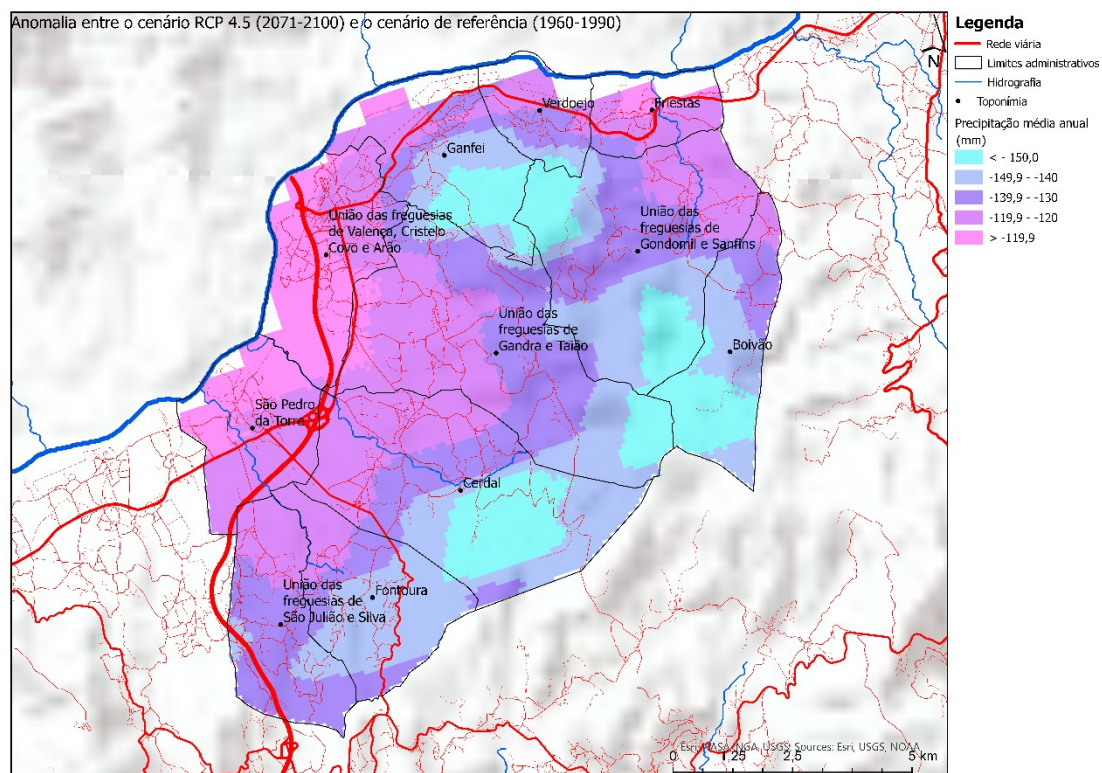


Figura 3.50 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).

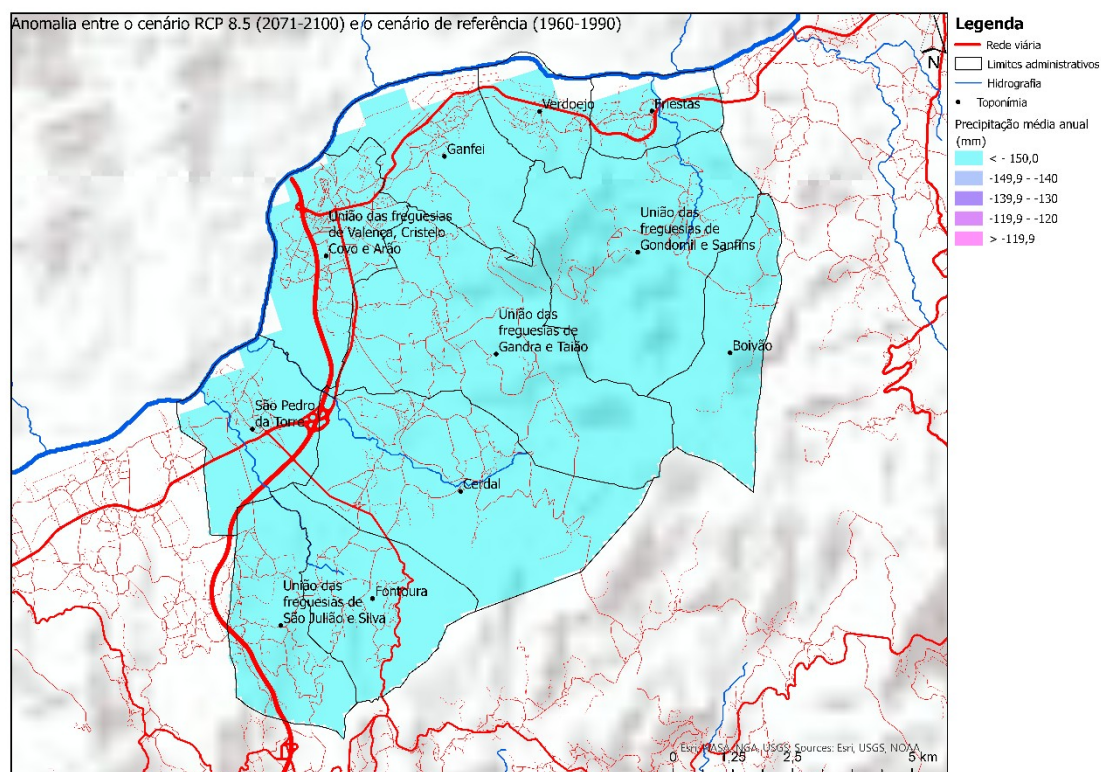


Figura 3.51 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).

Apesar de haver uma maior incerteza quanto aos cenários de precipitação, do que em relação a variação da temperatura, prevê-se que os padrões deverão sofrer diminuições até ao final do século.

As maiores diminuições totais de precipitação ocorrem na primavera e no outono, com reduções significativas projetadas nos cenários analisados. Estatisticamente, o verão destaca-se como a estação que sofre a maior diminuição até ao final do século, com reduções que podem atingir aproximadamente 50% no cenário RCP 8.5.

Adicionalmente, ocasionalmente podem ocorrer pequenos aumentos na precipitação durante o inverno, especialmente no cenário RCP 4.5 no final do século, bem como no cenário RCP 8.5, embora estas variações sejam menos expressivas (Quadro 3.22).

Quadro 3.22 - Anomalias para a precipitação média sazonal dos Valença.

Estação		Anomalias									
		Histórico modelado		RCP 4.5						RCP 8.5	
		Presente		2041-2070		2071-2100		2041-2070		2071-2100	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Outono	(mm)			-45,0	-52,0	-49,0	-57,0	-60,0	-69,9	-93,1	-109,9
	(%)	365,1	428,8	-12,3	-12,1	-13,4	-13,3	-16,4	-16,3	-25,5	-25,6
Verão	(mm)			-26,1	-36,0	-30,1	-40,9	-33,1	-44,9	-47,0	-63,0
	(%)	95,1	129,9	-27,4	-27,7	-31,6	-31,5	-34,8	-34,6	-49,4	-48,5
Primavera	(mm)			-42,0	-51,9	-43,0	-52,0	-54,0	-66,9	-71,9	-87,9
	(%)	320,0	387,8	-13,1	-13,4	-13,4	-13,4	-16,9	-17,3	-22,5	-22,7

Inverno	(mm)	499,0	626,7	-9,0	-12,9	6,1	7,0	6,2	8,0	-6,0	-9,0
	(%)			-1,8	-2,1	1,2	1,1	1,2	1,3	-1,2	-1,4

Fonte: Alonso et al., 2019b.

A precipitação sob a forma de neve é pouco expressiva, ocorrendo principalmente em zonas de maior altitude. Para ambos os cenários, é prevista uma diminuição significativa no volume de neve, com reduções mais acentuadas no cenário RCP 8.5. Neste cenário, projeta-se que a precipitação sob a forma de neve praticamente deixe de ocorrer no território até ao final do século (Quadro 3.23 e Figura 3.56).

Quadro 3.23 - Anomalia projetada para a precipitação com neve nos Valença.

Período		Anomalias									
		Histórico modelado		RCP 4.5				RCP 8.5			
		Presente		2041-2070		2071-2100		2041-2070		2071-2100	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Anual	(mm)	3,0	19,0	-1,0	-9,1	-2,0	-10,1	-2,0	-11,0	-2,0	-14,1
	(%)			-33,3	-47,6	-66,7	-52,9	-66,7	-57,9	-66,7	-73,9

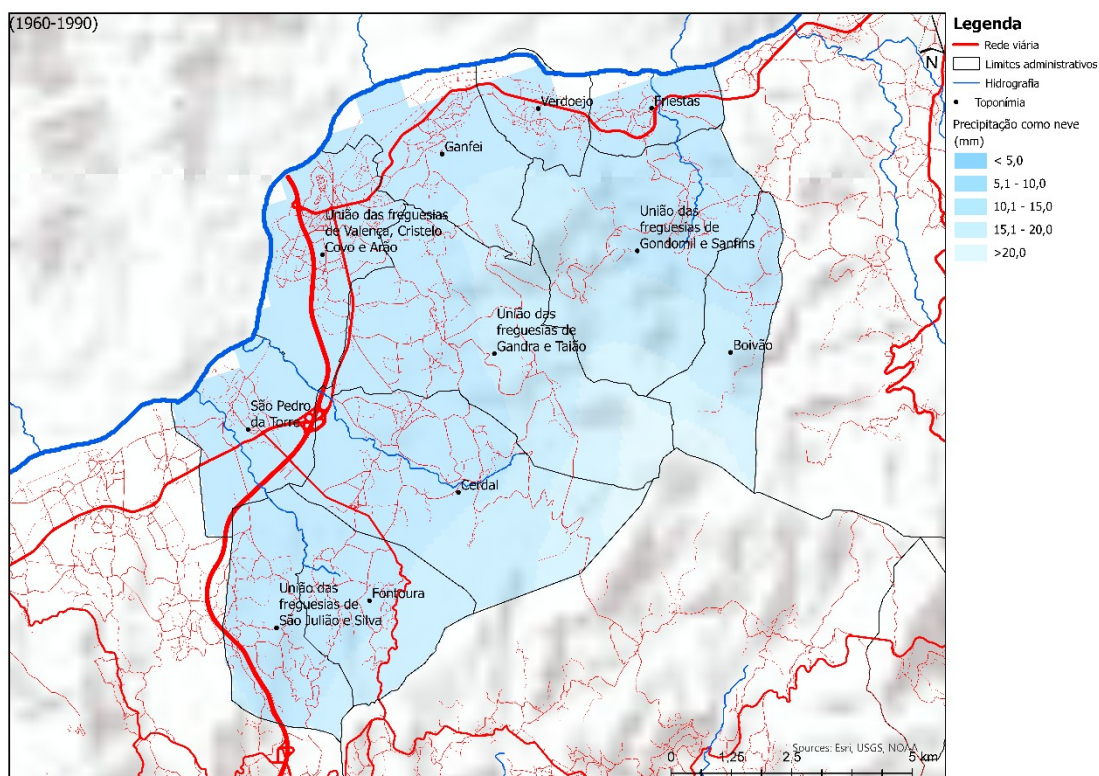


Figura 3.52 - Precipitação como neve (1960-1990) para Valença.

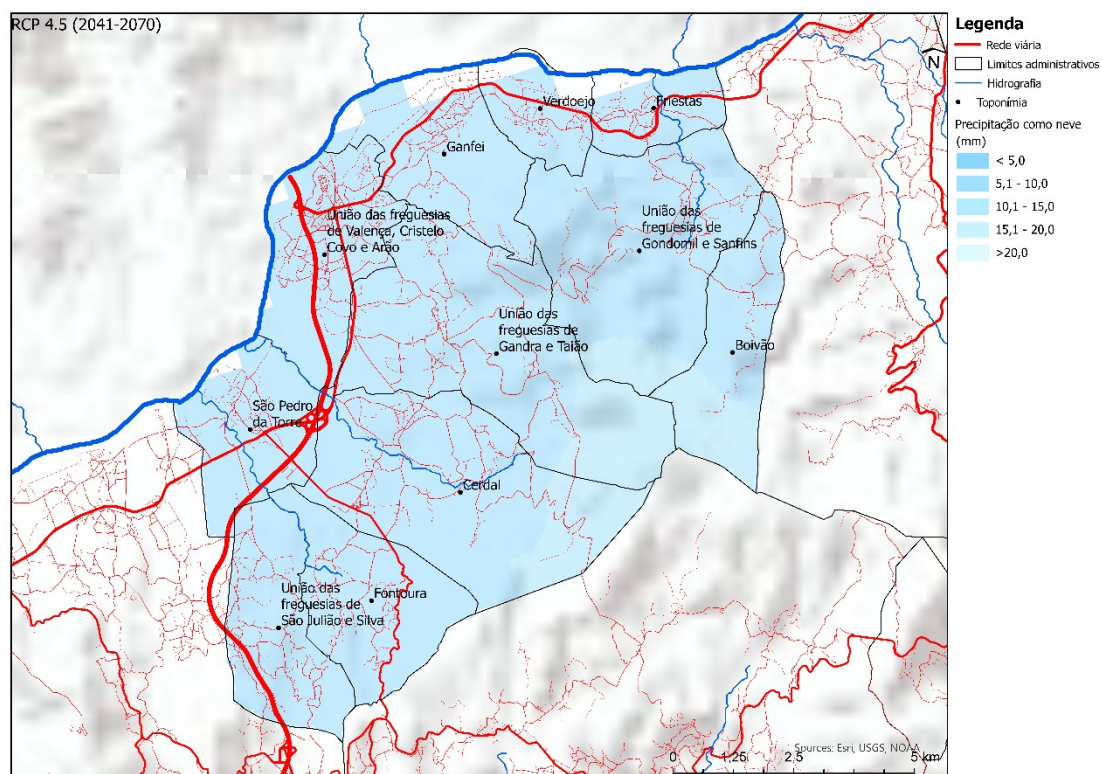


Figura 3.53 - Precipitação como neve para Valença RCP 4.5 (2041-2070).

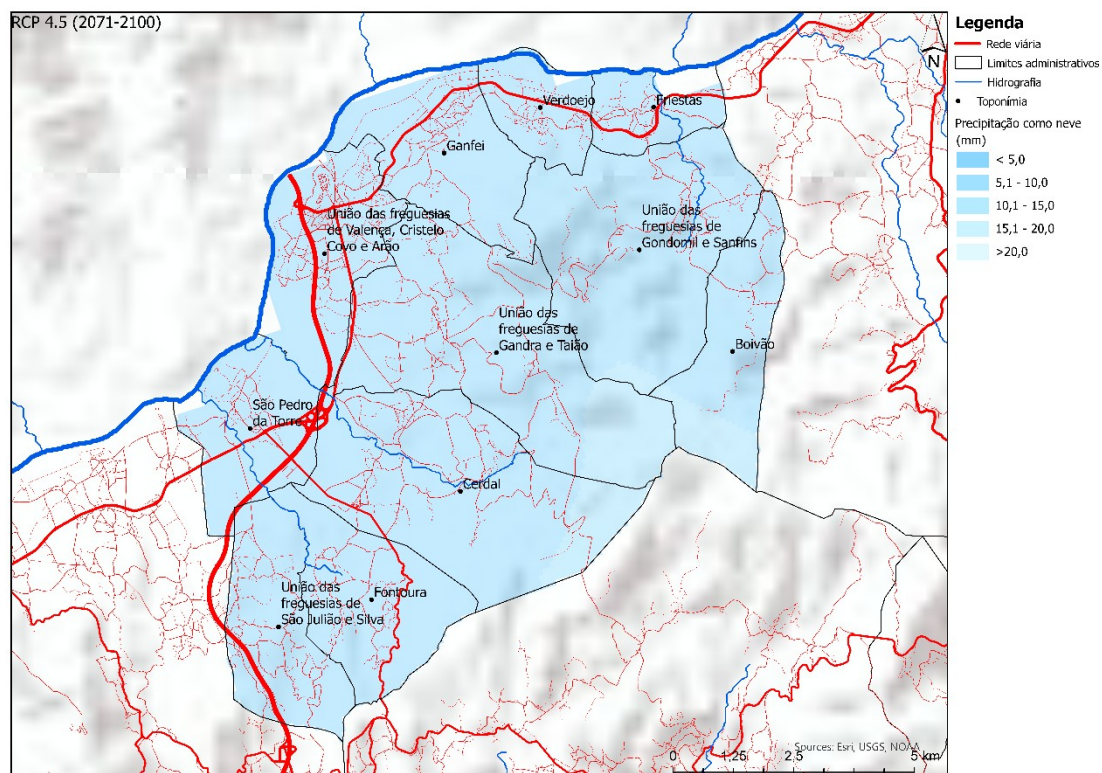


Figura 3.54 - Precipitação como neve para Valença RCP 4.5 (2071-2100).

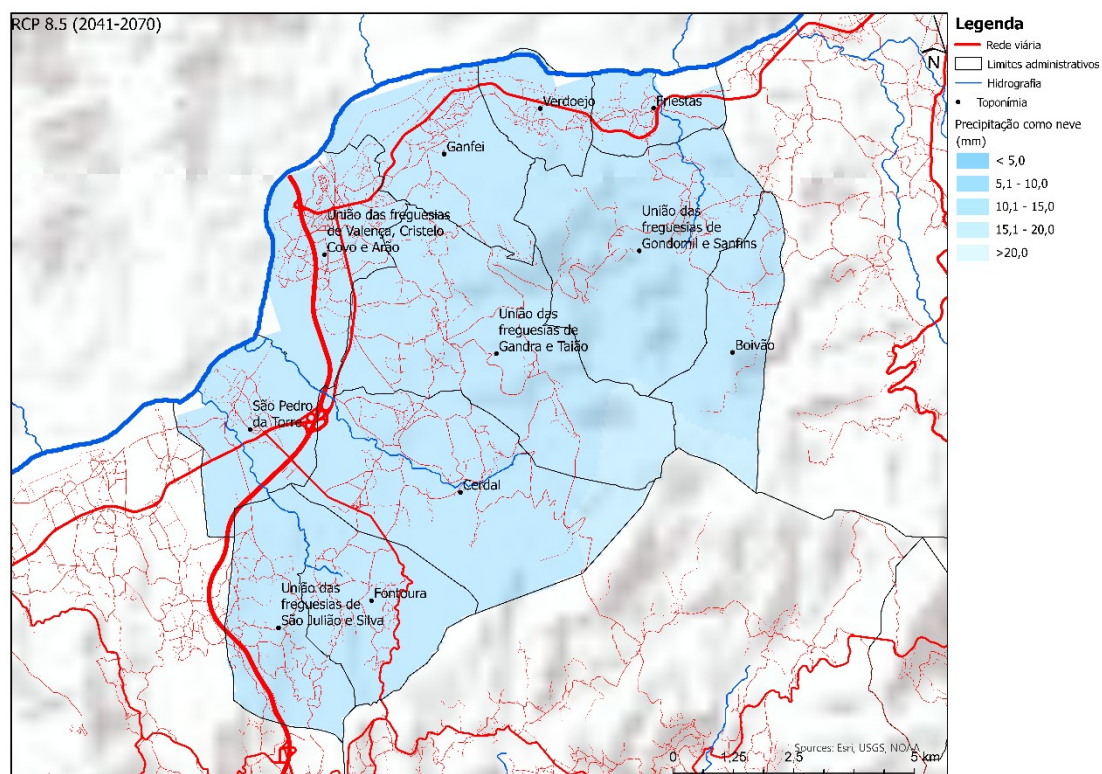


Figura 3.55 - Precipitação como neve para Valença RCP 8.5 (2041-2070).

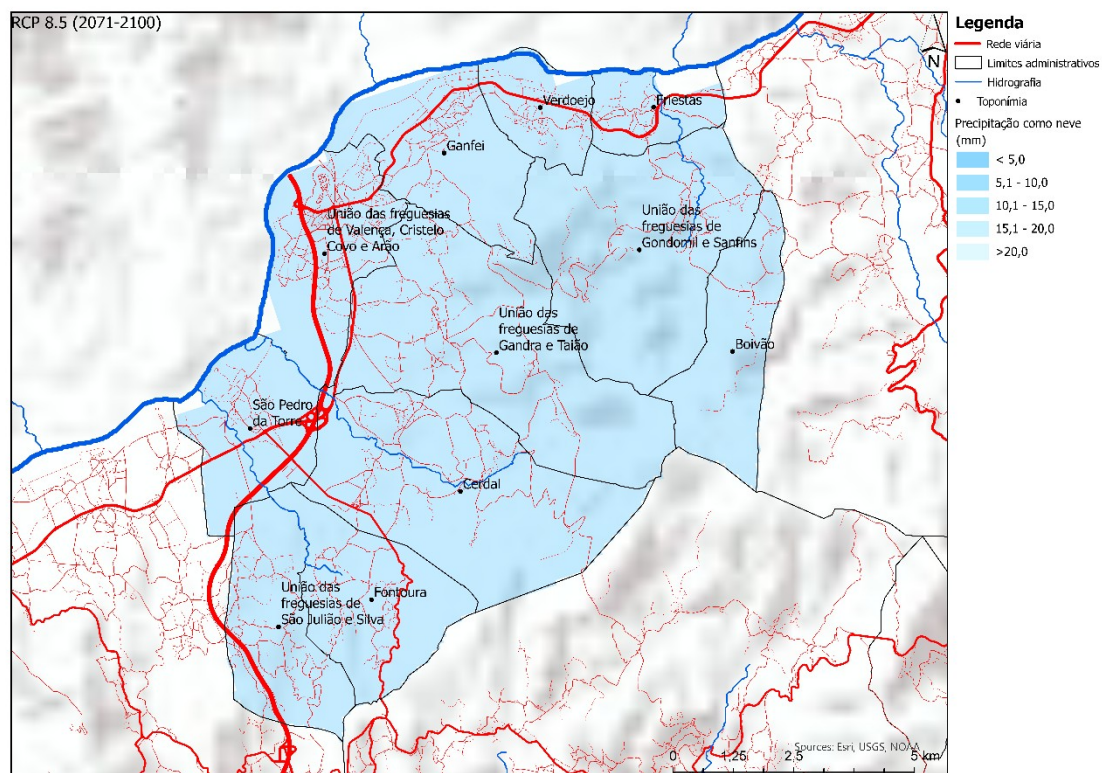


Figura 3.56 - Precipitação como neve para Valença RCP 8.5 (2071-2100).

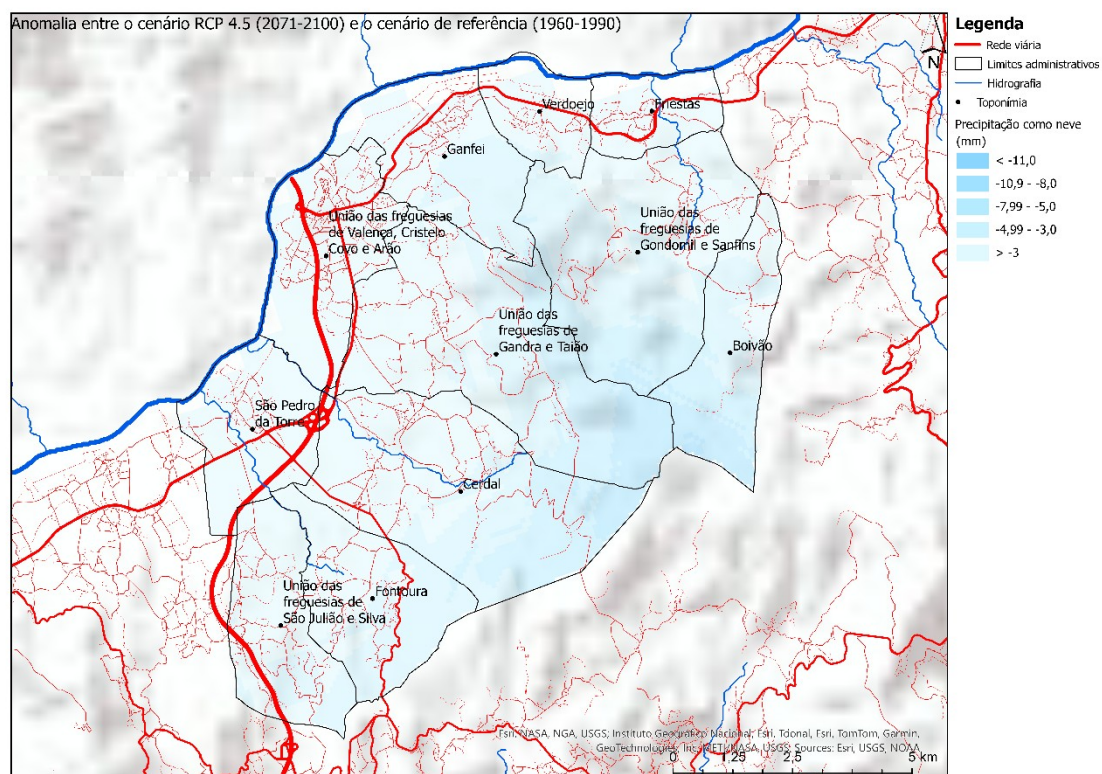


Figura 3.57 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).

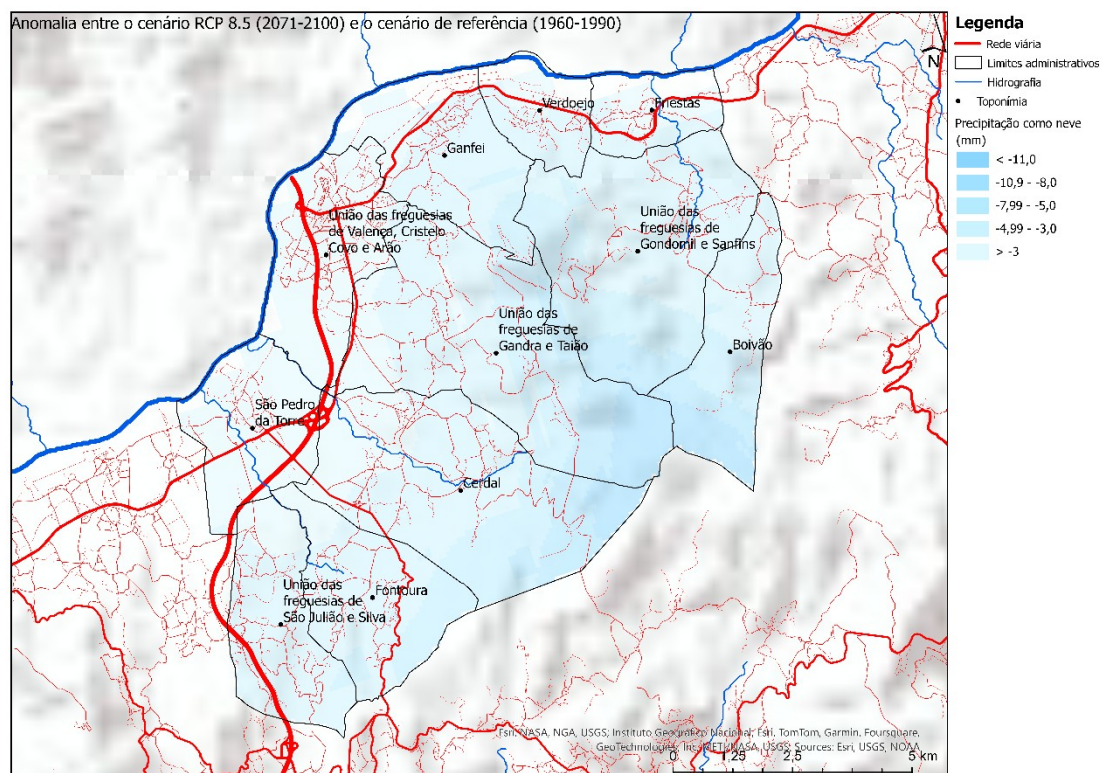


Figura 3.58 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).

3.3.10. Cenarização da humidade relativa

Para a caracterização da humidade relativa de Valença é necessário analisar os valores da região do Alto Minho. Esta região caracteriza-se de forma genérica pelos valores elevados da humidade relativa do ar. A proximidade à linha de costa e uma densa rede hidrográfica conferem nas zonas dos vales do rio Minho e Lima, uma maior frescura e humidade nas camadas de ar mais próxima do solo, decorrendo assim alguns processos climáticos de ocorrência frequente de nevoeiros baixos.

A humidade relativa do ar apresenta, neste contexto, valores médios anuais entre os 80 e 85% nos territórios a Este do distrito, aumentando para valores superiores a 85% nos territórios mais próximos da orla costeira atlântica.

A análise da humidade relativa indica a existência de uma tendência de decréscimo da humidade relativa atmosférica entre 1970 a 2000 (Figura 3.59). No entanto os cenários projetados apresentam tendências aparentemente antagónicas, com uma ligeira tendência de subida da humidade relativa (apesar de uma grande amplitude) até ao fim do século para o RCP 4.5 e uma continua diminuição para o RCP 8.5 (Figura 3.60).

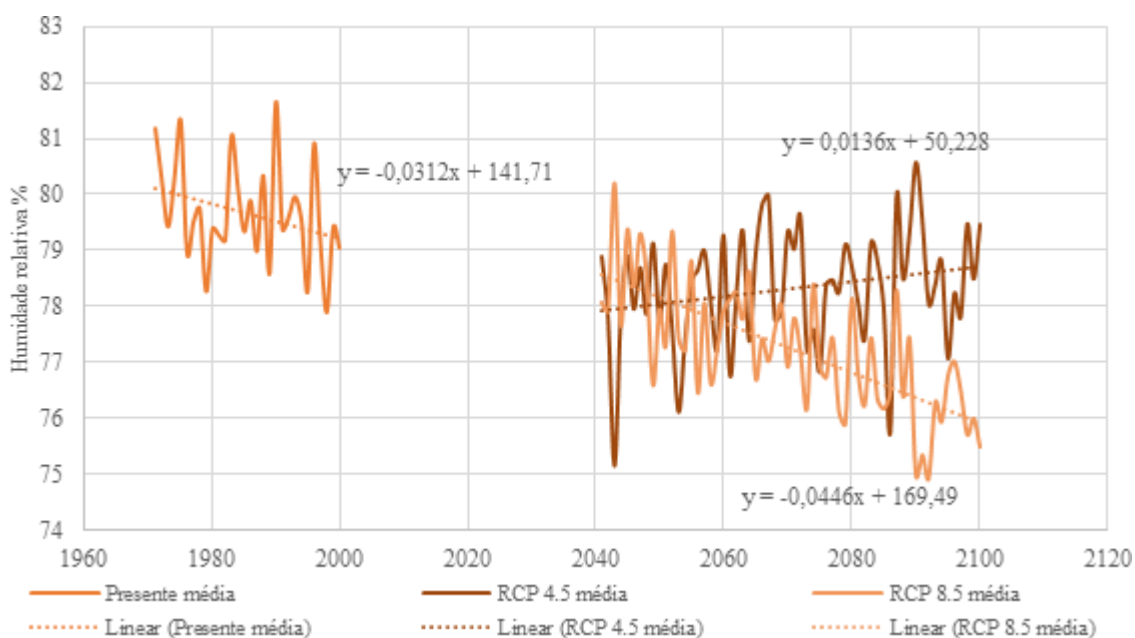


Figura 3.59 - Comparação da humidade relativa global anual para o Alto Minho (Alonso et al., 2019b).

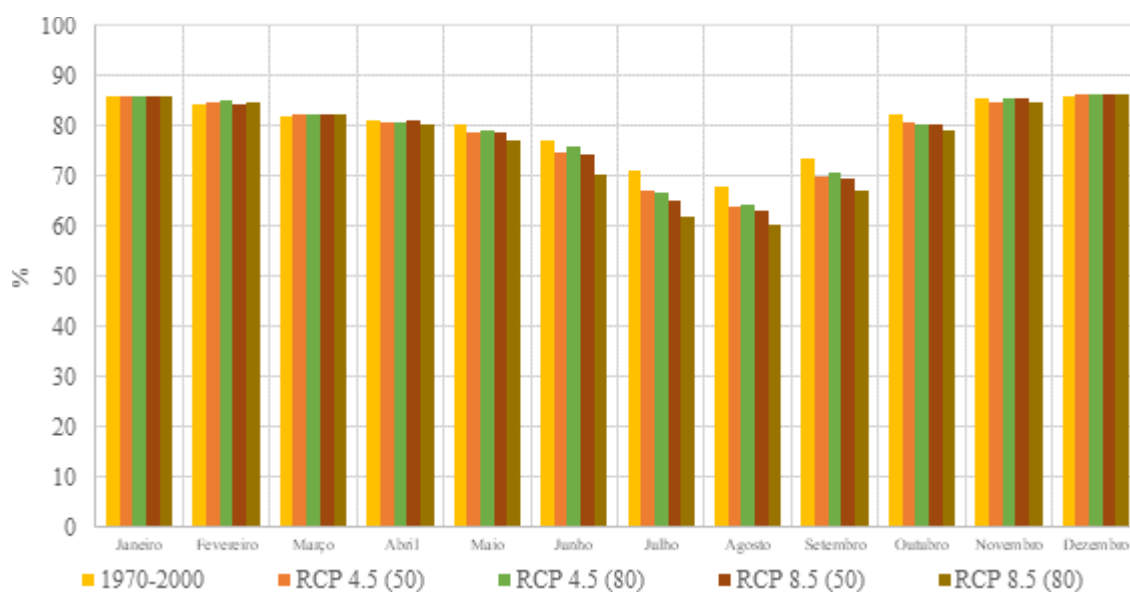


Figura 3.60 - Comparação da humidade relativa global mensal para o Alto Minho (Alonso et al., 2019b).

A comparação da humidade relativa mensal indica uma diminuição nos meses de maior calor. A diminuição da percentagem em relação à normal climatológica acontece nos meses onde normalmente as temperaturas em média são elevadas (Figura 3.61). A evolução da anomalia mensal indica uma tendência de diminuição em comparação à normal (até -8%) destacando-se o período de verão. Em contraste esta indica também uma ligeira tendência de subida da humidade relativa nos meses de inverno (Figura 3.62).

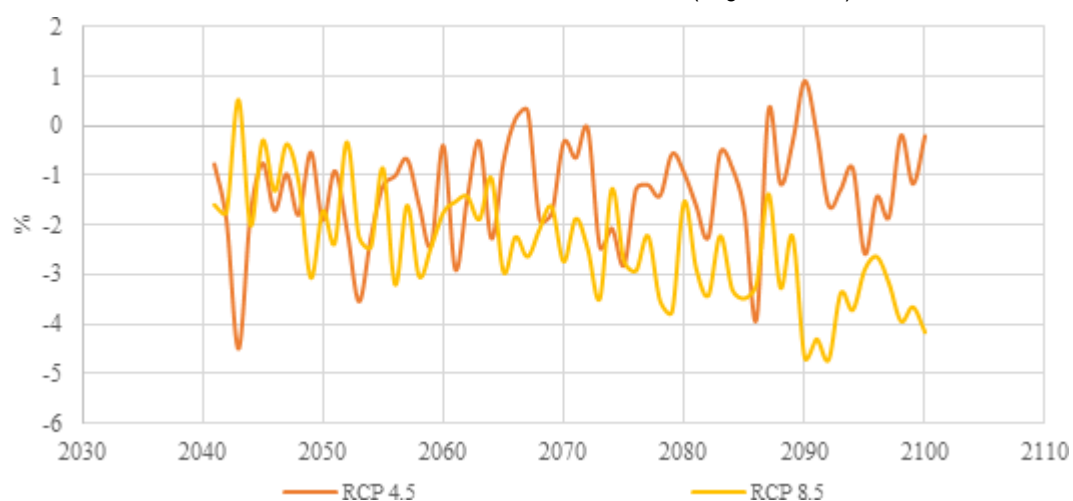


Figura 3.61 - Anomalia da humidade relativa global anual para o Alto Minho (Alonso et al., 2019b).

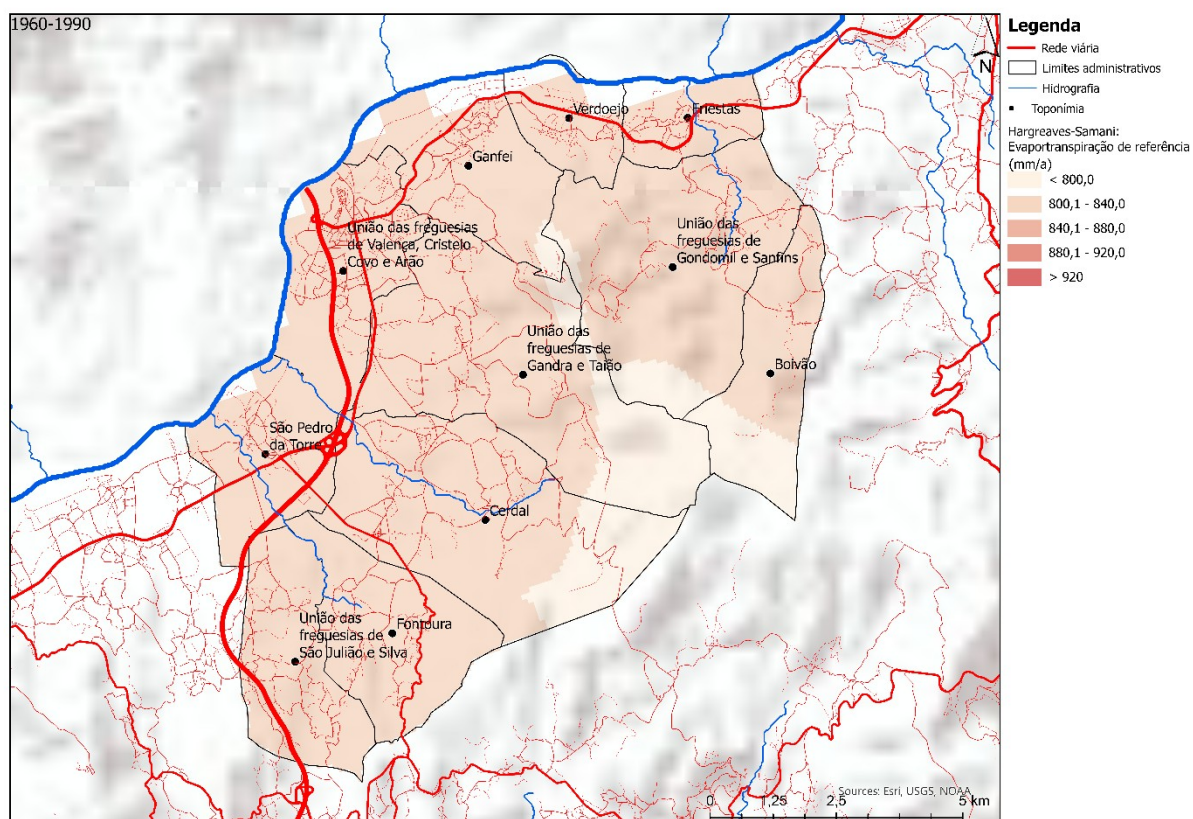


Figura 3.63 - Evapotranspiração de referência (1960-1990) de Valença.

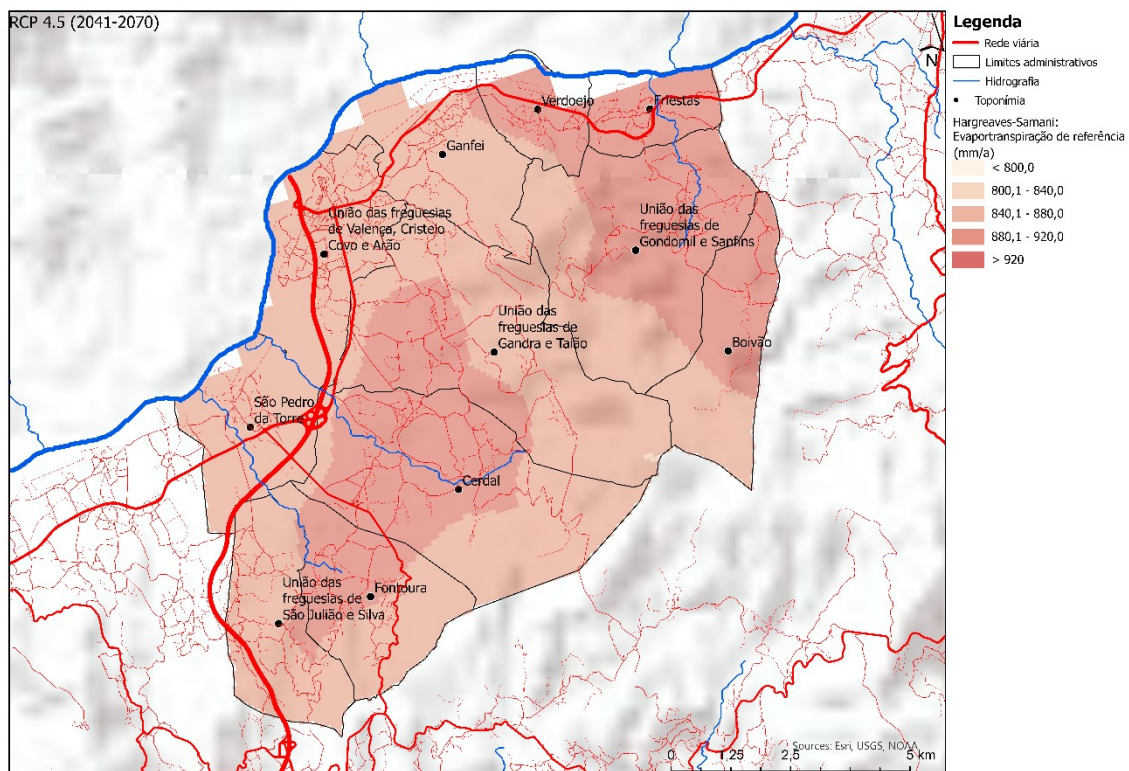


Figura 3.64 - Evapotranspiração de referência de Valença, RCP 4.5 (2041-2070).

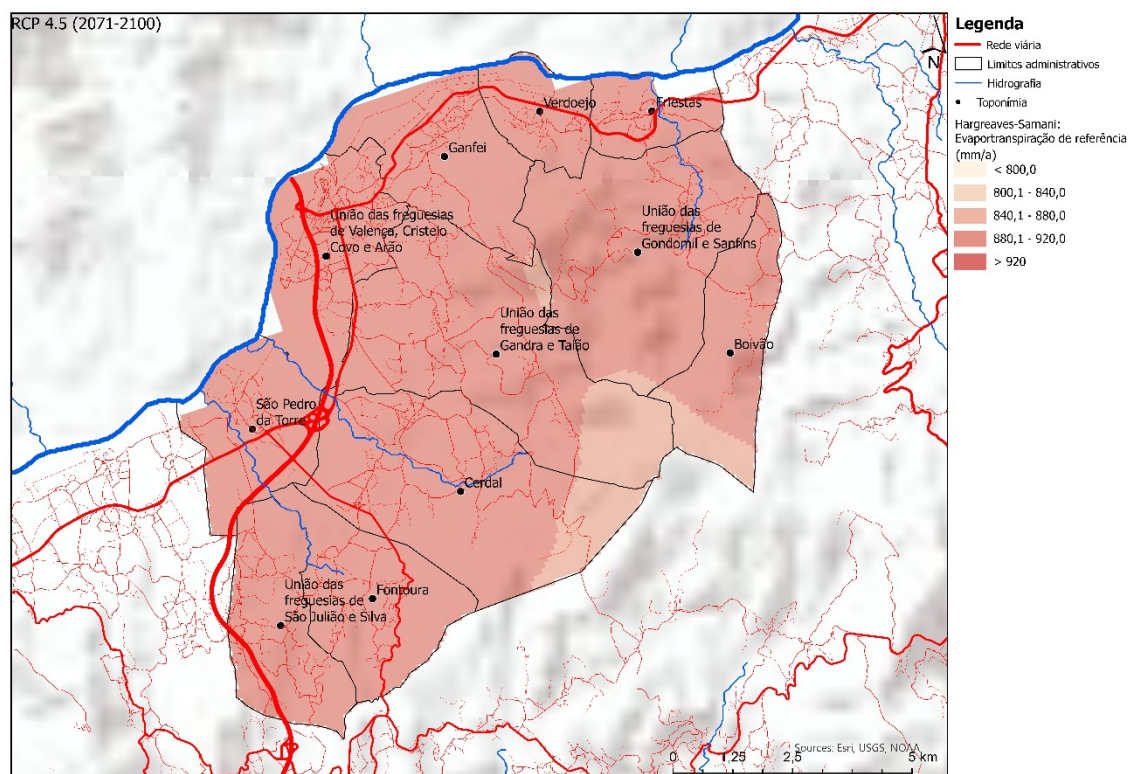


Figura 3.65 - Evapotranspiração de referência de Valença, RCP 4.5 (2071-2100).

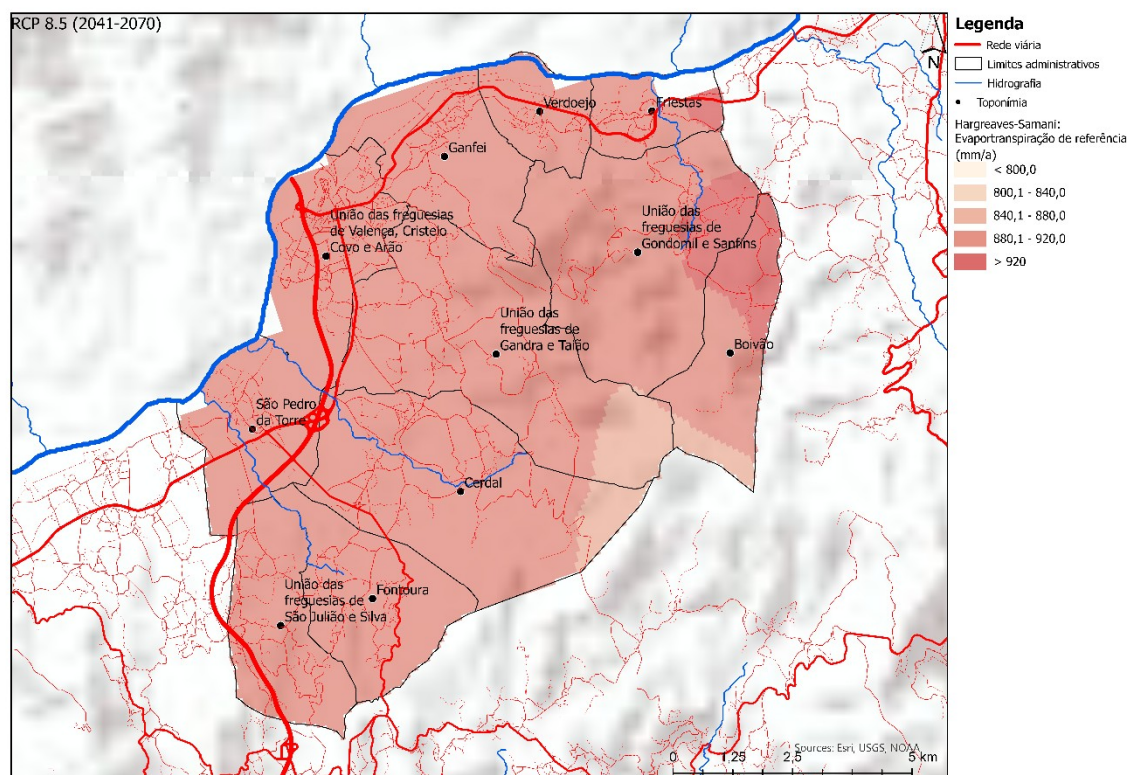


Figura 3.66 - Evapotranspiração de referência de Valença, RCP 8.5 (2041-2070).

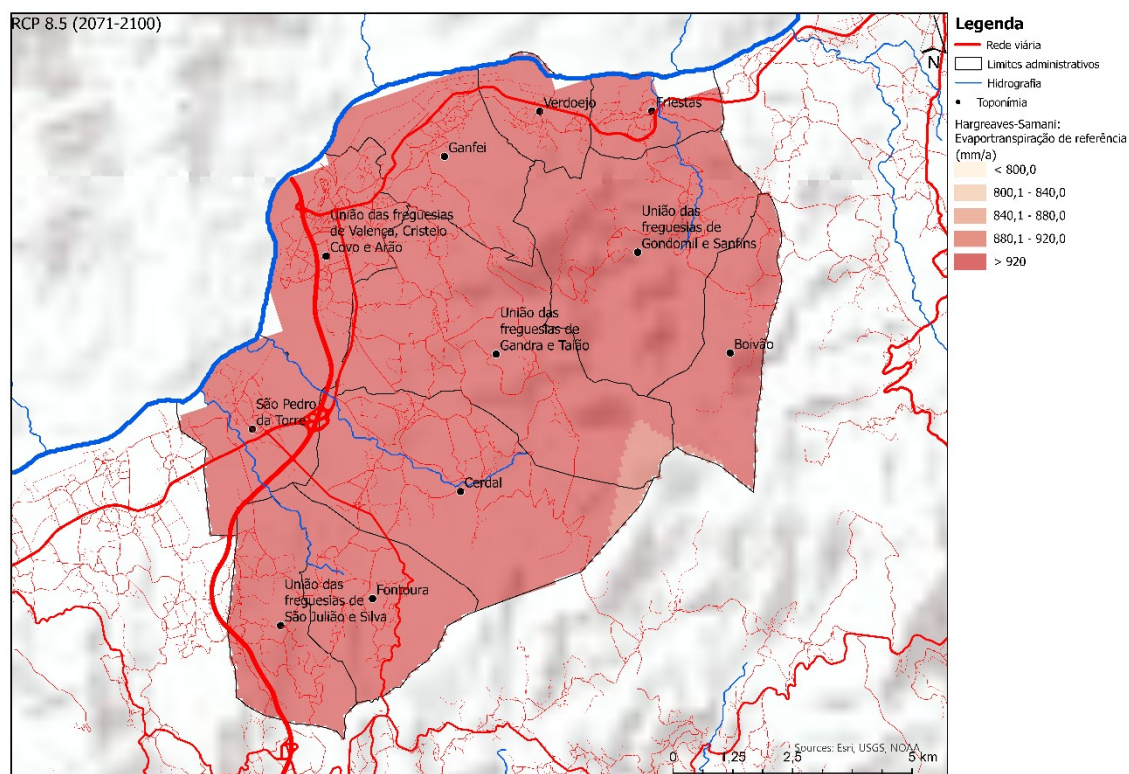


Figura 3.67 - Evapotranspiração de referência de Valença, RCP 8.5 (2071-2100).

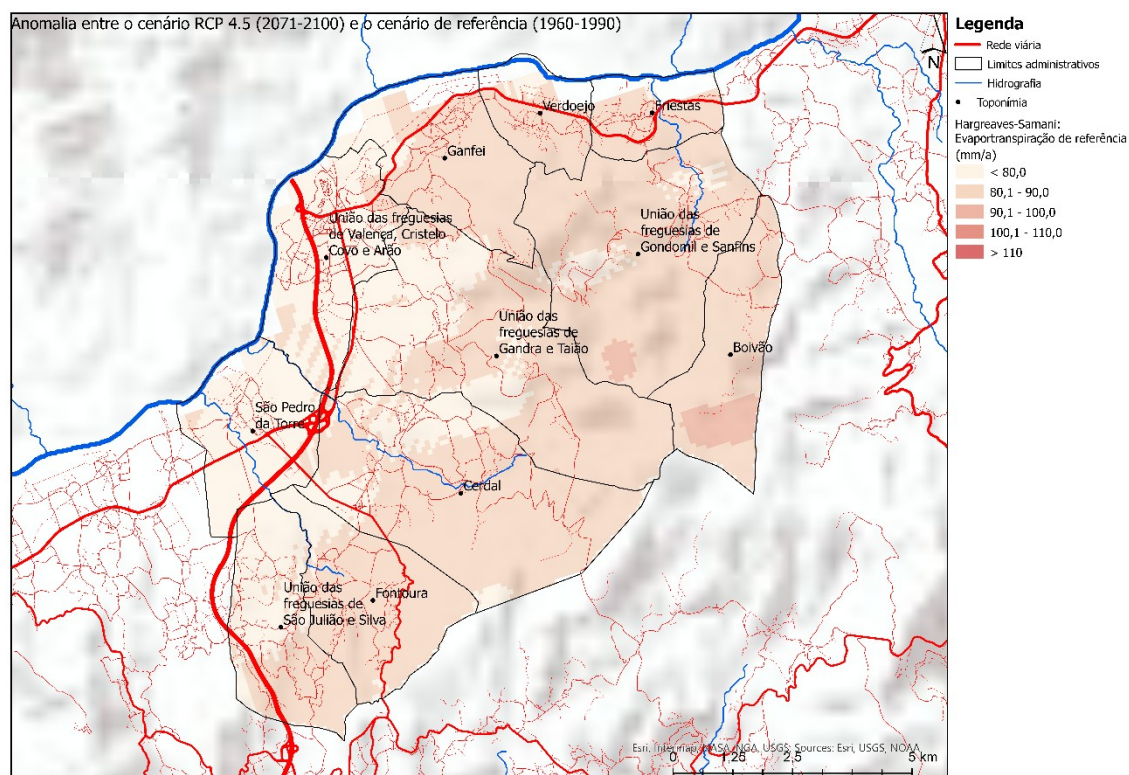


Figura 3.68 - Anomalia entre o cenário RCP 4.5 (2071 – 2100) e o cenário de referência (1960 1990).

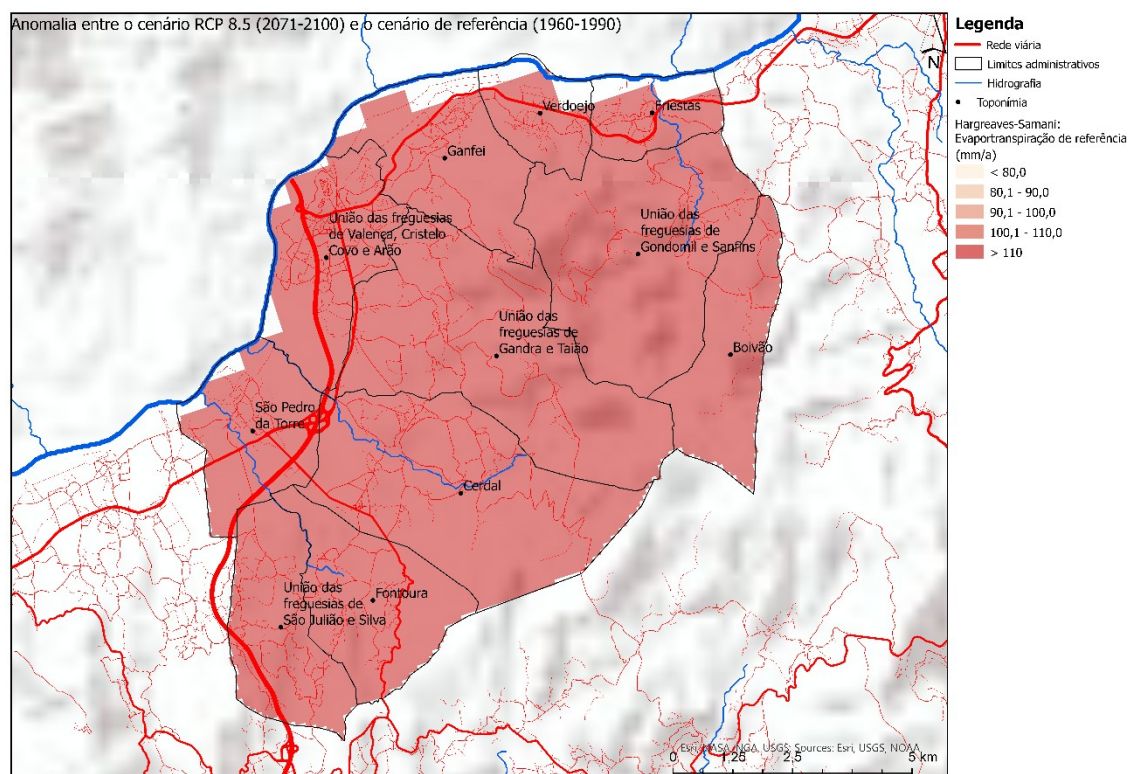


Figura 3.69 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e o cenário de referência (1960 1990).

3.3.12. Cenarização do défice hídrico

O défice hídrico provoca situações de stress hídrico e consequente perda de rendimento nas plantas. A análise das anomalias observadas no défice hídrico indica uma tendência geral de aumento, com especial destaque para os valores mínimos, que registam uma subida acentuada até ao final do século. Este aumento é particularmente significativo no cenário RCP 8,5, onde os valores máximos podem atingir 498,9 mm (Quadro 3.25, [Figura 3.70a](#) Figura 3.75).

Quadro 3.25 - Anomalias projetadas para o défice hídrico.

Período		Anomalias									
		Histórico modelado		RCP 4.5						RCP 8.5	
				2041-2070		2071-2100		2041-2070		2071-2100	
		Presente		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Anual	(mm)	209,0	271,0	320,5	389,8	336,5	405,4	351,5	419,9	428,5	498,9

Fonte: Alonso et al., 2019b.

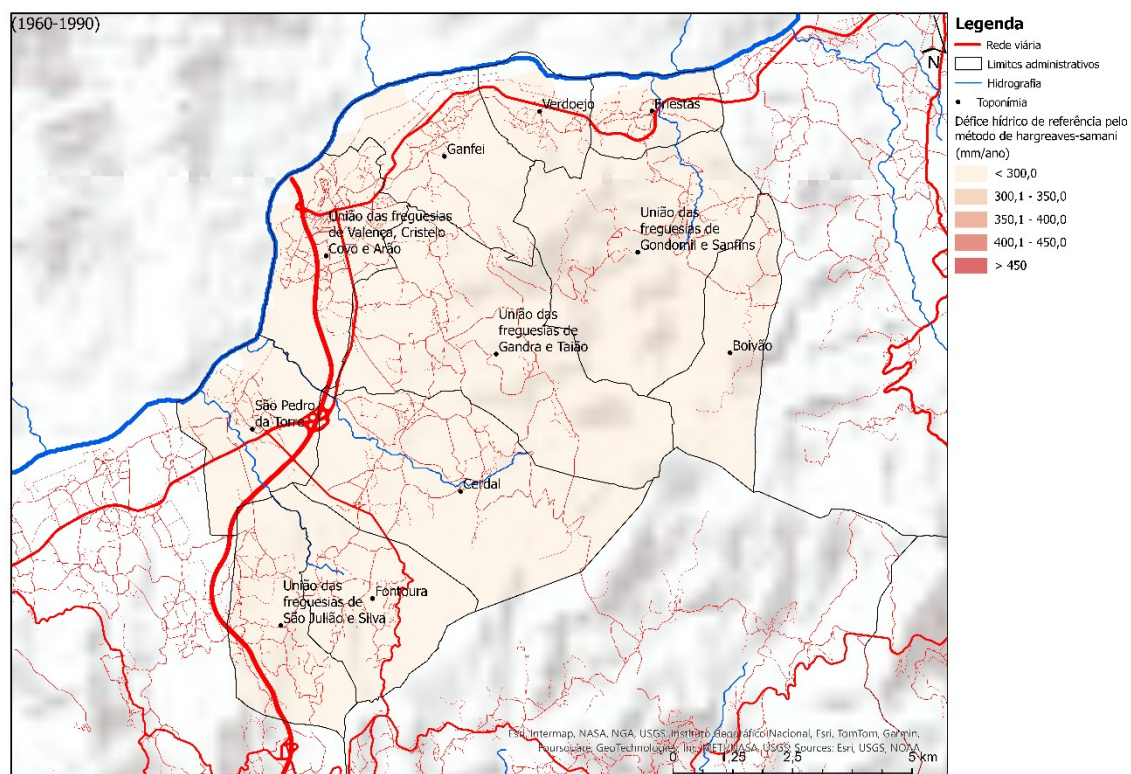


Figura 3.70 - Déficit hídrico de referência para Valença, no presente (1960- 1990).

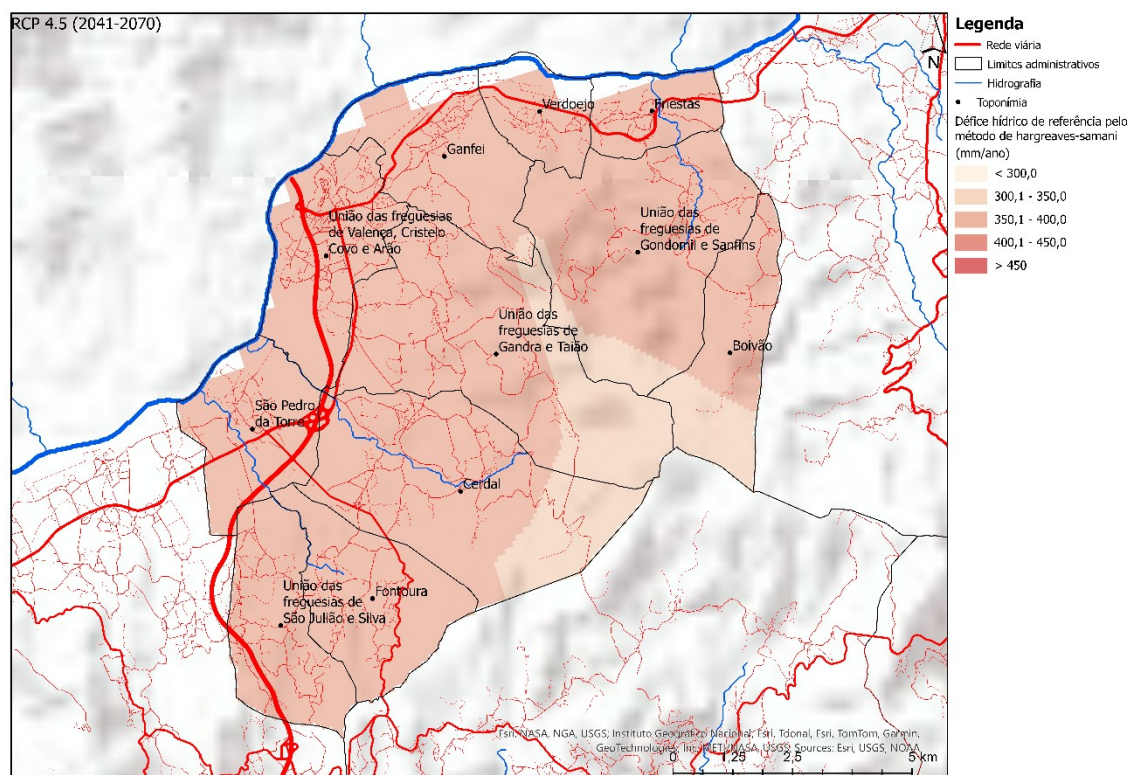


Figura 3.71 - Déficit hídrico de referência para Valença, RCP 4.5 (2041-2070).

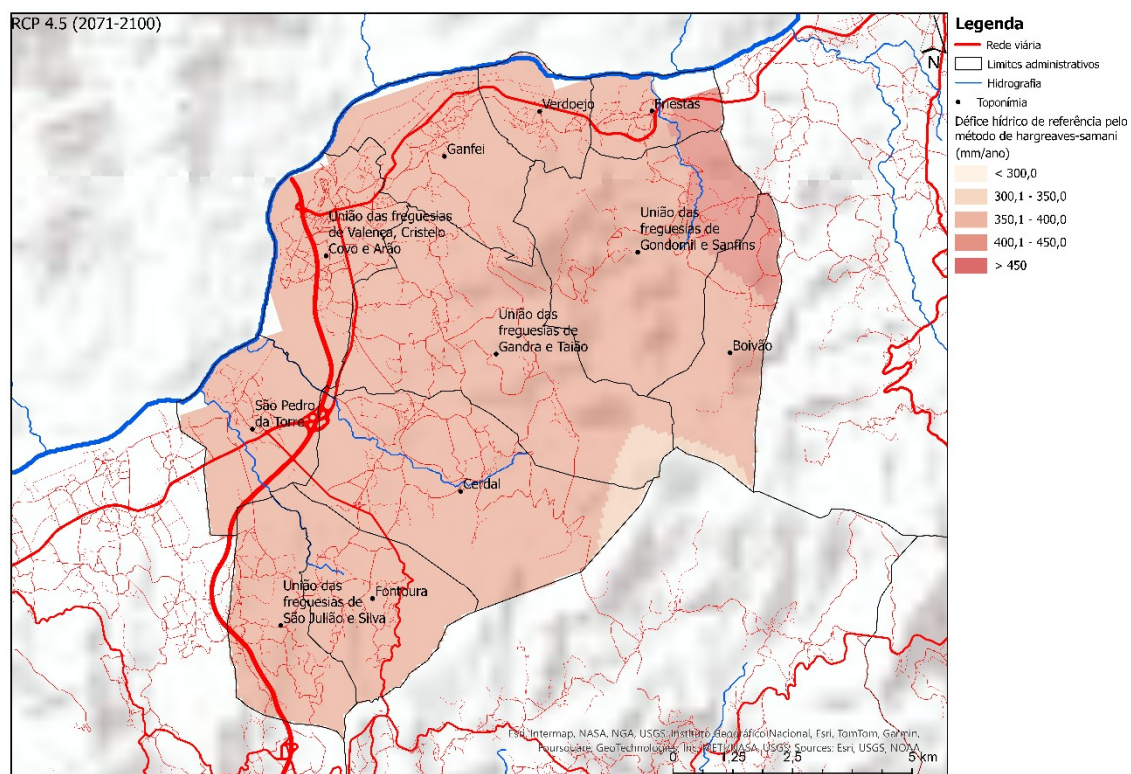


Figura 3.72 - Déficit hídrico de referência para Valença, RCP 4.5 (2071-2100).

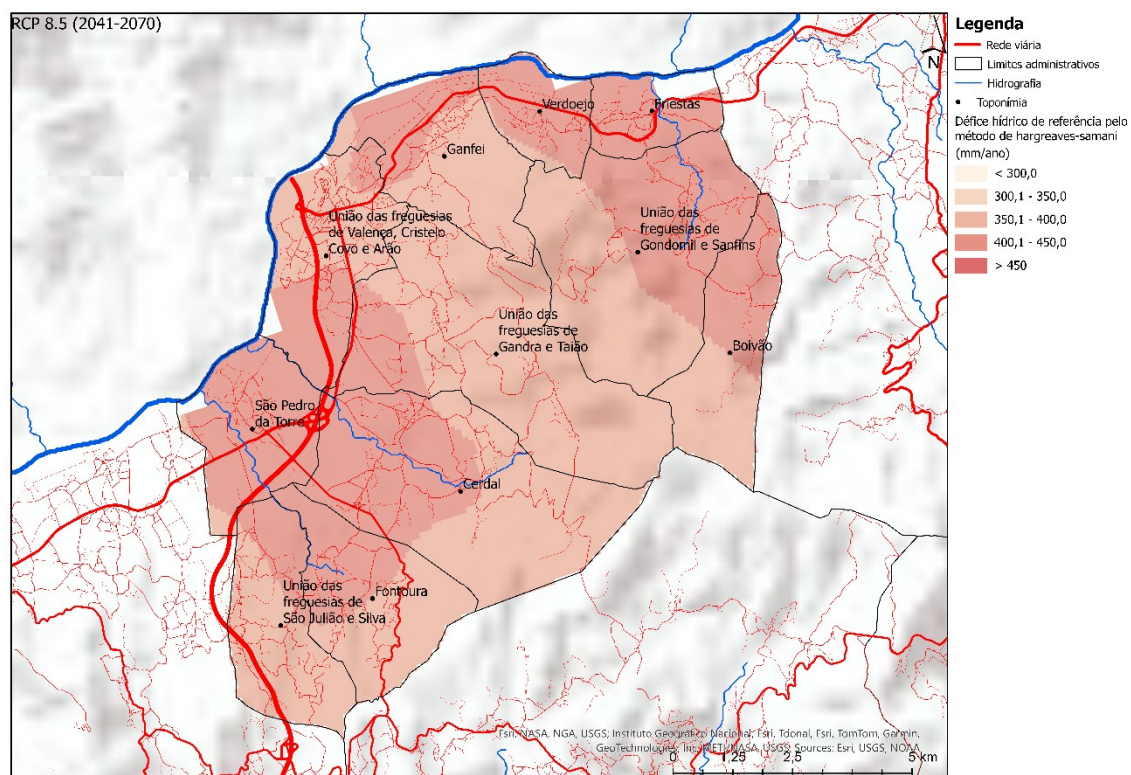


Figura 3.73 - Déficit hídrico de referência para Valença, RCP 8.5 (2041-2070).

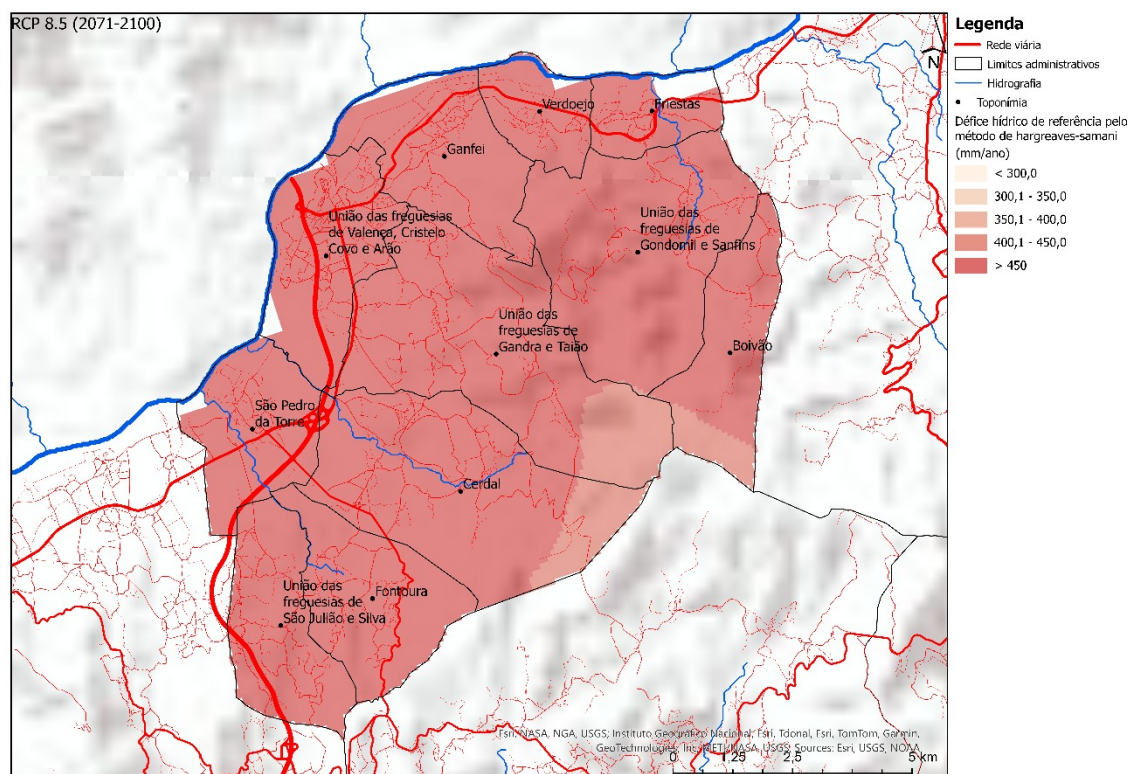


Figura 3.74 - Déficit hídrico de referência para Valença, RCP 8.5 (2071-2100).

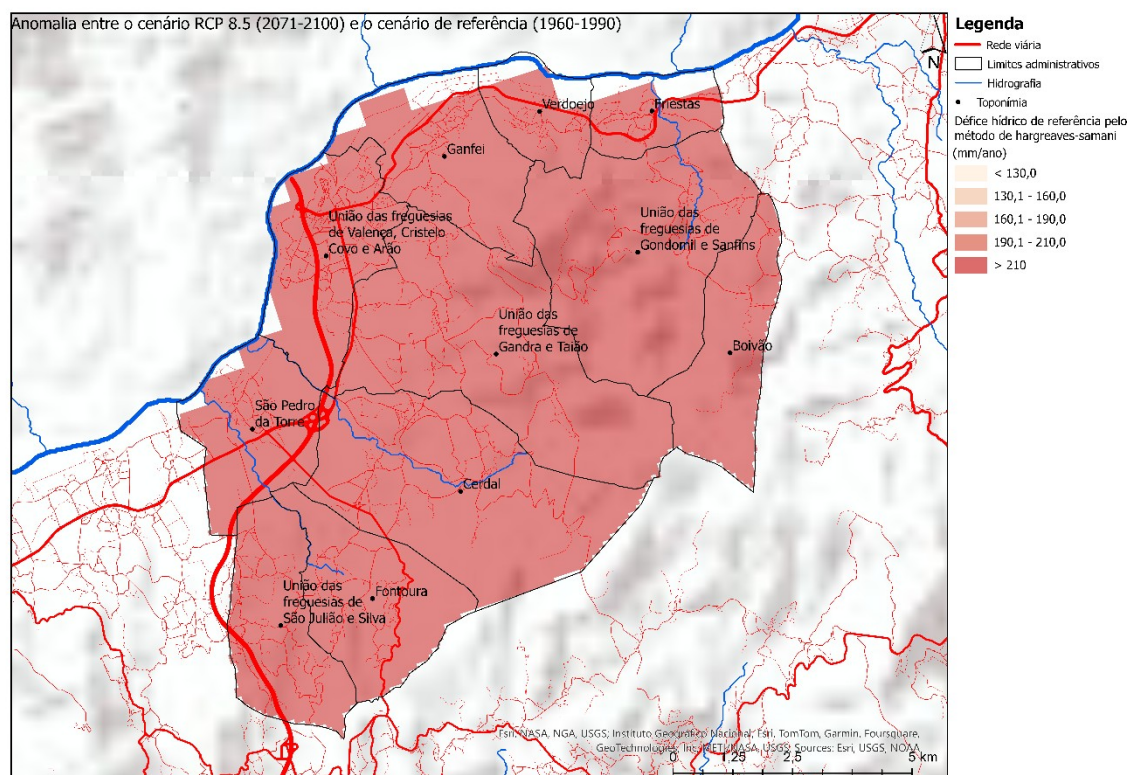


Figura 3.75 - Anomalia entre o cenário RCP 8.5 (2071 – 2100) e com cenário de referência (1960 – 1990).

3.3.13. Cenarização do Índice de Seca (SPI)

O índice SPI (Standardized Precipitation Index), foi desenvolvido por McKee et al. (1993) e baseia-se na precipitação padrão, que corresponde ao desvio de precipitação em relação à média para um período de tempo específico, dividido pelo desvio padrão do período a que diz respeito essa média. Matematicamente, o SPI corresponde à probabilidade cumulativa de um determinado acontecimento de precipitação ocorrer numa estação.

O resultado computacional da precipitação padrão é linearmente proporcional ao déficit de precipitação e permite especificar a probabilidade, a percentagem da média e o déficit de precipitação acumulada.

Baseado numa série longa de precipitação é possível constatar qual é a probabilidade de a precipitação ser inferior ou igual a uma certa quantidade: valores baixos de probabilidade indicam uma situação de seca; valores elevados de probabilidade indicam uma situação de chuva (Quadro 3.26).

Quadro 3.26 - 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.

A análise do índice de seca projeta que as diferenças entre verão e inverno serão cada vez maiores, sendo o verão extremamente seco e o inverno com períodos de chuva extrema. É ainda possível concluir que os meses de Primavera e Outono terão maior probabilidade de ocorrências de chuvas mais intensas (Quadro 3.27).

Quadro 3.27 - 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.

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

A intensidade do vento a 10 e 30m não apresenta grandes alterações, o padrão de intensidades mantém-se até sendo previsível uma ligeira diminuição mais evidenciada no cenário 8.5 entre 2071-2100 (Figura 3.76 a Figura 3.83).

As anomalias apresentadas seguem a mesma tendência de diminuição com exceção dos meses de janeiro, julho e agosto que indicam um ligeiro aumento da intensidade do vento.

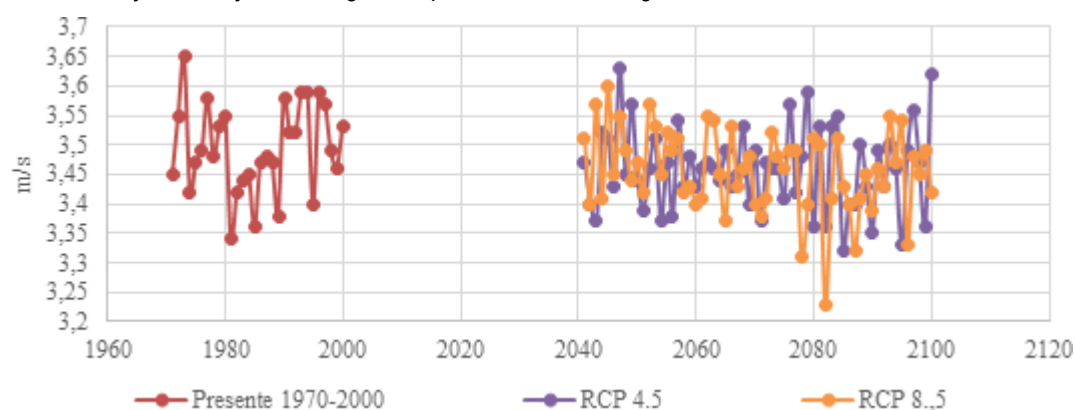


Figura 3.76 - Intensidade média anual do vento a 10 m para o Alto Minho (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).

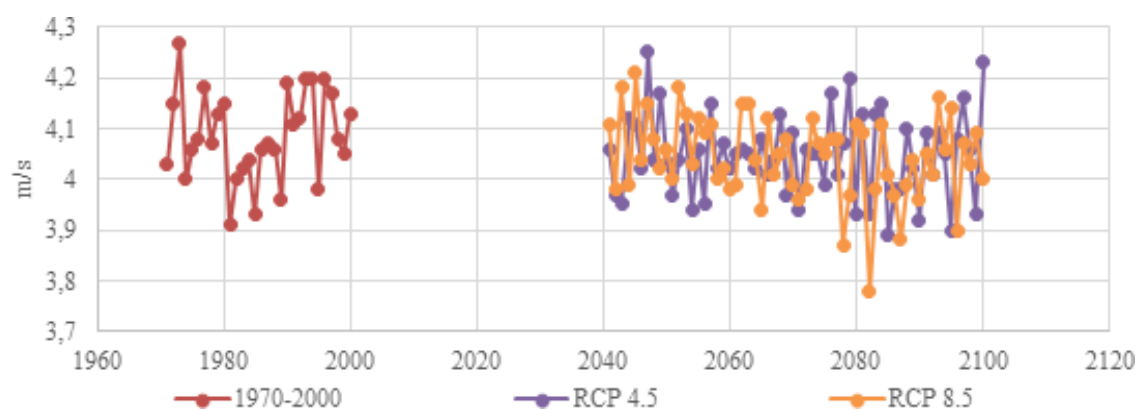


Figura 3.77 - Intensidade média anual do vento a 30 m para o Alto Minho (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).

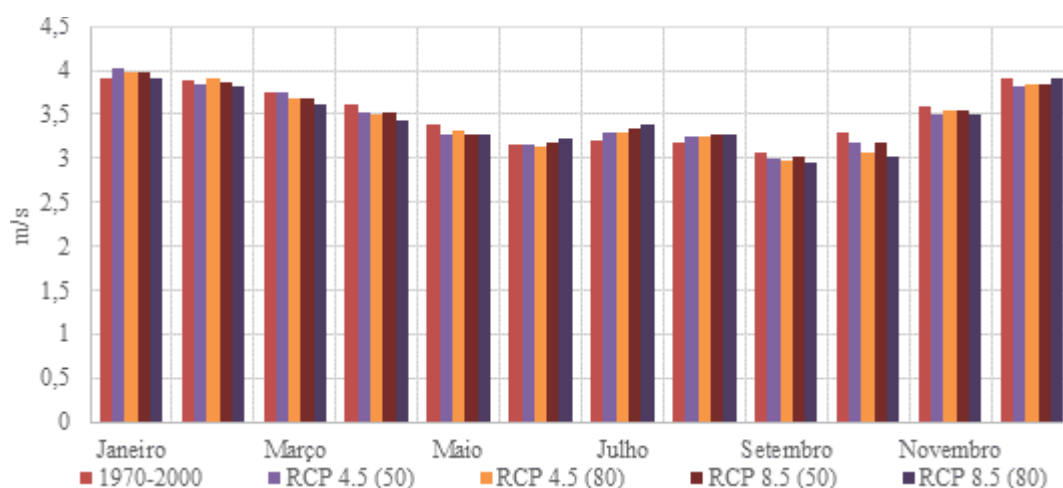


Figura 3.78 - Intensidade média mensal do vento a 10 m para o Alto Minho (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).

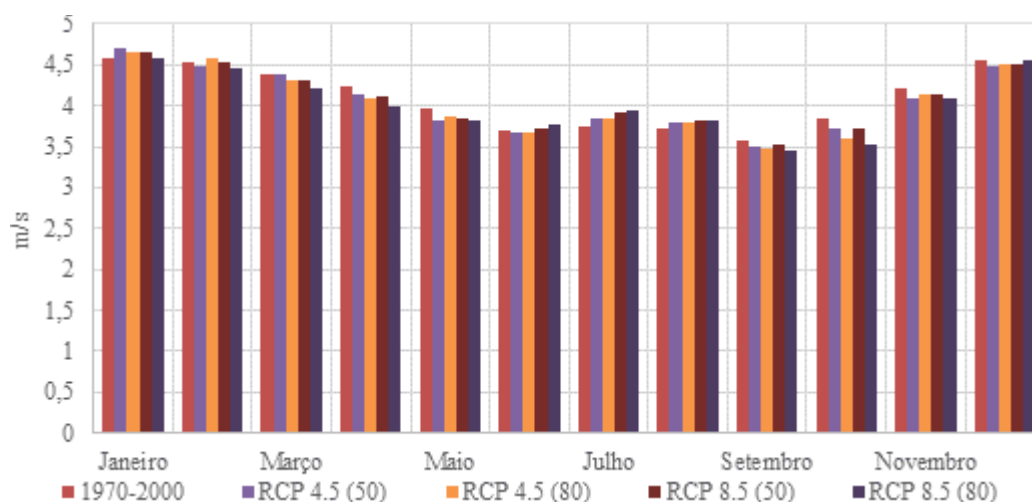


Figura 3.79 - Intensidade média mensal do vento a 10 m para o Alto Minho (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).

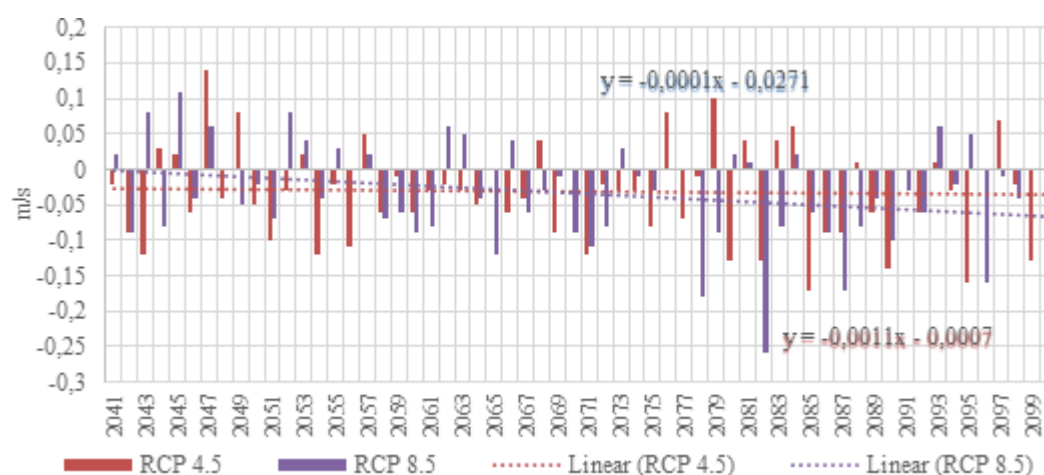


Figura 3.80 - Anomalia da intensidade média anual do vento a 10 m para o Alto Minho (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).

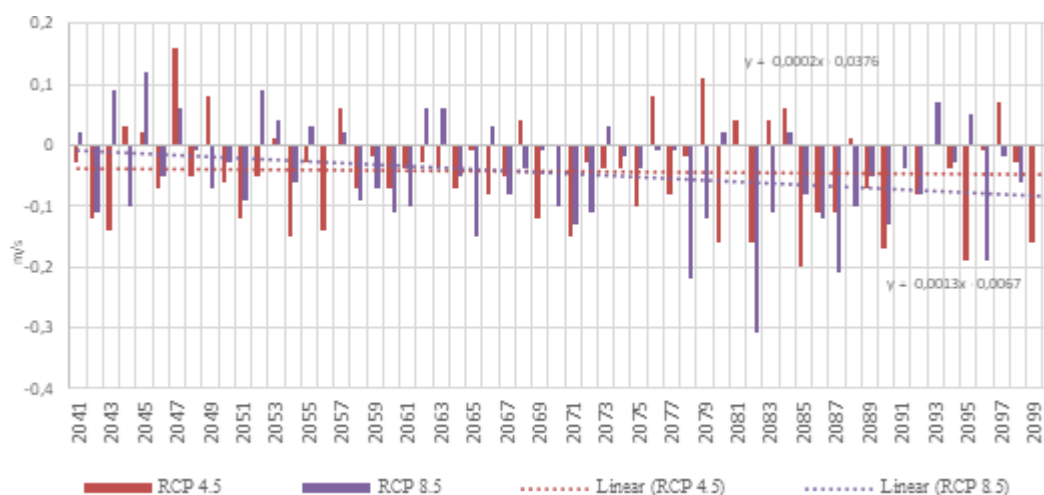


Figura 3.81 - Anomalia da intensidade média anual do vento a 30 m para o Alto Minho (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).

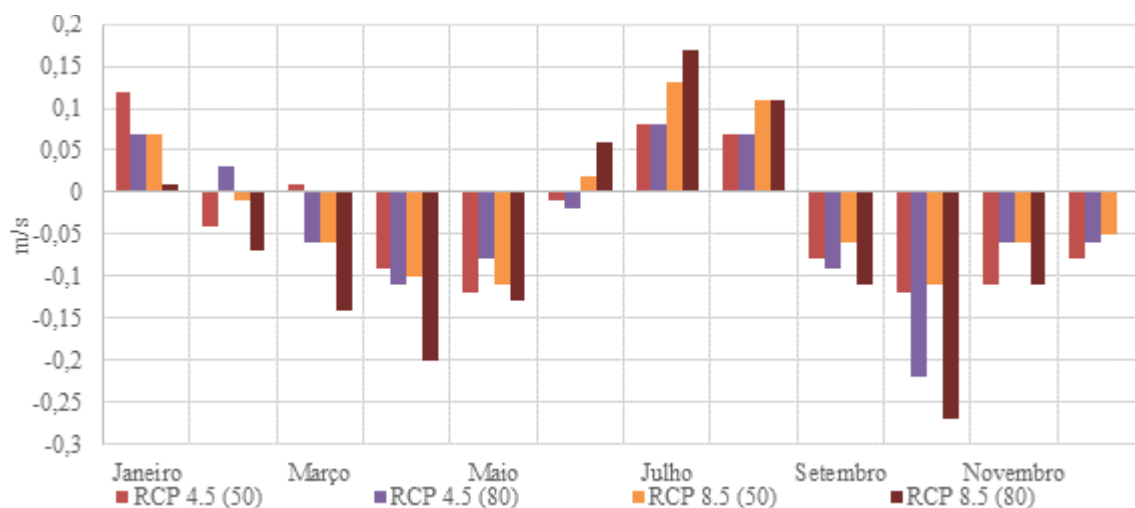


Figura 3.82 - Anomalia da intensidade média mensal do vento a 10 m para o Alto Minho (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).

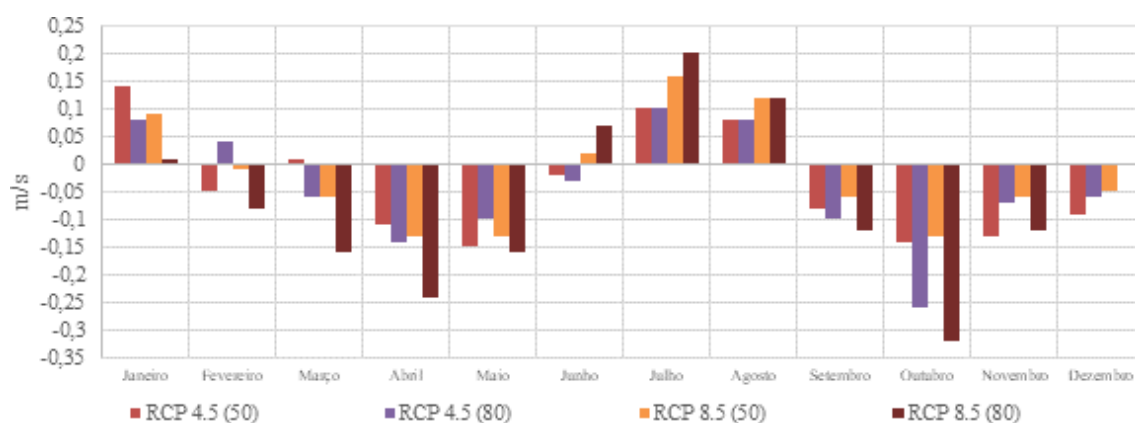


Figura 3.83 - Anomalia da intensidade média mensal do vento a 30 m para o Alto Minho (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).

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

O número de dias sem vento, mantem-se estável em comparação à normal climatológica de 1970-2000, variando entre 5 a 9 dias (Figura 3.84).

O número de dias com vento fraco apresenta tendências próximas para ambos os cenários. No cenário 4.5 a tendência apresentada é ligeiramente negativa em oposição ao cenário 8.5 que indica uma tendência de aumento do número de dias sem vento (Figura 3.85).

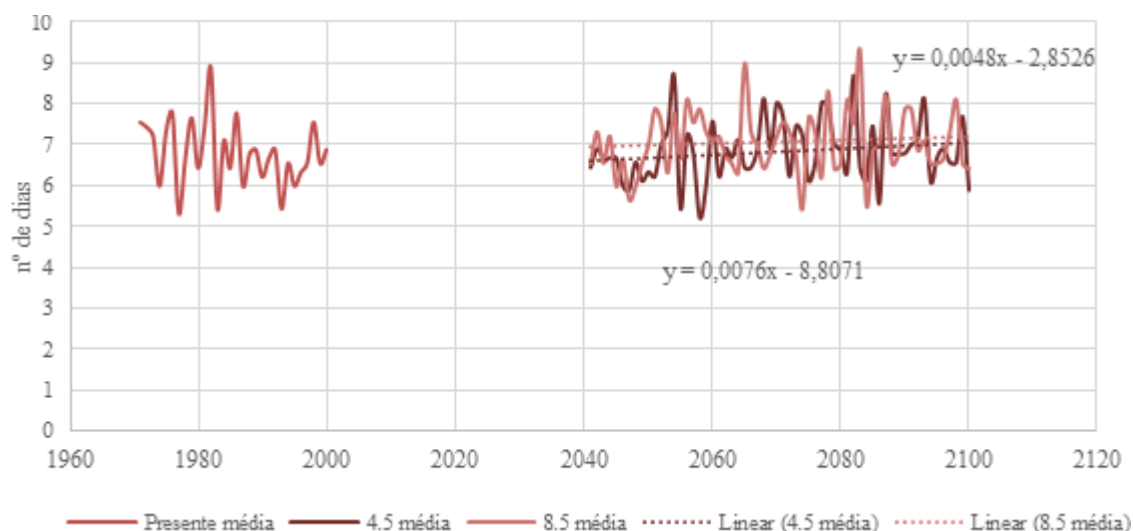


Figura 3.84 - Comparação do número de dias sem vento (< 2,0m/s) (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).

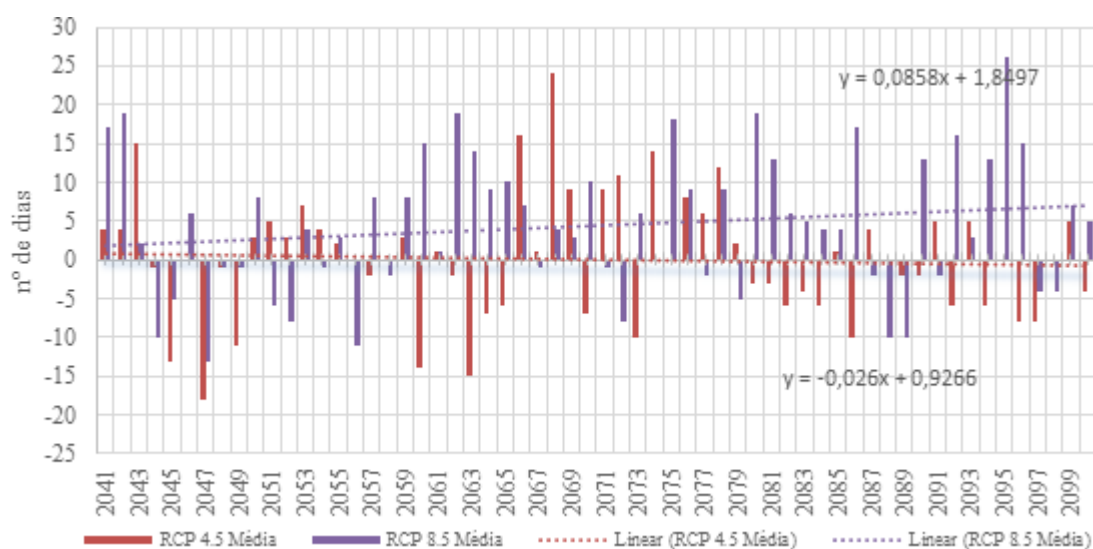


Figura 3.85 - Anomalia da comparação do número de dias com vento fraco (> 2m/s) (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).

3.3.16. Cenarização do número de dias com vento moderado

O número de dias com vento moderado ou com uma intensidade inferior a 5,5 m/s não sugere grandes alterações com uma média anual de referência de aproximadamente de 40 a 60 dias (Figura 3.86).

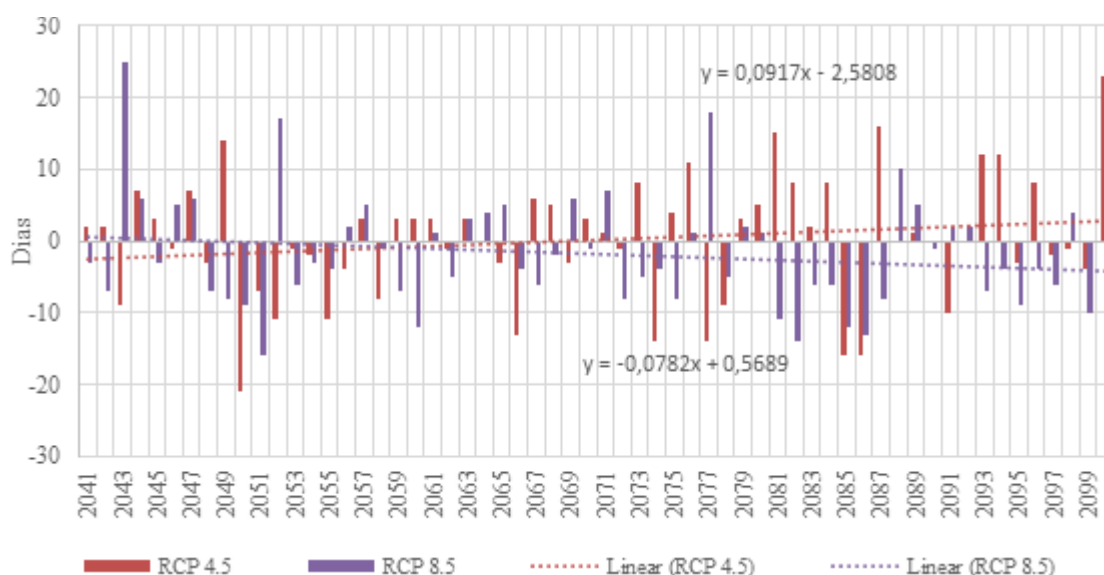


Figura 3.86 - Anomalia da Comparação do número de dias com vento moderado ($\geq 5,5\text{m/s}$) (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).

3.3.17. Cenarização do número de dias com vento forte

O número de dias com vento muito forte não sugere grandes alterações com uma média anual de referência de aproximadamente de 1 a 2 dias (Figura 3.87).

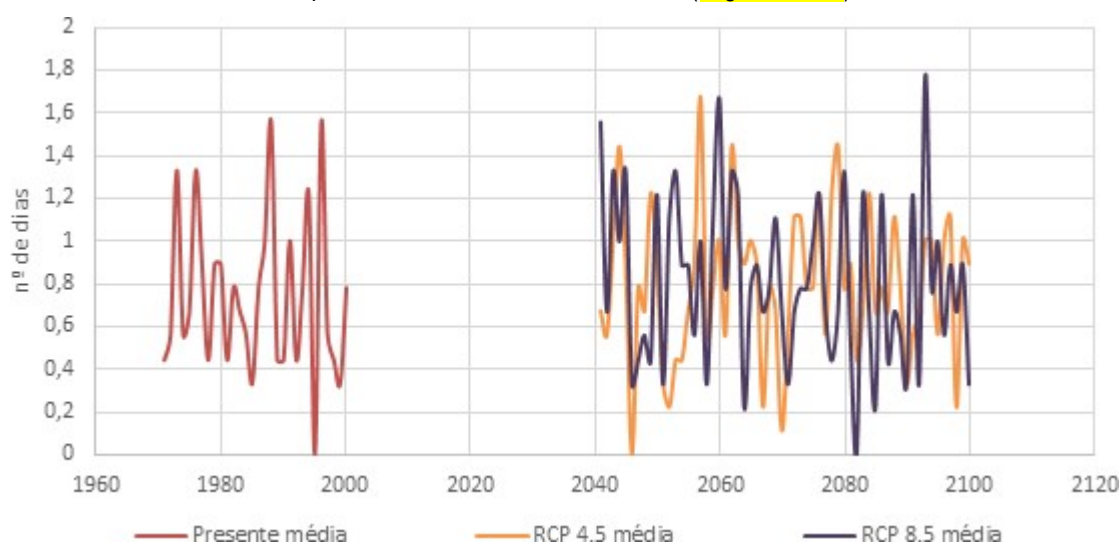


Figura 3.87 - Comparação do número de dias com vento forte $>10,8\text{m/s}$ (adaptado do Portal do Clima - IPMA, retirado de Alonso et al., 2019b).

A criação de um processo de **Zonagem climática atual e Unidades de Resposta Climática Homogêneas** 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. all (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 Unidade morfoclimáticas (obtidas através de um modelo digital do terreno com uma resolução espacial 25 m) permite a definição de Unidades de Resposta Climáticas Homogêneas de Gestão (URCHG) com uma resolução combatível 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:

1. Montanhas e áreas de elevado declive;
2. Zonas ribeirinhas;
3. Espaços urbanos (divisão em diferentes espaços urbanos);
4. Zonas florestais;
5. 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).

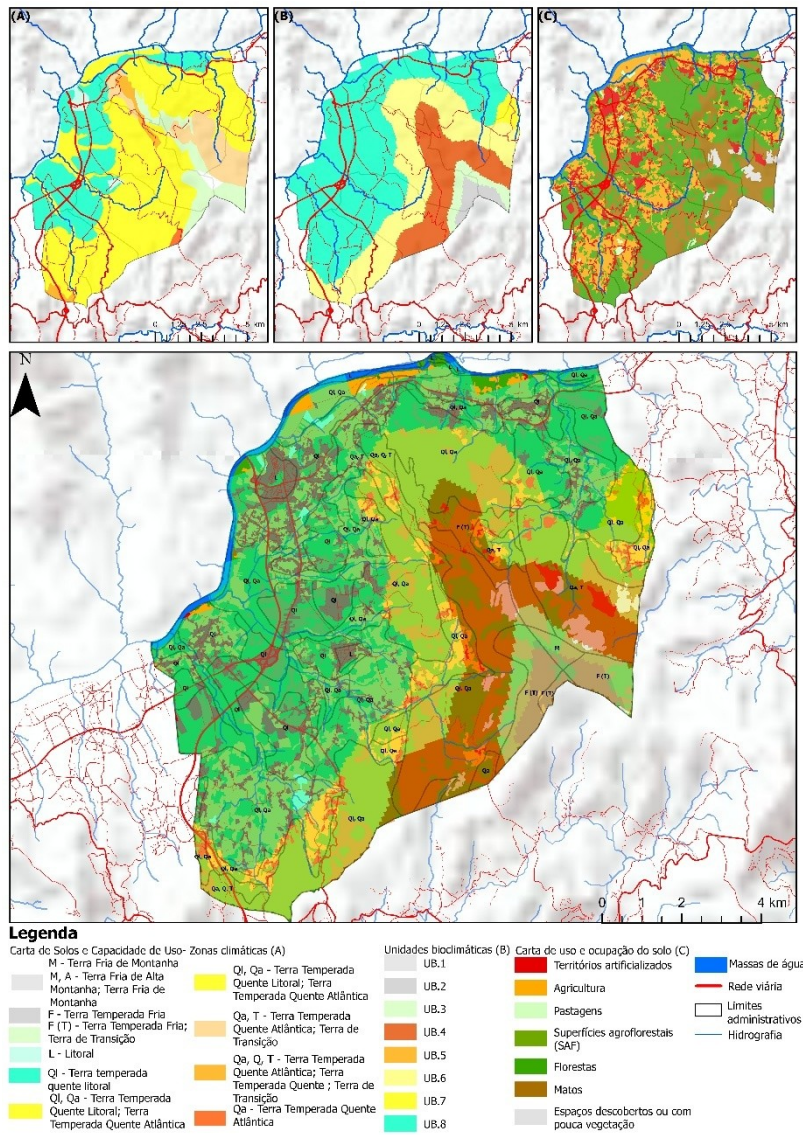


Figura 3.88 - Unidades de Resposta Climática.

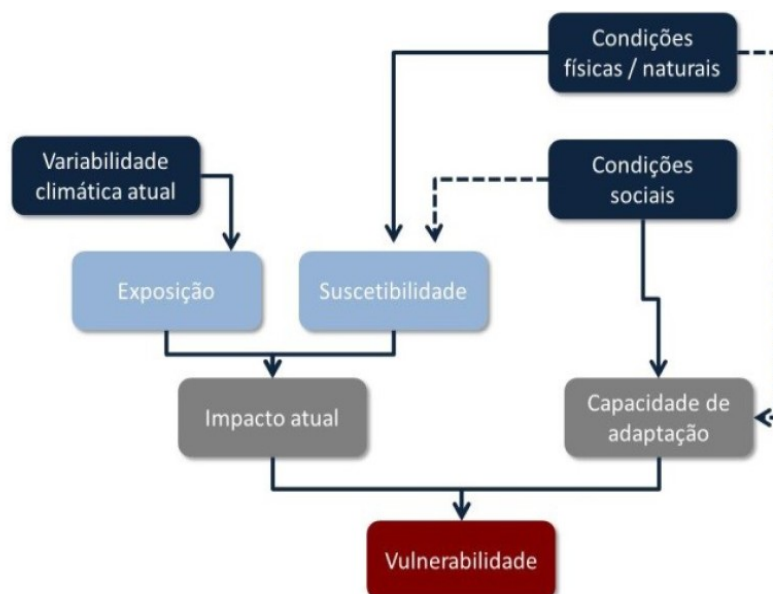


Figura 3.89 - Esquema do processo de análise de vulnerabilidades (Fritzsche et al., 2014).

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 3.28**).

Quadro 3.28 - 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.
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.

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 3.29).

Quadro 3.29 - 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 com a atmosfera	Incêndios florestais
	Relacionados com infraestruturas	Rutura de barragens

O levantamento das principais ocorrências registadas para o concelho de Valença 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 impactos, 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 impactos 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 impactos 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 impactos 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 impactos 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 impactos 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 impactos das alterações climáticas tanto em termos de impactos 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 impactos 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 impactos 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 impactos e vulnerabilidades climáticas a considerar na elaboração do PMAC-Valença (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 impactos e vulnerabilidades climáticas no âmbito do PMAC-Valença será desenvolvida segundo as seguintes componentes: impactos e vulnerabilidades climáticas atuais; impactos e vulnerabilidades climáticas futuras; e avaliação de riscos climáticos considerando as Unidades de Resposta Climática Homogêneas, 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 Valença?

De seguida enunciam-se as tarefas e respetivas atividades a desenvolver neste contexto:

Quadro 3.30 - 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.

Tarefas	Atividades
	- 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.
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?

Quadro 3.31 - 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.

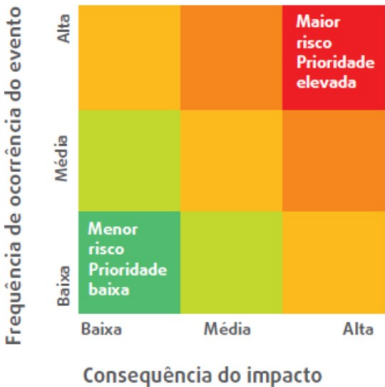
O desenvolvimento da **Avaliação de riscos climáticos** envolverá a integração de informação proveniente das fases de caracterização e diagnóstico, de caracterização e

cenarização climática e de avaliação dos impactos e vulnerabilidades atuais e futuras, procurando responder às seguintes questões:

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

No **Quadro 3.32** enunciam-se as tarefas e respetivas atividades a desenvolver neste contexto.

Quadro 3.32 - Avaliação de riscos climáticos.

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

Em concordância com o estipulado na ENAAC 2020, aquando da elaboração do PIAAC do Alto Minho, será promovida a articulação entre as partes interessadas e os seguintes sectores prioritários: i) Agricultura; ii) Biodiversidade; iii) Economia (Indústria, Turismo e Serviços); iv) Energia e segurança energética; v) Florestas; vi) Saúde humana; vii) Segurança de Pessoas e Bens; viii) e Transportes e Comunicações, tendo em vista a prossecução, quer de prioridades nas seguintes áreas temáticas de: i) Investigação; ii) Financiamento; iii) Cooperação internacional; iv) Comunicação/divulgação; v) Ordenamento do território; e, vi) Gestão dos Recursos Hídricos.

O plano de ação no domínio da adaptação às alterações climáticas será organizado em função dos seguintes setores estratégicos de intervenção, com os devidos ajustes e adequações ao âmbito, escala e especificidades do território em causa:

- **Ecossistemas e biodiversidade**

Os habitats e as espécies apresentam vulnerabilidades aos efeitos das alterações climáticas. Fatores como os eventos climáticos extremos, o aumento da variabilidade climática, as alterações no ciclo hidrológico, a elevação do nível médio do mar, podem levar à perda de biodiversidade, seja pelo desaparecimento de espécies ou pela redução da sua distribuição, sem excluir a expansão de espécies exóticas invasoras.

Os impactes das alterações climáticas nos ecossistemas e na biodiversidade tendem a ser maiores em territórios insulares, desde logo, pelo isolamento geográfico dos endemismos.

Importa, pois, desenvolver mecanismos de adaptação às alterações climáticas que permitam preservar a biodiversidade, como sejam projetos de conservação e instrumentos de valorização económica dos serviços prestados pelos ecossistemas. De salientar também que o desaparecimento ou a degradação dos ecossistemas reduz a respetiva capacidade de captura e armazenamento de carbono. Se o sistema climático atingir

limiares de irreversibilidade e as respectivas alterações climáticas se constituírem imprevisíveis, podem conduzir a potenciais situações de incapacidade de respostas por parte dos ecossistemas, por perda resiliência, o que terá, também, consequências ao nível da transformação desses reservatórios/transformadores de fontes de carbono.

É igualmente relevante destacar a importância da manutenção da biodiversidade bem como da diversidade genética e específica dos ecossistemas que, ao garantir a existência de uma variedade de espécies suficiente para sustentar os processos ecológicos em caso de perturbações imprevistas, potencia o aumento da sua resiliência. Esta ressalva é particularmente pertinente no que respeita à manutenção dos vários serviços que os ecossistemas asseguram, nomeadamente no que se refere aos ecossistemas que fazem a interligação dos meios terrestre e aquático e como os respetivos ecossistemas mantêm a sua diversidade e interligação e a intrínseca resposta perante os fenómenos associados às alterações climáticas.

Assim, a promoção e a manutenção de ecossistemas saudáveis e resilientes, capazes de resistir e recuperar mais facilmente de situações meteorológicas extremas, bem como oferecer uma vasta gama de benefícios dos quais as populações dependem, apresentam uma maior capacidade por um lado para adaptarem às alterações climáticas e, por outro, para atenuarem os seus efeitos e, desta forma constituem-se elementos capazes para limitarem o aquecimento global.

Indissociável é, também, um elemento basilar como a paisagem, que colateralmente, sofrerá impactes com as alterações biofísicas que poderão resultar das alterações climáticas sobre a biodiversidade e ecossistemas (em paralelo com as alterações noutros sistemas mais humanizados, como a agricultura ou pecuária, entre outros).

- **Recursos hídricos**

A água é um recurso essencial, quer como base da atividade biológica, imprescindível à vida e fundamental para o desenvolvimento e equilíbrio dos ecossistemas, quer como elemento crítico para o desenvolvimento socioeconómico e a qualidade de vida das populações.

As alterações climáticas podem ter impacte no regime hidrológico, afetando de forma significativa a sua quantidade e regularidade, mas também a qualidade dos recursos hídricos.

Efetivamente, os eventos de precipitação extrema, o aumento da variabilidade climática, o aumento da temperatura, tendem a impactar com os recursos hídricos, afetando em qualidade e quantidade as massas de água, subterrâneas e de superfície.

Os recursos hídricos, enquanto bem natural de importância estratégica, necessitam de uma gestão sustentável e políticas de adaptação às alterações climáticas que assegurem a sua preservação qualitativa e quantitativa.

- **Agricultura**

A adaptação às alterações climáticas é essencial para o futuro de setores com a agricultura dependente do uso do solo, de recursos naturais e de fatores meteorológicos.

Alterações na temperatura e na precipitação, bem como as condições meteorológicas e climáticas extremas influenciam o rendimento das culturas e a produtividade pecuária, podendo levar a perdas económicas e ao abandono da atividade, com impactes sociais e no território, bem como afetar a produção e a segurança alimentar, assim como o preço e qualidade dos produtos.

- **Turismo**

O clima é uma componente importante na afirmação e na definição da atratividade de um destino turístico, com os aspetos meteorológicos e climáticos a determinarem, muitas vezes, a escolha do local ou do momento para a realização de uma atividade turística.

Os potenciais impactes das alterações climáticas nas infraestruturas e na operação de transportes pode também afetar o turismo.

Neste contexto, as alterações climáticas podem impactar na procura turística, seja positivamente (e.g., aumento da temperatura do ar), seja negativamente (e.g., eventos climáticos extremos, perda de biodiversidade, cancelamento de transporte, doenças transmitidas por vetores).

O setor do turismo está dependente da adoção de medidas de adaptação em diversos setores, como de respostas adaptativas específicas, incluindo ao nível da promoção do destino.

- **Ordenamento do território**

O ordenamento do território estabelece o modelo de organização espacial, tendo por base sistemas territoriais, designadamente o sistema natural, o sistema urbano, o sistema social, o sistema económico e o sistema de conectividade.

O território enfrenta impactes significativos das alterações climáticas, reclamando um uso e ocupação do solo em termos que assegurem a resiliência face aos impactes e vulnerabilidades climáticas.

A resposta ao nível da adaptação às alterações climáticas exige um adequado planeamento e ordenamento do território, até porque os possíveis impactes dessas mudanças tendem a ocorrer em diferentes escalas, de acordo com as características específicas de cada parte do território, sendo necessário conhecer e mapear as vulnerabilidades para identificar e implementar medidas eficazes de adaptação.

Adicionalmente, o próprio solo é também um elemento importante do sistema climático, sendo o segundo maior “armazém ou sumidouro” de carbono, a seguir aos oceanos. Com as alterações ao nível do uso e ocupação do solo devido ao tipo de ocupação, mas também à redução da produtividade e do rendimento agrícola e pecuário, associado a temperaturas mais elevadas também pode aumentar a decomposição da matéria orgânica do solo, o que não só tem efeitos ao nível de algumas das suas características, como a produtividade, como também uma decomposição mais rápida da matéria orgânica resulta na produção de mais dióxido de carbono.

Este é efetivamente um setor transversal que irá receber inputs e resultar em inputs de e para outros setores. Importa, pois, incrementar capacidade de resiliência do território, preparando-o para os impactes e vulnerabilidades climáticas, atuais e futuras, e limitando a magnitude e gravidade destas, sobretudo em áreas sensíveis ou de maior risco.

4. SÍNTESE DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS PROJETADAS ATÉ AO FINAL DO SÉCULO.

As alterações climáticas são manifestações presentes 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 no Alto Minho sendo esperado que no futuro o território seja, mais quente (com subida da temperatura média até ao final do século entre 2°C e 4.0°C) seja mais provável 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 (Quadro 3.33).

Quadro 3.33 - Síntese de principais tendências e projeções climáticas para o Alto Minho 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 entre 2°C (RCP 4.5) e 4°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. 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 do vento nas zonas mais altas e expostas e aumentando progressivamente nas zonas interiores de montanha. Diminuição e aumento significativo da amplitude da velocidade do vento a 10 m e 30 m.	Para a intensidade do vento a 10 e 30 m não são esperadas 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.

O estudo de projeções climáticas, permite antecipar impactes 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 na região.

De forma geral, é previsível que Valença apresente um maior risco de incêndio florestal, deslizamento de vertentes, galgamentos costeiros, cheias fluviais e maior desconforto associado a ondas de calor. Estes impactes 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 impactes indiretos que diminuem a produtividade do território como o aumento do êxodo rural e consequentemente aumento das paisagens desumanizadas. Os principais impactes e consequências perspetivados para o Alto Minho, com base nos dados apresentados, na metodologia descrita e consulta bibliografia (Quadro 3.34)

Quadro 3.34 - 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 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 Condicionalismo do tráfego	Alteração nos estilos de vida; Danos para a vegetação e alterações na biodiversidade; Destruição de margens ribeirinhas;

	Deslizamento de vertentes sistemas de Saneamento	Degradação dos 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 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; Condiçõamentos de tráfego/encerramento de vias; Perda de bens e danos materiais; Maior risco associado ao uso de espaços públicos.

FASE II – OS IMPACTES, OS RISCOS PRIORITÁRIOS E AS VULNERABILIDADES ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS [CONSEQUÊNCIAS DA MUDANÇA]

Fase II – Identificação de Impactes

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, conseqüentemente, para a diminuição da capacidade de o solo manter matéria orgânica e servir de habitat (JRC, 2009; EEA, 2008).

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 no rio Minho) (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);

4.2.2. 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 mediterrânico. 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; Felicíssimo, 2011);

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

4.2.3. 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 às 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 fenômenos extremos como: furacões, incêndios, impactos não significativos nas centrais termoeletricas, 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).

4.2.4. Potenciais impactos 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 impactos 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 (Higieno-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).

4.2.5. 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; Kesitalo, 2010; Botzen et al.,2018);

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

4.2.6. 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 impactos 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, interrupção no fornecimento de produtos e matérias-primas) na relação com os prêmios e indenizações 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).

4.2.7. Potenciais impactos 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 Alto Minho, 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 impactos 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 impacto 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; Creutzinger 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).

4.2.8. 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 espacialização dos impactes ao longo do território permite uma melhor perceção da influência das alterações climáticas no Alto Minho ().

Os espaços de altitude e montanha 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 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.

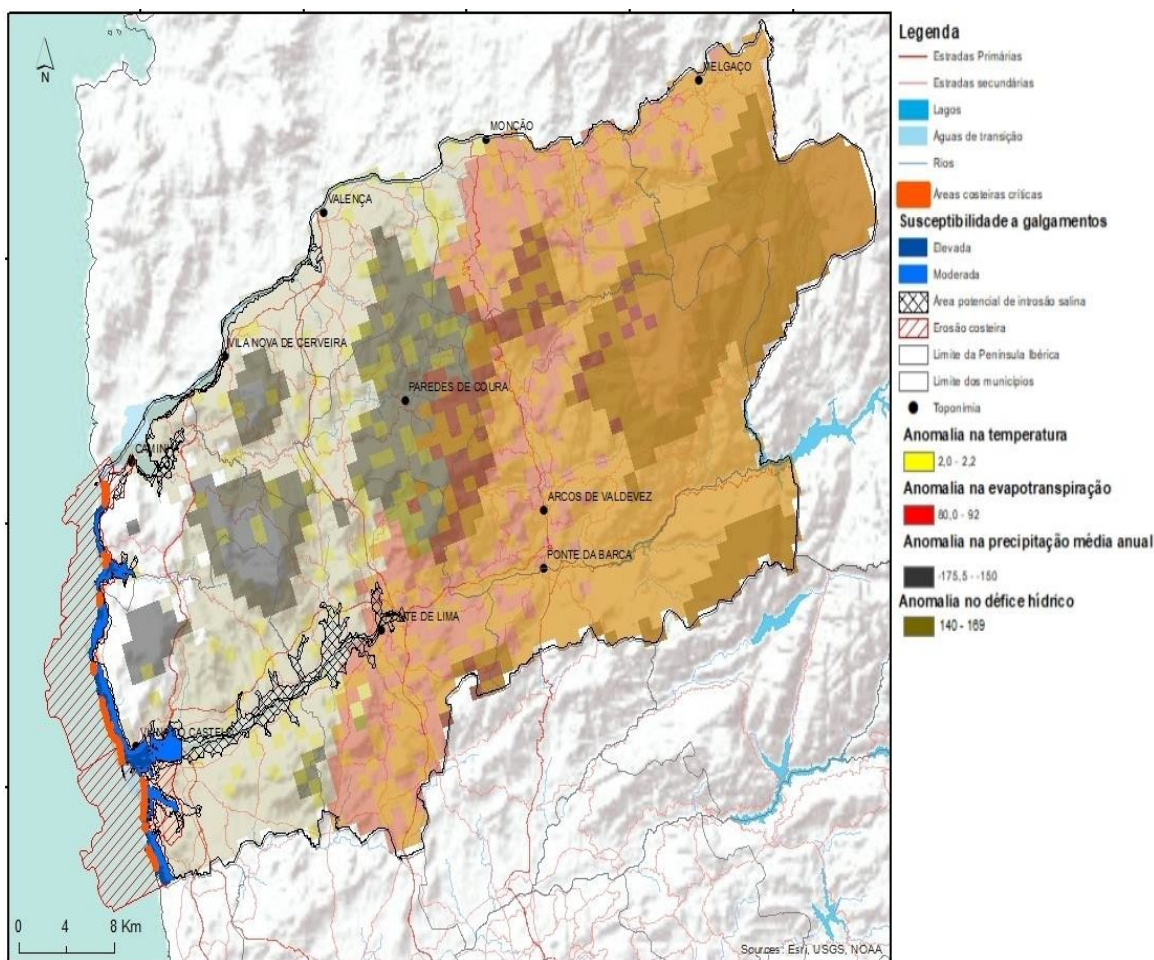


Figura 4.66 Síntese de anomalias médias anuais esperadas para o Alto Minho (até final do século), bem como principais impactes na orla costeira e zonas de risco de intrusão salina.

Fase II – Avaliação de Impactes

4.3.1. 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 (Figura 4.67).

A organização da mesma é realizada de acordo com a metodologia em que o valor 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).

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) 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		

Figura 4.67 Matriz de risco síntese das vulnerabilidades presentes no Alto Minho.