



CÂMARA MUNICIPAL
DE
COIMBRA

PROGRAMA MUNICIPAL PARA AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

APROVADO PELA CÂMARA MUNICIPAL DE COIMBRA EM
16 DE AGOSTO DE 2021

APROVADO PELA ASSEMBLEIA MUNICIPAL DE COIMBRA EM
07 DE SETEMBRO DE 2021

Índice

Lista de Quadros.....	5
Lista de Figuras	7
Lista de Siglas e Acrónimos	12
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	13
1.1. Contextualização.....	13
1.2. Política internacional e nacional	16
Mundial	16
Europa	17
Portugal	20
Município de Coimbra	22
1.3. A decisão da Câmara Municipal de Coimbra.....	22
CAPÍTULO 2 METODOLOGIA E ESTRUTURA	24
CAPÍTULO 3 ENQUADRAMENTO E CARATERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE COIMBRA	31
3.1. Enquadramento geográfico.....	31
3.2. Território e paisagem.....	33
CAPÍTULO 4 CENARIZAÇÃO CLIMÁTICA	50
4.1. Introdução.....	50
No Mundo.....	52
Na Europa	53
Em Portugal	53
4.2. Metodologia.....	55
4.3. Análise das tendências climáticas para Coimbra e para a Região de Coimbra	57
4.3.1. Clima atual - Período 1971-2000	57
4.3.2. Clima simulado para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100	59
4.3.2.1. Cenarização da precipitação para Coimbra e para Região de Coimbra.	59
4.3.2.2. Cenarização da temperatura	64
4.3.2.3. Cenarização para os indicadores de extremos da temperatura	70
4.3.2.4. Cenarização do Vento	74
4.3.2.5. Cenarização do índice de seca	75
4.3.2.6. Cenarização do índice de risco de incêndio na Região de Coimbra	76
4.4. Cartografia climática com cenarização da precipitação e da temperatura para Coimbra.....	80
4.5. Conclusões	86
CAPÍTULO 5 IMPACTOS E VULNERABILIDADES DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS	89

5.1. Introdução	89
5.2. Metodologia.....	90
Matriz de Risco da ANPC & OHS	91
Matriz Oregon Emergency Management – OEM	92
Risco Climático	93
Impactos	94
Capacidade de resposta instalada	94
5.3. Avaliação dos riscos naturais que tem afetado o território do Município de Coimbra .	95
5.3.1. Fenómenos hidro-meteorológicos	95
5.3.1.1. Cheias e inundações	97
5.3.1.2. Deslizamento de vertentes	101
5.3.2. Tempestades e ventos fortes	102
5.3.3. Incêndios florestais	105
5.3.4. Temperaturas extremas	111
5.3.4.1. Ondas de calor	113
5.3.4.2. Ondas de frio	115
5.3.5. Secas	116
5.3.7. Nevoeiro, Granizo e Geadas	118
5.4. Avaliação do grau de risco do território do concelho de Coimbra.....	120
5.5. Risco Climático Presente e Futuro	121
5.6. Impactos associados aos eventos meteorológicos extremos.....	124
5.6.1. Impactos atuais	124
5.6.2. Impactos futuros	125
5.6.2.1. Impactos negativos (ameaças)	125
5.6.2.2. Impactos positivos (oportunidades)	126
5.7. Capacidade de resposta instalada	127
5.8. Conclusão	133
CAPÍTULO 6 ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO	135
6.1. Introdução	135
6.2. Metodologia.....	136
A - Tipo de ação/opção	137
B- Âmbito	137
6.3. Identificação e classificação das opções de adaptação	138
CAPÍTULO 7 PROGRAMA DE AÇÃO	155
7.1. Implementação e monitorização	155
7.2. Identificação dos principais instrumentos de financiamento	166
7.3. Comissão de Acompanhamento	167

7.4. Comunicação e divulgação.....	168
CAPÍTULO 8 CONCLUSÃO.....	170
GLOSSÁRIO	177
BIBLIOGRAFIA	185

Lista de Quadros

Quadro 2.1 – Síntese dos capítulos do PMAC.....	29
Quadro 4.1 – Classificação do índice SPI para períodos secos e períodos chuvosos, com correspondente probabilidade de ocorrência. Fonte: IPMA (acesso em 12/05/2020, http://www.ipma.pt/pt/oclima/observatorio.secas/spi/monitorizacao/servico.situacaoatual/).....	55
Quadro 4.2 – Caracterização do vento em Coimbra (IGUC) de acordo com a normal climatológica de 1971-2000. Velocidade média mensal, direção dominante e horas de vento.....	58
Quadro 4.3 – Síntese das anomalias de precipitação para a Região de Coimbra, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5, das projeções simuladas para três períodos: 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2010.....	60
Quadro 4.4 – Projeção das anomalias dos indicadores extremos de precipitação, para a Região de Coimbra, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5.....	62
Quadro 4.5 – Projeção dos valores médios das anomalias das médias das temperaturas máximas, médias e mínimas, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5, para a Região de Coimbra.....	65
Quadro 4.6 – Projeção dos valores médios das anomalias da temperatura para os indicadores extremos, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5, até ao final do séc. XXI.....	73
Quadro 4.7 – Projeção das anomalias estacionárias do Índice de Seca (SPI), para a Região de Coimbra, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5.....	75
Quadro 4.8 – Projeção das anomalias do Índice do Risco de Incêndio, para a Região de Coimbra, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5, até ao final do séc. XXI.....	76
Quadro 4.9 – Resumo das principais alterações climáticas projetadas para Coimbra até ao final do séc. XXI (adaptado de Climate Change Adaptation Strategy District of North Vancouver).....	87
Quadro 5.1 – Matriz de risco da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC).....	90
Quadro 5.2 – Matriz Ocupacional Health Safety (OHS).....	91
Quadro 5.3 - Matriz Oregon Emergency Management (OEM).....	92
Quadro 5.4 – Freguesias com maior número de ocorrências em resultado de eventos hidrometeorológicos, cheias e deslizamento de vertentes, no período de 1961 a 2010 (a partir da Base de Dados DISASTER, Tavares et al. 2013).....	94
Quadro 5.5 – As grandes cheias do rio Mondego de 1986 a 2019 (Pardal et al. 2018, 2019).....	96
Quadro 5.6 - Eventos de meteorologia adversa que atingiram o território de Coimbra, de 2008 a 2019.....	102
Quadro 5.7 – Número total de Incêndios rurais e média anual, por tipologia, ocorridos no território do concelho de Coimbra, no período de 2001 a 2019.....	105
Quadro 5.8 – Número total de Incêndios rurais e média anual, por tipologia, ocorridos no território do concelho de Coimbra, no período de 2001 a 2019.....	106
Quadro 5.9 – Área ardida em hectares (ha), entre 2001 e 2019.....	106
Quadro 5.10 – Temperatura equivalente do UTCI classificada em termos de stress térmico.....	111
Quadro 5.11 - Ondas de calor registadas em Coimbra, sua duração, média da variação e valor máximo do desvio relativamente à normal climatológica de referência (extraído de Mateus, 2014).....	113
Quadro 5.12 - Ondas de frio registadas em Coimbra, sua duração, média da variação e valor máximo dos desvios de temperatura mínima diária relativamente à normal climatológica de referência (extraído de Mateus, 2014).....	115
Quadro 5.13 – Matriz de avaliação de risco para o concelho de Coimbra (ANPC&OHS e OEM).....	119
Quadro 5.14 – Avaliação do risco climático de Coimbra em função dos eventos meteorológicos e impactos associados.....	122
Quadro 5.15 – Danos em infraestruturas e equipamentos municipais causados por eventos de meteorologia adversa em 2016 e 2018.....	123
Quadro 5.16 – Eventos de meteorologia adversa e ativação dos planos de emergência.....	126

Quadro 6.1 - Projetos a decorrer ou previstos no âmbito do Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano de Coimbra (PEDU de Coimbra), com impactos positivos na redução das emissões gases de efeito estufa.....	139
Quadro 6.2 - Caracterização geral das opções de mitigação e adaptação identificadas para o Município de Coimbra.....	140
Quadro 7.1 - Implementação e acompanhamento das opções de mitigação e de adaptação para o Município de Coimbra.....	155

Lista de Figuras

Figura 1.1 - Mudança observada na temperatura global e respostas modeladas para emissão antrópica estilizada e trajetórias de forçamento (Extraído do Relatório Especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, IPCC 2018).....	14
Figura 1.2 - Esquema representativo das áreas temáticas e setores prioritários (Fonte: Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas 2020, pág. 18).....	20
Figura 2.1 – Resposta política às alterações climáticas, através de medidas de adaptação e mitigação (Extraído de https://apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=118 , em 12/04/2020).....	23
Figura 2.2 – Esquema concetual representativo da base metodológica ADAM, utilizada para o desenvolvimento das EMAAC, no âmbito do projeto ClimAdaPT.Local.....	27
Figura 2.3 – Fases para da elaboração do Programa Municipal para as Alterações Climáticas.....	28
Figura 3.1 – Coimbra na Península Ibérica.....	30
Figura 3.2 – Coimbra no País e na Região Centro.....	31
Figura 3.3 – Coimbra na Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra.....	31
Figura 3.4 – Altimetria (Fonte: PDMC 2014).....	33
Figura 3.5 – Declives (Fonte: PDMC 2014).....	34
Figura 3.6 – Suscetibilidade a Movimentos de Massa (fonte: UC - FCTUC - DCT 2006).....	35
Figura 3.7 – Exposição de Encostas (Fonte: PDMC 2014).....	36
Figura 3.8 – Bacias e sub-bacias Hidrográficas.....	37
Figura 3.9 – Áreas Inundáveis (fonte: UC - FCTUC - DCT 2006).....	38
Figura 3.10 – Recarga Aquífera (fonte: UC - FCTUC - DCT 2006).....	39
Figura 3.11 – Potencial Aquífero (fonte: UC - FCTUC - DCT 2006).....	39
Figura 3.12 – Esboço Geológico (fonte: UC - FCTUC - DCT 2006).....	40
Figura 3.13 – Litologia (fonte: UC - FCTUC - DCT 2006).....	41
Figura 3.14 – Capacidades de utilização para a exploração de recursos minerais (exceto areias) (fonte: UC - FCTUC - DCT 2006).....	42
Figura 3.15 – Área Florestal– distribuição no território (fonte: DGT – COS 2018).....	44
Figura 3.16 – Quantificação da área florestal.....	44
Figura 3.17 – Mapa de vegetação potencial (fonte: UC - FCTUC - CEG 2006).....	45
Figura 3.18 – Distribuição da área agrícola no território do concelho de Coimbra (fonte: DGT – COS 2018).....	46
Figura 3.19 – Quantificação da área agrícola.....	47
Figura 3.20 – Solos com elevada aptidão agrícola (fonte: UC - FCTUC - CEG 2006).....	47
Figura 3.21 – Territórios artificializados (fonte: DGT – COS 2018).....	48
Figura 4.1 - Projeções para a alteração da temperatura média da superfície (a) e da precipitação média (b), no período de 2081–2100 em relação ao período de 1986-2005, a partir dos cenários climáticos RCP2.6 (esquerda) e RCP8.5 (direita) (Extraído de https://ar5-syr.ipcc.ch/topic_summary.php , acesso em 3/08/2021).....	49
Figura 4.2 - Perspetiva global sobre os riscos relacionados com o clima (extraído de IPCC, 2014) ¹ ...50	50
Figura 4.3 – Temperatura média em terra e no oceano, de janeiro a junho de 2020 (Extraído de https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/202006 , acesso em 03/08/2021).....	51
Figura 4.4 – Anomalias da temperatura média na terra e no oceano, de janeiro a junho, de 1880 a 2020 (Extraído de https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/202006 , acesso em 03/08/2021).....	51
Figura 4.5 - Anomalias da temperatura média do ar no mês de julho, em Portugal continental, em relação aos valores médios no período 1971-2000. As linhas a tracejado indicam a média no período 1971-2000). (Extraído do Boletim Climatológico, julho 2020, acesso em 2/08/2021).....	53
Figura 4.6 – Gráfico termo-pluviométrico da Região de Coimbra, de acordo com a normal climatológica simulada para o período de 1971-2000. Precipitação média acumulada anual e temperatura média da média, da máxima, da média e da mínima anual.....	56

Figura 4.7 – Gráfico termo-pluviométrico da Região de Coimbra, de acordo com a normal climatológica simulada para o período de 1971-2000. Precipitação média acumulada mensal e temperatura média da média, da máxima, da média e da mínima mensal.....	56
Figura 4.8 – Gráfico termo-pluviométrico de Coimbra (IGUC) de acordo com a normal climatológica de 1971-2000. Precipitação média acumulada anual e temperatura média da média, da máxima, da média e da mínima mensal.....	57
Figura 4.9 – Número médio de dias com precipitação em Coimbra, registada na estação de Bencanta, para o período de 1971 -2000. Legenda: MNDRR01 - Média do número de dias com precipitação diária ≥ 0.1 mm MNDRR1 - Média do número de dias com precipitação diária ≥ 1 mm; MNDRR10 - Média do número de dias com precipitação diária ≥ 10 mm.....	57
Figura 4.10 – Precipitação e temperatura registadas na estação de Bencanta, para o período de 1971 -2000. Legenda: MRR - Média da quantidade de precipitação total; RRX - Maior valor da quantidade de precipitação diária; MTX - Média da temperatura máxima; MTN - Média da temperatura mínima; MTT - Média da temperatura média; TXX - Máxima da temperatura máxima; TNN - Mínima da temperatura mínima.....	57
Figura 4.11 – Variabilidade da temperatura/dias, registada na estação de Bencanta, para o período de 1971 -2000. Legenda: MNCTX25 - Média do número de dias com temperatura máxima ≥ 25 °C; MNCTX30 - Média do número de dias com temperatura máxima ≥ 30 °C; MNCTN20 - Média do número de dias com temperatura mínima ≥ 20 °C; MNCTN0 - Média do número de dias com temperatura mínima ≤ 0 °C.....	57
Figura 4.12 – Normais de precipitação média acumulada anual, para a Região de Coimbra, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, para o séc. XXI.....	59
Figura 4.13 – Normais de precipitação média acumulada anual, para a Região de Coimbra, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, simulada para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100 -	58
Figura 4.14 – Anomalias de precipitação, para a Região de Coimbra, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5, simulada para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100.....	59
Figura 4.15 – Anomalia da média anual de precipitação para Coimbra, simulada para três anos: 2030, 2050 e 2100.....	59
Figura 4.16 – Normais de precipitação média acumulada mensal, simulada para a Região de Coimbra: histórico-simulado, para o período de referência 1971-2000; períodos futuros, 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5.....	61
Figura 4.17 – Anomalia de precipitação média acumulada mensal simulada para a Região de Coimbra, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100.	61
Figura 4.18 – Normais de precipitação média acumulada mensal, para a cidade de Coimbra, simulada para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, por comparação ao observado e simulado para o período de 1971-2000.....	61
Figura 4.19 – Número médio de dias com $P \geq 20$ mm, para a Região de Coimbra, simulado para os cenários RCP4.5 e RCP8.5.....	62
Figura 4.20– Anomalias do número médio de dias com $P \geq 20$ mm, para a Região de Coimbra, simulado para os cenários RCP4.5 e RCP8.5.....	62
Figura 4.21 – Número médio de dias com $P \geq 20$ mm, estacionárias no cenário climático RCP4.5.....	63
Figura 4.22 – Número médio de dias com $P \geq 20$ mm, estacionárias no cenário climático RCP8.5.....	63
Figura 4.23 – Anomalias do número médio de dias com $P \geq 20$ mm, estacionárias no cenário climático RCP4.5.....	63
Figura 4.24 – Anomalias do número médio de dias com $P \geq 20$ mm, estacionárias no cenário climático RCP8.5.....	63
Figura 4.25 – Normais de temperatura média anual, máximas, médias e mínimas, para a Região de Coimbra, simulada para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5.....	64
Figura 4.26 – Normais de T(°C) média da média mensal, para a Região de Coimbra.....	67

Figura 4.27 – Anomalias médias da média mensal da T(°C), para a Região de Coimbra.....	67
Figura 4.28 – Anomalias médias da máxima mensal da T(°C), para a Região de Coimbra.....	67
Figura 4.29 – Anomalias médias da mínima mensal da T(°C), para a Região de Coimbra.....	67
Figura 4.30 – Normais de T(°C) média da média mensal, para a Coimbra, climatológica de Bencanta.....	68
Figura 4.31 – Normais de T(°C) média da máxima mensal, para a Coimbra, estação climatológica de Bencanta.....	68
Figura 4.32 – Normais de T(°C) média da mínima mensal, para a Coimbra, estação climatológica de Bencanta.....	68
Figura 4.33 – Número médio de dias com T≥35 °C.....	69
Figura 4.34 – Número médio de dias com T≥25 °C.....	69
Figura 4.35 – Número médio de dias anual com T≥ 25 °C, para a RC, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5.....	70
Figura 4.36 – Anomalias do número médio de dias anual com T≥25 °C para a RC, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5.....	70
Figura 4.37 – Número médio de dias sazonal com T≥25 °C para a RC, no cenário RCP4.5.....	70
Figura 4.38 – Número médio de dias anual com T≥25 °C, para a RC, no cenário RCP8.5.....	70
Figura 4.39 – Anomalia do número médio de dias sazonal com T≥25 °C, para a RC, no cenário RCP4.5.....	70
Figura 4.40 – Anomalia do número médio de dias sazonal com T≥25 °C, para a RC, no cenário RCP8.5.....	70
Figura 4.41 – Número médio de dias de ondas de calor anual, para os cenários RCP4.5 e RCP8.5....	71
Figura 4.42 – Anomalias do número médio de dias de ondas de calor anual, para os cenários RCP4.5 e RCP8.5.....	71
Figura 4.43 – Número médio de dias de ondas de calor estacionárias, para os cenários RCP4.5 e RCP8.5.....	71
Figura 4.44 – Anomalias do número médio de dias de ondas de calor estacionárias, para os cenários RCP4.5 e RCP8.5.....	71
Figura 4.45 – Número médio de dias de ondas de calor.....	72
Figura 4.46 – Número médio de dias com noites tropicais.....	72
Figura 4.47 – Número médio de dias de geada com Tn<0 °C.....	72
Figura 4.48 – Velocidade média anual do vento a 10 m, nos cenários climáticos RCP4.5 e RCP8.5...73	73
Figura 4.49 – Número médio de dias com vento moderado a forte (moderado V≥5,5 m/s), nos cenários climáticos RCP4.5 e RCP8.5.....	73
Figura 4.50 – Número médio de dias com vento moderado a forte (moderado V≥5,5 m/s) a 10 m, no cenário climático RCP4.5, para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100.....	74
Figura 4.51 – Número médio de dias com vento moderado a forte (moderado V≥5,5 m/s) a 10 m, no cenário climático RCP8.5, para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100.....	74
Figura 4.52 – Anomalias estacionais do nº médio de dias com vento moderado a forte (moderado V≥5,5 m/s), o cenário climático RCP4.5, para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100..74	74
Figura 4.53 – Anomalias estacionais do nº médio de dias com vento moderado a forte (moderado V≥5,5 m/s), o cenário climático RCP8.5, para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100..74	74
Figura 4.54 – Índice de seca sazonal, para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, nos cenários climáticos RCP4.5 e RCP8.5.....	75
Figura 4.55 – Índice do Risco de Incêndio Elevado anual, para o RCP4.5 e RCP8.5, na Região de Coimbra.....	77
Figura 4.56 – Anomalias do Índice do Risco de Incêndio Elevado anual, para o RCP4.5 e RCP8.5, na Região de Coimbra.....	77
Figura 4.57 – Índice do Risco de Incêndio Elevado sazonal, para o RCP4.5, na Região de Coimbra...77	77
Figura 4.58 – Índice do Risco de Incêndio Elevado sazonal, para o RCP8.5, na Região de Coimbra...77	77

Figura 4.59 – Índice do Risco de Incêndio Extremo anual, para o RCP4.5 e RCP8.5, na Região de Coimbra.....	78
Figura 4.60 – Anomalias do Índice do Risco de Incêndio Extremo anual, para o RCP4.5 e RCP8.5, na Região de Coimbra.....	78
Figura 4.61 – Índice do Risco de Incêndio Extremo sazonal, para o RCP4.5, na Região de Coimbra..	78
Figura 4.62 – Índice do Risco de Incêndio Extremo sazonal, para o RCP8.5, na Região de Coimbra..	78
Figura 4.63 – Precipitação média acumulada anual no período 1990 – 2018, para o território do Município de Coimbra.....	80
Figura 4.64 - Temperatura média anual no período 1990 -2018, para o território do Município de Coimbra.....	80
Figura 4.65 – Precipitação média acumulada anual para 2050, simulada no cenário de forçamento RCP4.5.....	81
Figura 4.66 - Temperatura média anual para 2050, simulada para o cenário de forçamento RCP4.5.....	81
Figura 4.67- Precipitação média acumulada anual para 2070, simulada para o cenário de forçamento RCP4.5.....	82
Figura 4.68 - Temperatura média anual para 2070, simulada para o cenário de forçamento RCP4.5.....	82
Figura 4.69 - Precipitação média acumulada anual para 2050, simulada para o cenário de forçamento RCP8.5.....	83
Figura 4.70 - Temperatura média anual para 2050, simulada para o cenário de forçamento RCP8.5.....	83
Figura 4.71 - Precipitação média acumulada anual para 2070, simulada para o cenário de forçamento RCP8.5.....	84
Figura 4.72 - Temperatura média anual para 2070, simulada para o cenário de forçamento RCP8.5.....	84
Figura 5.1 – Ilustração dos principais conceitos do Quinto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho II (WG II AR5) (extraído de IPCC, 2017).....	89
Figura 5.2 – Matriz do Risco Climático.....	93
Figura 5.3 – Áreas inundadas para os dois cenários, cheias naturais e rutura da Barragem da Aguieira (PEECIC, 2018).....	95
Figura 5.4 - Análise comparativa entre os caudais de retorno para T100(1200 m3/s) e T1000(2000 m3/s), estabelecidos para o Mondego em regime regularizado, e os caudais máximos instantâneos anuais do rio Mondego, registados na secção de escoamento do Açude Ponte de Coimbra (Pardal et al.2018, 2019).....	97
Figura 5.5 - Cheia do Mondego em 13 de fevereiro de 2016, parque Verde.....	97
Figura 5.6 – Cheia do rio Ceira em 21 de dezembro de 2019, localidade do Cabouco.....	98
Figura 5.7 – Capa do relatório da cheia do rio Ceira no dia 31 de janeiro de 2015.....	98
Figura 5.8 – Capa do relatório elaborado pela Ordem dos Engenheiros sobre a cheia de 11 de janeiro de 2016.....	98
Figura 5.9 – Deslizamento de vertente EN17.....	100
Figura 5.10 – Deslizamento de vertente.....	100
Figura 5.11 – Número de ocorrências anuais de inundações (fluviais e pluviais) e movimentos de massa.....	101
Figura 5.12 - Tempestade Gong 2013 – queda de árvores.....	103
Figura 5.13 – Tempestade Ana em 2017- queda de infraestruturas de fornecimento de energia elétrica.....	103
Figura 5.14 – Número de ocorrências associadas aos eventos de ventos fortes. Queda de árvores e de estruturas.....	103
Figura 5.15 – Mapa de perigosidade.....	104
Figura 5.16 – Mapa de risco de incêndio.....	104

Figura 5.17 – Número de Incêndios rurais ocorridos e área ardida no território do concelho de Coimbra no período de 1980 a 2019.....	105
Figura 5.18 - Incêndios rurais ocorridos no território do concelho de Coimbra, no período de 2001 a 2019, e distribuição por tipologia: incêndios florestais, agrícolas, fogachos e queimadas.....	106
Figura 5.19 – Número de ocorrência de incêndios rurais, por freguesia, no período de 2001 a 2010.....	107
Figura 5.20 – Quantificação da área ardida nos incêndios florestais de 2010 -2019.....	107
Figura 5.21 – Incêndio florestal em agosto 2017.....	108
Figura 5.22 – Incêndio florestal num interface rural-urbano em agosto 2017.....	108
Figura 5.23 – Incêndios Rurais e sua distribuição no território de Coimbra (fonte: ICNF 2020).....	108
Figura 5.24 – Carta de Perigosidade de Incêndio Rural de Coimbra, para 2020-2030 (produção própria a partir de http://www2.icnf.pt/portal/florestas/dfci/inc/cartografia/cartografia-perigosidade-estrutural-2020-2030).....	109
Figura 5.25 – Acesso climático do UTCL, calculado a partir de um modelo termo fisiológico e de um manequim térmico (Ação COST 730) (http://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/amb.atmosfera/index.bioclima/?page=utci.xml . Extraído, 4/2/2021).....	111
Figura 5.26 – Cidade de Coimbra, nevão de 11 de fevereiro de 1983.....	115
Figura 5.27 – Parque da Cidade, nevão de 11 de fevereiro de 1983.....	115
Figura 5.28 – Distribuição geográfica dos pontos e/ou troços críticos de neveiro no território da CIM-RC (extraído do Plano Intermunicipal de Gestão de Riscos da Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra, 2017).....	118
Figura 5.29 – Avaliação do Risco Climático em Coimbra, no Presente.....	120
Figura 5.30 – Avaliação do Risco Climático em Coimbra, a médio prazo (2041 - 2070).....	121
Figura 5.31– Avaliação do Risco Climático em Coimbra, a longo prazo (2071-2100).....	121
Figura 5.32 – Operações de estabilização de um deslizamento de vertente.....	127
Figura 5.33 – Ação de limpeza dos arruamentos e casas no Cabouco.....	127
Figura 5.34 – Diagrama funcional do Copernicus Sentinela 2 (https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/news/-/article/copernicus-sentinels-help-mentorship-traffic , 10/01/20121).....	130
Figura 5.35 – Capa Plano Especial de Emergência para o Risco de Cheias e Inundações.....	131
Figura 5.36 – Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios.....	131
Figura 5.37 – Meteorologia adversa. Ocorrências registadas em Coimbra no período de 2006 a 2019.....	132
Figura 6.1 – Reunião realizada em 18 de fevereiro de 2021, no Salão Nobre dos Paços do Concelho, sobre o PMAC.....	135
Figura 6.2 – Visão estratégica do Município de Coimbra, objetivos e ações para o combate às alterações climáticas.....	138
Figura 8.1 - Mesas estabelecidas pelo Acordo de Paris para a temperatura (Fonte: Manulife IM, UN Framework Convention on Climate Change. For illustrative purposes only, https://www.manulifeim.com/institutional/ca/en/global-climate-strategy).....	169

Lista de Siglas e Acrónimos

Acrónimos e Siglas	Designação
ADAPT	Plataforma Europeia para a Adaptação Climática Climate
AHBM	Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego
ANEPC	Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
ARHC	Administração da Região Hidrográfica Centro
CAMS	Serviço de Monitorização da Atmosfera do Copernicus
CCRE	Centro de Coordenação de Resposta de Emergência
CCV	Compromisso para o Crescimento Verde
CDOS	Comando Distrital de Operações de Socorro
CELE	Sistema de Comércio de Licenças de Emissão
CECIS	Sistema Comum de Comunicação e de Informação de Emergência
CIM-RC	Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra
CQNUAC	Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas
COP25	25.ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas
DG CLIMA	Direção-Geral para a Ação Climática
DIAS	Departamento de Desenvolvimento Social, Saúde e Ambiente
DRAPC	Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro
ECMWF	Centro Europeu para as Previsões Meteorológicas a Médio Prazo
EFAS	The European Flood Awareness System
EFFIS	European Forest Fire Information System
ENAAC	Estratégia Nacional para Adaptação às Alterações Climáticas
ENEA2020	Estratégia Nacional de Educação Ambiental
FEMA	Federal Emergency Management Agency
GEE	Gases com Efeitos Estufa
ICNF	Instituto de Conservação da Natureza e Florestas
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
MPCU	Mecanismo de Proteção Civil da União Europeia
P-3AC	Programa de Ação para a Adaptação às Alterações Climáticas
PEECIC	Plano Especial de Emergência para Cheias e Inundações de Coimbra
PGRI – RH4	Plano de Gestão dos Riscos de Inundações Região Hidrográfica 4 – Mondego, Vouga e Liz
PGBH -RH4	Plano de Gestão da Bacia Hidrográfica Região Hidrográfica 4 – Mondego, Vouga e Liz
PMAC	Programa Municipal para as Alterações Climáticas
PNAC	Programa Nacional para as Alterações Climáticas
POSEUR	Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos
QEPiC	Quadro Estratégico para a Política Climática 2020 - 2030
RCP	Representative Concentration Pathways
RNC2050	Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050
SADGE - CIM	Sistema de Apoio à Decisão e Gestão de Emergência da CIM-RC
SNIRH	Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
SVARH	Sistema de Vigilância e Alerta de Recursos Hídricos
UKCIP	UK Climate Impacts Programme

CAPÍTULO 1 | INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

O clima na Terra tem variado ao longo da sua história geoclimática, por períodos glaciares e interglaciares. Na Europa Medieval ocorreu, entre 900 e 1300, o Período Quente Medieval, designado por ótimo climático, para logo de seguida, de 1330 até 1850, ocorrer uma diminuição da temperatura, que correspondeu à Pequena Idade do Gelo. A partir da Revolução Industrial, com a utilização dos combustíveis fósseis, a concentração de gases de efeito de estufa (GEE) na atmosfera aumentou a um ritmo galopante e a temperatura média da Terra tem vindo a aumentar, particularmente nas últimas décadas.

Atualmente, as alterações climáticas são uma realidade em todo o Mundo e a sua dimensão e a rapidez da sua evolução são cada vez mais evidentes. Segundo a NASA, o mês de agosto de 2015 foi o mais quente a nível global, desde há 136 anos, igualando o valor de julho de 2016. Nestes dois meses a temperatura média na Terra foi a mais alta desde que há registos instrumentais globais, desde 1880. A partir de outubro de 2015, em 11 meses consecutivos, verificaram-se recordes mensais da temperatura média global.

O clima da Terra está a sofrer diversas alterações de forma muito acelerada, sendo a ação antrópica o principal elemento forçador. As alterações climáticas, com origem em gases com efeito de estufa (GEE), estão identificadas como uma das maiores ameaças ambientais e são responsáveis pelo declínio da biodiversidade e pelo colapso dos ecossistemas. Esta tendência tende a agravar-se se não houver uma ação climática imediata e efetiva.

As alterações climáticas têm vindo a ser identificadas como uma das maiores ameaças ambientais, sociais e económicas que o planeta e a humanidade enfrentam na atualidade. A nível internacional, a preocupação com este fenómeno surgiu no início da década de 80, levando à criação do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), em 1988. Este organismo é o responsável pela recolha e sistematização da informação sobre o fenómeno das alterações climáticas e pela elaboração de um conjunto de relatórios que tiveram influência na adoção da Convenção-Quadro das Nações Unidas relativa às Alterações Climáticas (CQNUAC), cujo objetivo de longo prazo é a estabilização das concentrações de GEE na atmosfera a um nível que evite uma interferência antropogénica perigosa no sistema climático.

O aparecimento das primeiras estratégias e medidas de prevenção e adaptação às alterações climáticas evidencia a consciencialização para os problemas associados, por parte da comunidade científica, organizações internacionais e governos. Nos últimos anos tem-se registado uma tendência para o aumento do número de desastres naturais um pouco por todo o Mundo. Tem sido reconhecido por diversos cientistas e organizações internacionais que o aumento da probabilidade da ocorrência de eventos extremos, nomeadamente os de origem hidro-climática, como as cheias e as secas, está intimamente relacionado com o fenómeno das alterações climáticas (European Environmental Agency, 2003).

De acordo com o Banco Mundial os desastres naturais têm um custo real de \$ US 520 biliões/ano para a economia global e cuja consequência direta sobre as populações é causar

a pobreza em cerca de 26 milhões de pessoas/ano. Em todos os países o grau de exposição de pessoas e bens tem aumentado mais rapidamente do que a diminuição da vulnerabilidade. Esta situação tem gerado novos riscos e o aumento constante de perdas relacionadas com os desastres, com considerável impacto sobre a coesão económica, social e cultural, bem como na saúde e no meio ambiente.

Em 2018, o Relatório Especial do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC) «Aquecimento Global de 1,5 °C» concluiu que um aumento da temperatura média global superior a 1,5 °C terá consequências mais graves e mais cedo do que o inicialmente esperado, apelando à redução urgente das emissões de GEE para a atmosfera. Em 2019, as alterações climáticas foram identificadas como a terceira causa do declínio de biodiversidade e colapso dos ecossistemas.

Este documento, também conhecido por 5º Relatório do IPCC, que compila e sintetiza os estudos de milhares de cientistas de todo o mundo sobre o aquecimento global, veio confirmar, com ainda maior certeza, que o homem é o responsável pelo atual aquecimento do planeta, e alertou que os perigos da inação se tornaram mais graves, apresentando evidências nas mudanças: dos padrões da temperatura global; dos oceanos e da subida nível médio das águas dos mares; do ciclo de carbono; dos ecossistemas e da perda de biodiversidade; do regime de chuva; das correntes marinhas; do padrão dos ventos ; do aumento da tendência para a ocorrência de secas e enchentes; do recuo das calotes polares e dos glaciares de montanha devido ao degelo, entre outros. Este documento demonstra que o aquecimento global é uma realidade, fazendo, por isso, as projeções e a identificação dos riscos e impactos associados, bem como as trajetórias futuras de adaptação, de mitigação e do desenvolvimento sustentável.

Ora, limitar o aquecimento global a 1,5 °C requer a transformação urgentes e profundas, sem precedentes, das sociedades através das reduções de emissões de GEE, em todos os setores de atividade, bem como mudanças no comportamento individual, pelo que são necessárias medidas adicionais de mitigação e adaptação para reduzir as vulnerabilidades e alcançar os caminhos do Desenvolvimento Sustentável.

O 5º Relatório de Avaliação faz ainda notar que a implementação dos atuais compromissos estabelecidos pela CQNUAC levariam a emissões de GEE que causariam um aquecimento de cerca de 3 °C, e não de 1,5 °C, em 2100, por comparação ao período pré-industrial. De acordo com o Vice-presidente do Grupo de Trabalho II, do IPCC, Hans-Otto Pörtner, "*cada subida extra, especialmente acima de 1,5 °C, aumenta o risco associado a mudanças duradouras ou irreversíveis, como a perda de alguns ecossistemas*".

Assim, são necessários esforços adicionais consideráveis por parte dos maiores emissores para que se consiga alterar a situação. Limitar o aquecimento a 1,5 °C é possível, mas isso implica ações imediatas e aplicadas em todos os setores, com as emissões globais líquidas de dióxido de carbono causadas pelo homem a diminuírem cerca de 45 % até 2030, relativamente aos níveis verificados em 2010, o que permitiria atingir, globalmente, zero emissões líquidas de CO₂ em meados do século XXI.

Os riscos associados ao clima para os sistemas naturais e humanos dependem da magnitude e do ritmo de aquecimento, da localização geográfica, dos níveis de desenvolvimento e vulnerabilidade, bem como da implementação de medidas de adaptação e mitigação. De acordo com António Guterres, Secretário-Geral das Nações Unidas, "...*não é impossível limitar o aquecimento global a 1,5 °C, mas é precisa ação urgente, sem precedentes e coletiva*". Ainda, segundo ele "...*não há tempo para desperdiçar*".

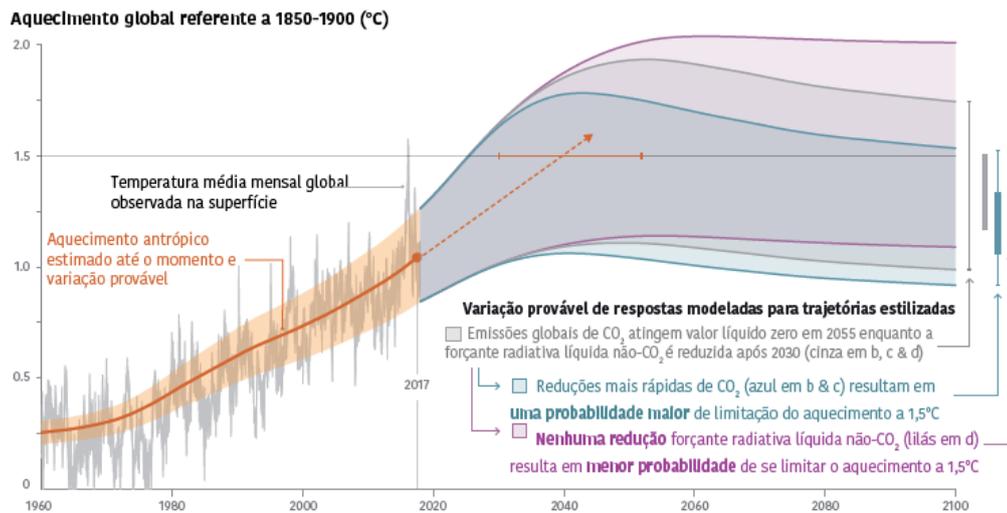


Figura 1.1 - Mudança observada na temperatura global e respostas modeladas para emissão antrópica estilizada e trajetórias de forçamento (Extraído do Relatório Especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, IPCC 2018)

O relatório «*Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012*» conclui que se têm observado temperaturas médias mais elevadas a nível europeu, bem como uma diminuição da precipitação nas regiões meridionais do continente, em paralelo com o seu aumento no norte da Europa. O manto de gelo da Gronelândia, o gelo do mar Ártico e muitos glaciares da Europa estão em fusão, o manto de neve reduziu-se e a maioria dos permafrosts/pergelissolos aqueceram.

Na Europa as alterações climáticas estão a afetar todas as regiões, causando múltiplos impactos na sociedade e no ambiente. Outros impactos se farão sentir no futuro, com danos de difícil quantificação. De acordo com diversos estudos, o Sul da Europa e a Península Ibérica são destacados como as regiões da Europa potencialmente mais afetadas pelas alterações climáticas, enfrentando uma variedade de impactos potenciais como: aumentos na frequência e intensidade de secas, inundações, cheias repentinas, ondas de calor, incêndios rurais, erosão e galgamentos costeiros.

Também na Europa, nos últimos anos, fenómenos climáticos extremos, como as vagas de calor, que se tornaram mais frequentes e prolongadas, têm causado dezenas de milhares de mortes, nomeadamente na última década. As inundações e as secas têm causado crescentes prejuízos materiais em toda a Europa. Segundo o relatório, para além dos impactos relacionados com o calor, as alterações climáticas têm outros efeitos sobre a saúde, uma vez que contribuem para a propagação e transmissão de certas doenças. Embora sejam necessários mais estudos para determinar o papel desempenhado pelas alterações climáticas

na saúde das populações, sabe-se que o aumento da atividade humana em zonas de risco é um fator negativo.

No cenário atual de alterações climáticas, quer pela sua expressão atual e tendências futuras de agravamento, os principais impactos e vulnerabilidades do território português são:

- Aumento da frequência e da intensidade de incêndios rurais;
- Aumento da frequência e da intensidade de ondas de calor;
- Aumento da frequência e da intensidade de períodos de secas e de escassez de água;
- Aumento da suscetibilidade à desertificação;
- Aumento das temperaturas mínimas e máximas;
- Aumento da frequência e da intensidade de eventos de precipitação extrema;
- Subida do nível das águas do mar;
- Aumento da frequência e da intensidade de fenómenos extremos que provocam galgamentos e erosão costeira.

1.2. Política internacional e nacional

De forma a inverter o cenário da alteração do clima na Terra, que acontece a uma velocidade e num tempo tão curto, dos quais não havia registo, os organismos internacionais, como as Organização das Nações Unidas, e suas estruturas, o *Intergovernmental Panel on Climate Change* e o *United Nations Office for Disaster Risk Reduction* (departamento para o estudo dos riscos e desastres), a Agência Europeia de Ambiente, a Agência Portuguesa do Ambiente, os governos nacionais e locais, as Organizações Não Governamentais (ONG) e a comunidade científica, entre outros, têm colaborado na definição e implementação dos compromissos, das políticas e da legislação sobre as alterações climáticas.

Mundial

A “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas”, constituída por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), 169 metas e 230 indicadores globais, foi aprovada em setembro de 2015, numa cimeira histórica da ONU, por 193 membros. Este documento resultou do trabalho conjunto de governos e cidadãos de todo o mundo, com o objetivo de criarem um modelo global para acabar com a pobreza, promover a prosperidade e o bem-estar de todos, proteger o ambiente e combater as alterações climáticas. Em 1 de janeiro de 2016 entrou em vigor “para transformar o nosso mundo”. O secretário-geral da ONU, à época, Ban Ki-moon considerou que os “*Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são a nossa visão comum para a Humanidade e um contrato social entre os líderes mundiais e os povos*”, bem como “*São uma lista de coisas a fazer em nome dos povos e do planeta e um plano para o sucesso*”.

O atual Secretário-Geral da ONU, António Guterres, considera que a Agenda 2030 aponta o caminho a tomar para o desenvolvimento e que deve ser dada vida a este plano como um elemento definidor do nosso tempo e uma plataforma integrada para responder às necessidades das pessoas e dos governos.

A Agenda 2030 é uma agenda alargada e ambiciosa que aborda várias dimensões do desenvolvimento sustentável (social, económico, ambiental) e que promove a paz, a justiça e instituições eficazes. Os seus objetivos são: 1 – Erradicar a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares; 2- Erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável; 3 - Garantir o acesso à saúde de qualidade e promover o bem-estar para todos, em todas as idades; 4 - Garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos; 5 - Alcançar a igualdade de género e empoderar todas as mulheres e meninas; 6 - Garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos; 7 - Garantir o acesso a fontes de energia fiáveis, sustentáveis e modernas para todos; 8 - Promover o crescimento económico inclusivo e sustentável, o emprego pleno e produtivo e o trabalho digno para todos; 9 - Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação; 10 - Reduzir as desigualdades no interior dos países e entre países; 11 - Tornar as cidades e comunidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis; 12 - Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis; 13 - Adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos; 14 - Conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável; 15 - Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, travar e reverter a degradação dos solos e travar a perda de biodiversidade, 16 - Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas a todos os níveis; 17 - Reforçar os meios de implementação e revitalizar a Parceria Global para o Desenvolvimento Sustentável.

Em dezembro de 2015, a Conferência de Paris – “Acordo de Paris” - sobre as alterações climáticas, veio reforçar e dar novo um impulso para a implementação política da Agenda 2030. Este documento estabelece o objetivo de limitar o aumento da temperatura média global a níveis abaixo dos 2 °C, tendo como referência os níveis pré-industriais, e prosseguir os esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5 °C, reconhecendo que tal medida reduzirá significativamente os riscos e impactos das alterações climáticas.

O Acordo de Paris veio alterar o paradigma na implementação da Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (CQNUAC), com o reconhecimento explícito de que apenas com o contributo de todos é possível vencer o desafio das alterações climáticas.

A cimeira do clima, COP25 - 25.ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas, que decorreu em Madrid, em dezembro de 2019, aprovou o acordo “Chile-Madrid, hora de agir”, que estabeleceu, para os países, compromissos mais ambiciosos para reduzir as emissões (as chamadas Contribuições Nacionais Determinadas) para enfrentar a emergência climática.

Num quadro de alterações globais, nomeadamente as climáticas e aumento dos riscos naturais e dos desastres associados, a ONU, através do United Nations Office Disaster Risk Reduction, tem vindo a desenvolver uma Campanha Global "Construindo Cidades Resilientes", que aborda questões de governabilidade local e risco urbano, a fim de ajudar os governos locais a reduzir riscos e aumentar a resiliência em áreas urbanas através da aplicação do Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, do qual Portugal é subscritor, que reforça a importância da atuação ao nível municipal.

Europa

A União Europeia (UE), desde 1995, tem implementado políticas públicas sobre alterações climáticas, através de legislação própria e da elaboração de relatórios. Em 2010 criou a

Direcção-Geral para a Acção Climática (DG CLIMA), especialmente dedicada às áreas de energia e clima (https://ec.europa.eu/clima/index_en).

A Agência Europeia do Ambiente tem vindo a produzir documentos que abordam a problemática das alterações climáticas, como “Alterações Climáticas, impactos e vulnerabilidade na Europa 2016”; e “Tendências e projecções na Europa 2016”, entre outros.

O Pacto de Autarcas para o Clima e Energia é uma iniciativa lançada pela Comissão Europeia, de adesão voluntária, que estabeleceu o compromisso de reduzir em pelo menos 20 % as emissões de GEE, até 2020. Este compromisso foi assumido por vários municípios portugueses. O “Pacote Energia-Clima para 2030”, importante medida da UE, estabeleceu como objetivo comunitário, a redução de pelo menos 40% das emissões de GEE até 2030, tendo por referência o ano de 1990.

A nível da União Europeia, da Comissão Europeia e do Parlamento Europeu, foram tomadas importantes decisões, num esforço concertado de intervenção no combate às alterações climáticas, nomeadamente: i) adoção da Agenda 2030 e do Acordo de Paris; ii) orientações do Pacto Ecológico Europeu, *Green Deal*, que inclui o objetivo de reduzir em 55% as emissões de GEE a nível interno até 2030, quando o compromisso atual era uma redução de 40%, e estabelece que a transição necessária para uma sociedade neutra em termos de clima, ocorra o mais tardar, em 2050; iii) Resolução do Parlamento Europeu, de 14 de março de 2019, sobre alterações climáticas – uma visão estratégica da UE de longo prazo para uma economia próspera, moderna, competitiva e com impacto neutro no clima (2019/2582(RSP)); iv) Resolução do Parlamento Europeu sobre a Emergência Climática e Ambiental (2019/2930(RSP)); v) Resolução Parlamento sobre a Conferência da ONU sobre Alterações Climáticas (COP25).

Em 24 de fevereiro de 2021, a Comissão Europeia emitiu um comunicado intitulado «Criar uma Europa resiliente às alterações climáticas — a nova Estratégia da UE para a Adaptação às Alterações Climáticas». Assim, para fazer face aos crescentes riscos para a saúde relacionados com o clima, incluindo vagas de calor mais frequentes e intensas, incêndios florestais e inundações, ameaças à segurança dos alimentos e da água e à propagação de doenças infecciosas, foi criado o Observatório Europeu do Clima e da Saúde no âmbito da Plataforma Europeia para a Adaptação Climática Climate — ADAPT, a fim de melhor compreender, antecipar e minimizar as ameaças para a saúde causadas pelas alterações climáticas.

Em resultado da atual legislação da UE em matéria de clima e energia, as emissões de gases com efeito de estufa da UE já diminuíram 24 % em relação a 1990, enquanto a economia da UE cresceu mais de 60 % no mesmo período, dissociando o crescimento das emissões. Contudo, a UE traçou como objetivo ser líder no combate às alterações climáticas, através de políticas ambientalmente sustentáveis.

Assim, foi aprovada a Lei Europeia do Clima (Regulamento (UE) 2021/1119 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de junho), desenvolvida durante a presidência portuguesa do Conselho da União Europeia, no que diz respeito à área do clima e da energia, prevendo que a Europa se torne o primeiro continente neutro em carbono do mundo, ao atingir a neutralidade climática até 2050. Prevê-se que, a partir desse ano, produza emissões negativas.

Para isso, estabelece um corte de 55 % nas emissões de GEE até 2030, relativamente aos níveis de 1990, e prevê a criação de uma nova meta intermediária para 2040. A Lei prevê, ainda, a criação de um Conselho Consultivo Científico Europeu sobre as Alterações Climáticas, composto por 15 especialistas, que irá supervisionar os progressos e avaliar se a política europeia é compatível com as metas estipuladas.

Na sequência da Lei Europeia em matéria de Clima, a Comissão Europeia apresentou, em julho de 2021, um conjunto abrangente e interligado de propostas necessárias para cumprir as metas acordadas e para transformar profundamente a nossa economia e sociedade com vista a um futuro justo, ecológico e próspero. As propostas permitirão a aceleração necessária das reduções das emissões de GEE na próxima década. Combinam: a aplicação do comércio de licenças de emissão a novos setores e o reforço do atual Sistema de Comércio de Licenças de Emissão da UE; o aumento da utilização de energia de fontes renováveis; o aumento da eficiência energética; uma implantação mais rápida de modos de transporte com baixo nível de emissões e das infraestruturas e combustíveis para os apoiar; um alinhamento das políticas fiscais com os objetivos do Pacto Ecológico Europeu; medidas de prevenção da fuga de carbono; instrumentos destinados a preservar e a aumentar os sumidouros naturais de carbono na UE. Assim, a Comissão Europeia propõe para os Estados Membros:

- Baixar o limite máximo global de emissões, aumentar a sua taxa anual de redução, eliminar progressiva as licenças de emissão gratuitas para a aviação e aumentar a dimensão dos fundos de inovação e de modernização, através da aplicação do **Sistema de Comércio de Licenças de Emissão (CELE), que fixa um preço para o carbono;**
- **Gastar a totalidade das suas receitas do comércio de licenças de emissão em projetos relacionados com o clima e a energia.** Uma parte específica das receitas do novo sistema dedicado aos **transportes rodoviários e edifícios** deverá **abordar o possível impacto social nas famílias vulneráveis, nas microempresas e nos utentes dos transportes;**
- Atribuir metas reforçadas de redução das emissões, através do **Regulamento Partilha de Esforços**, para: **os edifícios; o transporte rodoviário e o transporte marítimo doméstico; a agricultura; os resíduos e as pequenas indústrias;**
- Estabelecer uma meta **global da UE para a remoção de carbono por sumidouros naturais até 2030, equivalente a 310 milhões de toneladas de emissões de CO₂**, através do **Regulamento Uso do Solo, Alteração do Uso do Solo e Florestas**. Até 2035, a UE deverá procurar alcançar a neutralidade climática nos setores da utilização dos solos, da silvicultura e da agricultura, incluindo também outras emissões agrícolas que não as de CO₂, como as provenientes da utilização de fertilizantes e da pecuária;
- **Estabelecer plano para a plantação de três mil milhões de árvores em toda a Europa até 2030**, através da **Estratégia da UE para as Florestas**, que visa melhorar a qualidade, a quantidade e a resiliência das florestas da UE e apoia os silvicultores e a bio economia baseada nas florestas, mantendo simultaneamente a sustentabilidade da extração e da utilização da biomassa, preservando a biodiversidade;
- **Fixar uma meta reforçada de 40 % de produção energética a partir de fontes renováveis, até 2030**, através da **Diretiva Energias Renováveis**. Todos os Estados-Membros contribuirão para este objetivo, sendo propostos metas específicas para a **utilização de energia de fontes renováveis nos transportes, no aquecimento e arrefecimento, nos edifícios e na indústria;**
- Estabelecer uma meta anual vinculativa mais ambiciosa de redução do consumo de energia, através da Diretiva Eficiência Energética, em que o **setor público terá de renovar anualmente 3 % dos seus edifícios**, a fim de impulsionar a vaga de renovação, criar postos de trabalho e reduzir o consumo de energia e os custos para os contribuintes;
- **Implementar normas mais rigorosas em matéria de emissões de CO₂ para automóveis de passageiros e veículos comerciais ligeiros**, para acelerar a transição para uma mobilidade sem emissões. Está prevista uma **diminuição das emissões médias dos automóveis novos de 55 %, a partir de 2030, e de 100 %, a partir de 2035**, em comparação com os níveis de 2021. O **Regulamento Infraestrutura para Combustíveis Alternativos** revisto exigirá **que os Estados-Membros aumentem a capacidade de**

- carregamento em consonância com as vendas de automóveis sem emissões** e instalem pontos de carregamento e de abastecimento a intervalos regulares nas principais autoestradas: a cada 60 km para o carregamento elétrico e a cada 150 km para o abastecimento de hidrogénio.;
- **Obrigar os fornecedores de combustíveis a misturar níveis crescentes de combustíveis sustentáveis para a aviação, nomeadamente combustíveis sintéticos hipocarbónicos**, e incentivar a utilização de combustíveis navais sustentáveis e de tecnologias com emissões nulas, ao abrigo do Regulamento Infraestrutura para Combustíveis Alternativos, da **Iniciativa ReFuelEU Aviação** e da **Iniciativa FuelEU Transportes Marítimos**;
 - **Rever a Diretiva Tributação da Energia para alinhar a tributação dos produtos energéticos com as políticas da UE em matéria de energia e clima**, promovendo tecnologias limpas e eliminando isenções obsoletas e taxas reduzidas que atualmente incentivam a utilização de combustíveis fósseis;
 - **Criar um novo mecanismo de ajustamento das emissões de carbono nas fronteiras que atribuirá um preço ao carbono nas importações** de uma seleção específica de produtos, a fim de garantir que a ambiciosa ação climática da Europa não conduza a uma «fuga de carbono».

A neutralidade climática requer uma contribuição de todos os setores económicos cujas emissões ou remoções de GEE estejam regulamentadas no direito da União. Na sequência da política europeia para as alterações climáticas, em Portugal, em sede da Assembleia da República, decorrem os trabalhos para a futura Lei nacional do clima.

Portugal

Portugal é um país com compromissos internacionais fortes, em matéria de ambiente e de alterações climáticas, sendo signatário da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e do Acordo de Paris. Na 22.ª sessão da Conferência das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (COP22), 2016, ocorrida em Marraquexe, comprometeu-se a assegurar a neutralidade das suas emissões até final de 2050, com o objetivo de atingir a descarbonização da economia nacional.

Portugal foi, em 2010, um dos pioneiros a nível europeu na adoção da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas, aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 24/2010, de 1 de abril, sustentada nos primeiros estudos sobre esta matéria em Portugal (projetos SIAM I e SIAM II). Esta estratégia foi posteriormente revista pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015, de 30 de julho, que aprovou a Estratégia Nacional para Adaptação às Alterações Climáticas 2020 (ENAAAC 2020), que é norteadora por três objetivos principais: melhorar o nível de conhecimento sobre as alterações climáticas; implementar medidas de adaptação; promover a integração da adaptação em políticas sectoriais.

O recente Programa AdaPT, apoiado pelo Mecanismo Financeiro do Espaço Económico Europeu, foi o programa piloto para a adaptação em Portugal e originou projetos estruturantes no processo de adaptação, de que é exemplo o Climadapt.local, que teve como resultados principais as 27 estratégias municipais de adaptação e o Portal do Clima.

Atualmente, a política climática nacional 2020 – 2030, tem por base:

1. Quadro Estratégico para a Política Climática 2020 - 2030 (QEPiC): Estabelece a visão e os objetivos da política climática, assegurando a resposta nacional aos compromissos já assumidos para 2020 e propostos para 2030 no âmbito da União Europeia e, a nível nacional, do Compromisso para o Crescimento Verde (CCV), estabelecendo um quadro articulado de

instrumentos de política climática no horizonte 2020 - 2030. Este documento constitui uma inovação na política climática.

2. Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC 2020 - 2030): visa garantir o cumprimento das metas nacionais em matéria de alterações climáticas dentro das áreas transversais e de intervenção integrada tendo em vista uma organização das medidas mais vocacionada para a sua implementação, assegurando uma trajetória sustentável de redução das emissões nacionais de gases com efeito de estufa, de forma a alcançar uma meta de redução de emissões de -18% a -23%, em 2020, e de -30% a -40%, em 2030, em relação a 2005, garantindo o cumprimento dos compromissos nacionais de mitigação e colocando Portugal em linha com os objetivos europeus nesta matéria.

3. Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas 2020 (Resolução do Conselho de Ministros n.º 24/2010, de 1 de abril, posteriormente revisto pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015, de 30 de julho (ENAAC 2020)): Estabelece os objetivos, as atividades e o modelo de organização e funcionamento da estratégia, tendo em vista um país adaptado aos efeitos das alterações climáticas, através da contínua implementação de soluções baseadas no conhecimento técnico-científico e em boas práticas.

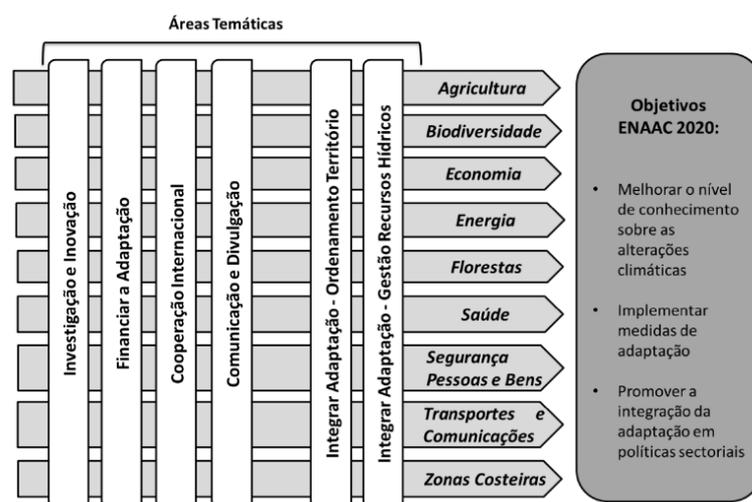


Figura 1.2 - Esquema representativo das áreas temáticas e setores prioritários (Fonte: Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas 2020, pág. 18)

O Programa de Ação para a Adaptação às Alterações Climáticas (P-3AC), aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 130/2019, de 2 de agosto, visa concretizar o segundo objetivo da ENAAC 2020 - implementar medidas de adaptação -, essencialmente identificando as intervenções físicas com impacto direto no território. Para o efeito, estabelece as linhas de ação e as medidas prioritárias de adaptação, identificando as entidades envolvidas, os indicadores de acompanhamento e as potenciais fontes de financiamento.

As nove linhas de ação estabelecidas pelo P-3AC visam a redução dos principais impactos e vulnerabilidades do território, designadamente: a) aumento da frequência e da intensidade de incêndios rurais; b) aumento da frequência e da intensidade de ondas de calor; c) aumento da frequência e da intensidade de períodos de seca e de escassez de água; d) aumento da

suscetibilidade à desertificação; e) aumento da temperatura máxima; f) aumento da frequência e da intensidade de eventos de precipitação extrema; g) subida do nível das águas do mar, e h) aumento de frequência e da intensidade de fenómenos extremos que provocam galgamento e erosão costeiros.

Este programa estabelece que as entidades da Administração Local e suas associações são consideradas como entidades executoras/beneficiárias das linhas de ação e medidas constantes do anexo I do referido plano.

Município de Coimbra

O Município, para além do Plano Diretor Municipal, do Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios e do Plano Especial de Emergência para Cheias e Inundações no Concelho de Coimbra, tem vindo a desenvolver diversas ações que se enquadram no espírito do combate às alterações climáticas, nomeadamente no objetivo do desenvolvimento sustentável 13 - Adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos, que a título de exemplo se referem:

- Execução da obra de desassoreamento da albufeira do Açude Ponte de Coimbra;
- Requalificação da rede hidrográfica;
- Construção de Ciclovias;
- Aquisição de autocarros elétricos;
- Implementação do plano de arborização;
- Implementação de medidas de eficiência energética nos edifícios municipais;
- Regulamento Municipal Coimbra Cidade Sustentável;
- Implementação de medidas para a desmaterialização de processos;
- Instalação de dispositivos de controlo e redução da velocidade rodoviária.

1.3. A decisão da Câmara Municipal de Coimbra

Atualmente, o nosso planeta enfrenta enormes desafios económicos, sociais e ambientais, que obrigam aos governos nacionais, regionais e municipais, bem como à sociedade civil adotar medidas que permitam alterar o ciclo negativo das consequências das alterações climáticas, nomeadamente os danos patrimoniais, na saúde, na economia e nos ecossistemas, tornando a vida na Terra mais sustentável. Trata-se, pois, de um problema global, cuja resolução será o somatório de todas as iniciativas locais, nomeadamente as tuteladas pelos municípios, de forma a termos a natural valorização do território e a construção de uma sociedade mais adaptada às alterações climáticas.

Os governos, a vários níveis, estão a começar a desenvolver políticas e planos de adaptação, e a integrar os aspetos relacionadas com o clima nos planos de desenvolvimento mais abrangentes. Portugal contribuirá internacionalmente para os objetivos do Acordo de Paris através do compromisso de redução das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) de modo que o balanço entre estas emissões e a remoção ou captura de GEE da atmosfera (por

exemplo, através do sequestro de carbono florestal ou agrícola) seja nulo em 2050. Este compromisso encontra-se materializado no Roteiro de Neutralidade Carbónica 2050.

O Sr. Vice-Presidente da Câmara, Dr. Carlos Cidade, através do mail de 26 de novembro, de 2019, estabelece as orientações para a criação da Equipa para a elaboração do Programa Municipal para as Alterações Climáticas, face aos impactos inevitáveis das alterações climáticas e à necessidade de prevenção e gestão dos riscos naturais daí resultantes em paralelo com os esforços de mitigação, e consciente da necessidade imperiosa da definição e implementação de medidas de adaptação e mitigação, e em linha com os compromissos internacionais, nacionais e políticas públicas do ambiente, nomeadamente o Programa de Ação para a Adaptação às Alterações Climáticas (P-3AC), e cumprindo objetivo 13 - Adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos- da Agenda 2030 das Nações Unidas.

A Câmara Municipal de Coimbra, na reunião de 9 de dezembro de 2019, aprovou a constituição da Equipa para a elaboração do Programa Municipal para as Alterações Climáticas (deliberação nº 1463/2019).

O projeto, com a duração de 12 meses, podendo ser prorrogável, tem os seguintes objetivos:

- Analisar a situação atual e identificar os problemas nos seguintes domínios e temáticas: Agricultura; Biodiversidade; Economia; Energia, Florestas; Saúde; Segurança de pessoas e bens; Transportes e comunicações;
- Propor as ações a desenvolver em cada um dos domínios referidos em 1, avaliando o contributo de cada uma para a adaptação e a mitigação do efeito produzido pelas alterações climáticas;
- Identificar os serviços municipais responsáveis pela materialização dessas ações.

Para a elaboração do Programa Municipal estão envolvidas as seguintes unidades orgânicas da CMC: Departamento de Planeamento e Estudos Estratégicos; Departamento de Espaço Público, Mobilidade e Trânsito; Departamento de Edifícios e Equipamentos Municipais; Departamento de Desenvolvimento Social, Saúde e Ambiente; Departamento de Educação, Desporto e Juventude, Serviço Municipal de Proteção Civil; Companhia Municipal de Bombeiros Sapadores; Serviços Municipalizados de Transportes Urbanos de Coimbra; Águas de Coimbra.

A Câmara Municipal de Coimbra, na reunião de 22 de março de 2022, deliberou pela sujeição do documento a um processo de consulta pública, no prazo de 30 dias, para pronúncia e contributos da sociedade e das suas organizações (deliberação nº 2335/2021).

Neste contexto, a consulta pública do Programa Municipal para as Alterações Climáticas decorreu de 1 de abril a 13 de maio (Edital N.º 82/2021, de 30 de março).

CAPÍTULO 2 | METODOLOGIA E ESTRUTURA

Responder a riscos relacionados com o clima envolve a tomada de decisões num mundo em mudança, com uma incerteza contínua sobre a gravidade e duração dos impactos das alterações climáticas e com limites à eficácia da adaptação. No Mundo, e particularmente em Portugal, os organismos públicos, as empresas, as universidades, as organizações e as pessoas estão a mudar os seus comportamentos e a tomarem medidas de adaptação ao clima local, organizando as suas atividades, os seus territórios, os locais onde vivem e as suas vidas, por forma a tirar partido dos aspetos positivos e a protegerem-se de eventuais problemas e limitações que esse mesmo clima lhes coloque.

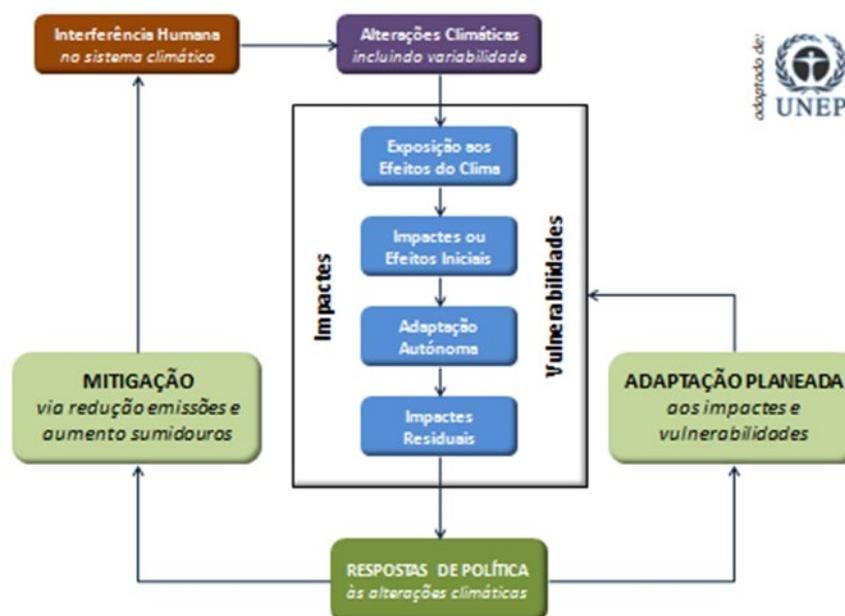


Figura 2.1 – Resposta política às alterações climáticas, através de medidas de adaptação e mitigação (Extraído de <https://apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=118>, em 12/04/2020)

A temática das alterações climáticas e a necessária adaptação aos seus impactos, constituem um desafio que é necessário enfrentar de forma estruturada, de modo a prevenir os seus efeitos, capitalizando os seus benefícios e reduzindo riscos e perdas. Trata-se, por isso, de uma prioridade das políticas públicas, e concretamente das municipais, *“Pensar global, agir local”*.

A abordagem metodológica definida para a elaboração do Programa Municipal para as Alterações Climáticas, com as necessárias adaptações à realidade municipal, é a recomendada pelo Ministério do Ambiente e da Transição Energética, constante nos Guias Metodológicos do Projeto “ClimAdaPT.Local”, utilizados na elaboração de estratégias municipais de adaptação. Complementarmente, utilizou-se o esquema adaptativo do “Adaptation Wizard”, desenvolvido no Reino Unido pelo UKCIP (UK Climate Impacts Programme), as recomendações/orientações do The European Climate Adaptation Platform Climate – ADAPT

e do Intergovernmental Painel on Climate Change (IPCC), do Climate Change Adaptation Strategy | City of Vancouver, e outros documentos de suporte técnico e científico.

O Programa em elaboração terá em consideração os seguintes documentos:

- Acordo de Paris;
- Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas;
- Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS) para 2018 da Direção-Geral do Território (DGT);
- Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAAC 2020);
- Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade 2030;
- Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável;
- Estratégia Nacional de Educação Ambiental (ENEA2020);
- Pacto Ecológico Europeu, Green Deal;
- Plano Especial de Emergência para Cheias e Inundações no Concelho de Coimbra;
- Plano de Ordenamento da Reserva Natural do Paul de Arzila;
- Plano Diretor Municipal de Coimbra;
- Plano de Gestão de Risco de Inundação RH4 - Mondego Vouga e Liz;
- Plano de Gestão dos Recursos Hídricos RH4 – Mondego Vouga e Liz;
- Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas da CIM Região de Coimbra;
- Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios;
- Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil de Coimbra;
- Plano Nacional Integrado de Energia e Clima (2021-2030);
- Política climática nacional: Quadro Estratégico para a Política Climática 2020/2030 (QEPiC);
- Programa de Ação para a Adaptação às Alterações Climáticas (P-3AC);
- Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território;
- Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) 2020/2030;
- Programa Regional de Ordenamento Florestal do Centro Litoral;
- Relatórios de avaliação do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC);
- Resolução do Parlamento Europeu sobre a Emergência Climática e Ambiental (2019/2930(RSP));
- Resolução Parlamento sobre a Conferência da ONU sobre Alterações Climáticas (COP25);
- Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC2050).

Web sites de referência:

- [https://apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81;](https://apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81)
- [https://climate-adapt.eea.europa.eu/;](https://climate-adapt.eea.europa.eu/)
- [www.climadapt-local.pt;](http://www.climadapt-local.pt)
- [https://climate.copernicus.eu/;](https://climate.copernicus.eu/)
- [https://ec.europa.eu/clima/change/causes_pt;](https://ec.europa.eu/clima/change/causes_pt)

- https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation_en;
- <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>;
- <https://www.eea.europa.eu/publications/floodplains-a-natural-system-to-preserve-and-restore>;
- <https://www.eea.europa.eu/pt>;
- <https://www.eea.europa.eu/pt/pressroom/newsreleases/evidencia-das-alteracoes-climaticas-em>;
- <https://eurocid.mne.gov.pt/alteracoes-climaticas>;
- <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>;
- <https://nacoesunidas.org/tema/agenda2030/>;
- <https://www.nasa.gov/subject/3127/climate/>;
- <https://vancouver.ca/green-vancouver/climate-change-adaptation-strategy.aspx>;
- <https://www.ukcip.org.uk/wizard/about-the-wizard/>.

Fontes de bases de dados:

- Comando Distrital de Operações de Socorro de Coimbra/Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC);
- Companhia Municipal de Bombeiros Sapadores;
- Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment - CORDEX (<http://www.cordex.org/>);
- Direção-Geral do Território (<https://www.dgterritorio.gov.pt/>);
- Instituto Nacional de Estatística (https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_main&xpid=INE);
- Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra (<http://www1.ci.uc.pt/iguc/clima.htm>);
- Portal do Clima do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, IP (<http://portaldoclima.pt/pt/>);
- Portal do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P. – ICNF (<http://www2.icnf.pt/portal/florestas/dfci/inc>);
- Portal do IPMA (<https://www.ipma.pt/>);
- Serviço Municipal de Proteção Civil;
- WorldClim(<http://www.fao.org/land-water/land/land-governance/land-resources/planningtoolbox/category/details/en/c/1043064/> & <https://www.worldclim.org/data/index.html>).

Legislação base:

- Regulamento (UE) 2021/1119 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de junho de 2021 que cria o regime para alcançar a neutralidade climática e que altera os Regulamentos (CE) n.º 401/2009 e (UE) 2018/1999 («Lei europeia em matéria de clima»);
- Resolução de Conselho de Ministros n.º 20/2015, de 14 de abril, reestrutura o Sistema Nacional de Inventário de Emissões por Fontes e Remoções por Sumidouros de Poluentes Atmosféricos (SNIERPA);
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015, de 30 de julho, aprova o Quadro Estratégico para a Política Climática (QEPiC), o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC 2020/2030), a

Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC 2020) e cria a Comissão Interministerial do Ar e das Alterações Climáticas (CIAAC);

- Resolução do Conselho de Ministros n.º 45/2016, de 26 de agosto, cria o Sistema Nacional para Políticas e Medidas (SPeM);
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 130/2019, de 2 de agosto. Aprova o Programa de Ação para a Adaptação às Alterações Climáticas (P-3AC). Complementa e sistematiza os trabalhos realizados no contexto da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC 2020), aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015, de 30 de julho, tendo em vista o seu segundo objetivo, o de implementar medidas de adaptação.

Foram identificados e analisados os seguintes setores estratégicos: Agricultura; Biodiversidade; Economia; Educação para a Cidadania Ambiental; Energia: Florestas; Recursos Hídricos; Saúde, Segurança de pessoas e bens; Transportes e comunicações; Outros (ordenamento do território, gestão de resíduos, etc.).

Para minimizar os impactos das alterações climáticas, sobre estes sectores, foram definidas as principais as ações, cujas medidas a implementar são de dois tipos:

- Mitigadoras;
- Adaptativas.

Em síntese, a metodologia do projeto ClimAdaPT.Local, que é uma adaptação da metodologia UKCIP Adaptation Wizard, estabelece que o planeamento de adaptação, deve considerar um ciclo de etapas, sequências e interrelacionadas. Uma vez que 'Adaptação' significa um processo contínuo, os municípios, nas suas Estratégias Municipais de Adaptação (EMAAC), deverão repetir cada ciclo de desenvolvimento estratégico várias vezes ao longo do tempo, designadamente:

- Preparação dos trabalhos de elaboração da estratégia municipal de adaptação;
- Identificação dos impactos e das vulnerabilidades atuais;
- Identificação dos impactos e das vulnerabilidades futuras;
- Identificação das opções de adaptação;
- Avaliação das opções de adaptação;
- Integração das opções de adaptação, monitorização e revisão.

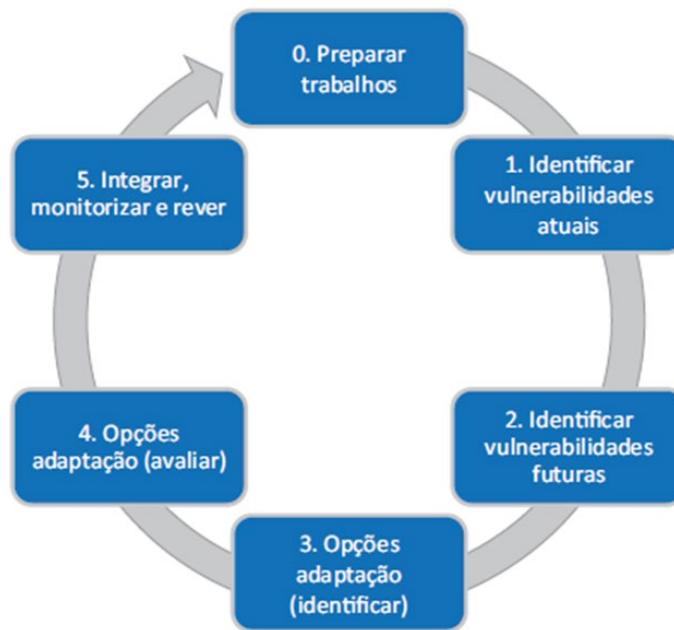


Figura 2.2 – Esquema conceitual representativo da base metodológica ADAM, utilizada para o desenvolvimento das EMAAC, no âmbito do projeto ClimAdaPT.Local (Extraído do Guia Metodológico para Elaboração de Estratégias Municipais de Adaptação às Alterações Climáticas, p. 5)

Neste âmbito foram estabelecidas 6 fases de trabalho, de acordo com as respetivas etapas, conforme o organograma da figura 2.3, a saber:

- Fase 1. Preparação dos Trabalhos de Elaboração da Estratégia Municipal para as Alterações Climáticas;
- Fase 2. Caracterização e Caracterização Climática;
- Fase 3. Identificação e Avaliação de Vulnerabilidades;
- Fase 4. Estratégia de Adaptação e Mitigação;
- Fase 5. Consulta dos *Stakeholders*;
- Fase 6. Programa de Ação e Monitorização.

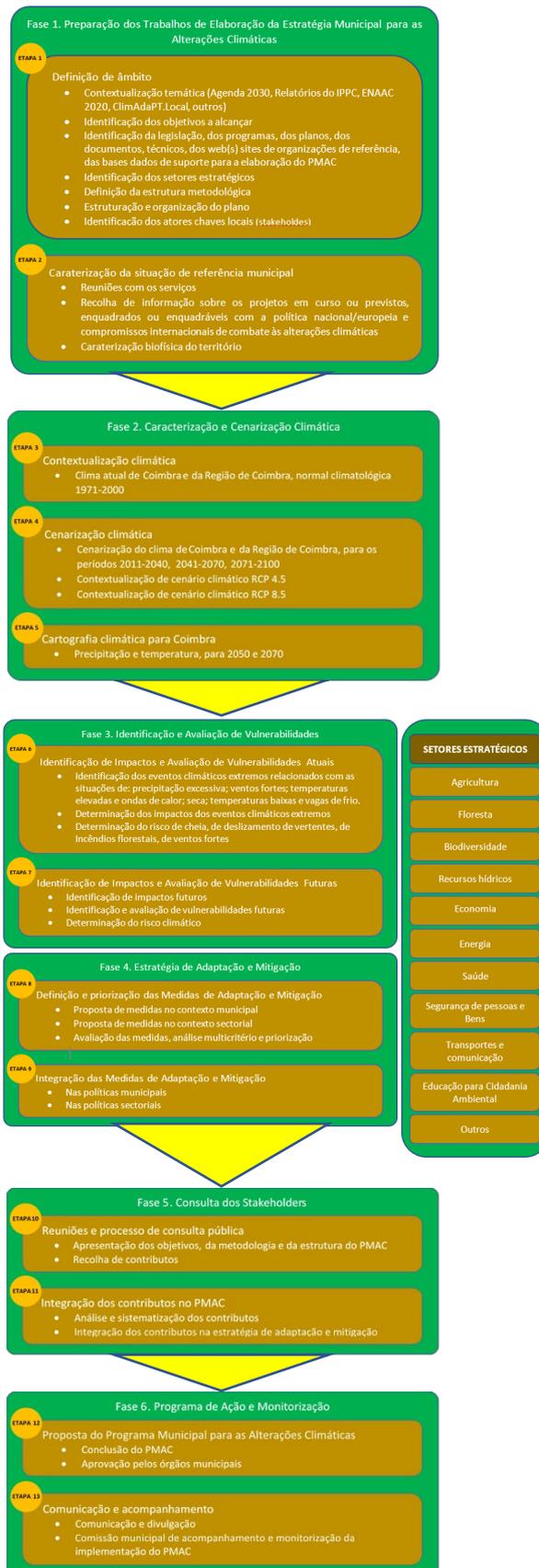


Figura 2.3 – Fases para da elaboração do Programa Municipal para as Alterações Climáticas

Estrutura do documento: O Programa Municipal para as Alterações Climáticas (PMAC) está estruturado em 8 capítulos, a saber:

Quadro 2.1 – Síntese dos capítulos do PMAC

Capítulo	Síntese do conteúdo
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	Contextualiza da temática das alterações climáticas e das políticas publicas a nível Mundial, Europeu, Nacional e Municipal.
CAPÍTULO 2 METODOLOGIA E ESTRUTURA	Apresenta o processo metodológico a desenvolver, as principais fontes de informação, as bases de dados, as etapas metodológicas e a estrutura do PMAC.
CAPÍTULO 3 ENQUADRAMENTO E CARATERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE COIMBRA	Faz a caraterização biofísica do território, a partir do PDM.
CAPÍTULO 4 CENARIZAÇÃO CLIMÁTICA	Carateriza o clima atual de Coimbra e Região, a partir da normal climatológica 1971 – 2000. Procede à cenarização climática a partir dos modelos climáticos, designados por Representative Concentration Pathways, RCP4.5 e RCP8.5, dividida por três períodos: 2011-2040 (futuro próximo); 2041-2070 (futuro intermédio); 2071-2100 (futuro longínquo). Elaboração de cartografia climática.
CAPÍTULO 5 IMPACTOS E VULNERABILIDADES DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS	Carateriza as vulnerabilidades climáticas já observadas, a sua projeção até final do séc. XXI e os impactos associados. Procede à avaliação, ao cálculo e à análise de tendências dos riscos naturais (Matriz da ANPC e Matriz Oregon Emergency Management). Avalia o risco climático e os seus impactes, para o território do Município de Coimbra. Identifica a capacidade regulamentar e operacional já existente para resposta aos eventos meteorológicos extremos.
CAPÍTULO 6 ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO	Define a visão estratégica e os objetivos do PMAC. Identifica e carateriza as ações e as medidas de adaptação e mitigação que resultam das propostas das unidades orgânicas municipais e da consulta dos stakeholders, e que permitem ao Município responder às vulnerabilidades e aos riscos climáticos.
CAPÍTULO 7 PROGRAMA DE AÇÃO	Descreve a proposta do PMAC, nomeadamente: avalia, prioriza, calendariza a implementação e a monitorização das medidas de adaptação e mitigação; identifica os principais programas de financiamento; estabelece o formato do acompanhamento.
CAPÍTULO 8 CONCLUSÃO	Sintetiza as propostas de ação mais relevantes e a estratégia a implementar pelo Município para as alterações climáticas.
OUTROS	Referências bibliográficas, glossário, siglas e acrónimos, índice de figuras e índice de quadros.

A terminologia constante do glossário é a usada nos guias metodológicos do projeto “ClimAdaPT.Local”, no glossário meteorológico (<https://www.ipma.pt/pt/educativa/glossario/meteorologico/>), no Portal do Clima (<http://portaldoclima.pt/pt/o-projeto/glossario/a/>), pela Organização Meteorológica Mundial e nos relatórios do International Plant Protection Convention (IPPC).

CAPÍTULO 3 | ENQUADRAMENTO E CARATERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE COIMBRA

3.1. Enquadramento geográfico

O Município de Coimbra, com uma área de 319,41 km² repartida por 18 freguesias e Uniões de freguesias e com uma população residente estimada para o ano de 2019 de 134166 pessoas¹, localiza-se na Região Centro Litoral de Portugal e na fachada atlântica da Península Ibérica e União Europeia.



Figura 3.1 – Coimbra na Península Ibérica

Esta localização, posiciona Coimbra de forma privilegiada sobre os grandes eixos do sistema de transportes terrestres e de telecomunicações, estruturantes da faixa de maior dinamismo económico-empresarial e demográfico de Portugal (a faixa litoral entre Setúbal e Braga) e do corredor de ligação à Europa.

Nesta faixa, Coimbra localiza-se no eixo de transportes (rodo e ferroviário) Norte/Sul, a cerca de 100 km do Porto e 200 km de Lisboa e no corredor de ligações terrestres à Europa,

¹ De acordo com a população residente estimada pelo Instituto Nacional de Estatística (INE)

constituído pelos IP3 e A25, com ligação à rede de autoestradas europeias através da “A-62 Autovia de Castilla” e pela linha de caminho-de-ferro da Beira Alta.

Desta forma, Coimbra é um território incontornável na articulação entre as áreas metropolitanas de Lisboa e Porto, entre o sul e o norte do País e deste com o norte e centro da Europa.

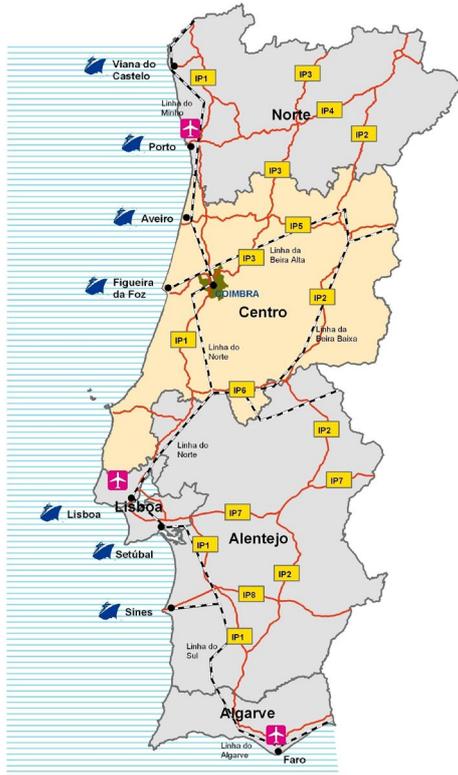


Figura 3.2 – Coimbra no País e na Região Centro



Figura 3.3 – Coimbra na Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra

Em termos de associativismo municipal, Coimbra integra a Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra (CIM-RC), que para além de Coimbra, é constituída pelos municípios de Arganil, Cantanhede, Condeixa-a-Nova, Figueira da Foz, Góis, Lousã, Mealhada, Mira, Miranda do Corvo, Montemor-o-Velho, Mortágua, Oliveira do Hospital, Pampilhosa da Serra, Penacova, Penela, Soure, Tábua e Vila Nova de Poiares.

O Município de Coimbra ocupa no interior da Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra uma posição de liderança indiscutível. Da população residente na CIM-RC², mais de 30 % residem em Coimbra.

Este faz fronteira com os municípios de Cantanhede, Mealhada, Penacova, Vila Nova de Poiares, Miranda do Corvo, Condeixa-a-Nova e Montemor-o-Velho e é constituído por um conjunto de

² Segundo o INE, a população residente estimada para a CIM-RC em 2019 é de 433.923 habitantes

unidades de paisagem diversificadas, determinadas por fatores de natureza lítica, morfológica e estrutural, bem como pela dinâmica e evolução do rio Mondego.

Assim, Coimbra tem uma localização geográfica singular resultante da sua inserção na transição das duas grandes unidades geomorfológicas da região – a Orla Litoral e o Maciço Central, identificadas, grosso modo, com as bacias do Vouga e do Mondego e áreas de abrasão marinha, a primeira, e pelas zonas de planalto e serras do interior, a segunda.

A estas unidades correspondem formas e dinâmicas de ocupação diferentes, verificando-se maiores densidades de ocupação e maior dinamismo demográfico e económico/empresarial no litoral do que no interior.

Orlando Ribeiro (1968) descreveu esta relação da seguinte forma: *“Coimbra situa-se assim na fronteira de dois mundos: a jusante da saída do maciço antigo o rio espraia-se, a paisagem abre-se e humaniza-se, nas vilas e aldeias aglomeradas que bordejam o Campo (algumas com este complemento) e na intensa ocupação agrária da várzea, entre um rio caprichoso que, por vezes, os homens intentaram corrigir”*.

É de destacar que Coimbra pertence a uma unidade geográfica diferenciada no conjunto da região pela paisagem, pela história e património, pelos recursos naturais e tradição agrícola – o Vale do Mondego e, em particular, o Baixo Mondego.

Releva-se, assim, a posição geoestratégica singular de Coimbra potenciada pela grande centralidade na rede urbana nacional e de porta privilegiada de “acesso” à Europa e, ainda, pela sua posição de “Município – Charneira” entre diversos espaços diferenciados sob os aspetos geomorfológico, geo económico, paisagístico e histórico-cultural.

3.2. Território e paisagem

O território do concelho de Coimbra reparte-se por duas unidades estruturais distintas – o Maciço Hespérico e a Orla Meso-cenozóica Ocidental – decorrentes das unidades litológicas presentes, que se manifestam ao nível de formas de relevo e, conseqüentemente, dos declives.

Do ponto de vista morfológico ressaltam, a leste, os relevos xistentos do Maciço Marginal de Coimbra com hipsometrias próximas dos 500 m, cortados pelos vales onde correm os rios Mondego e Ceira e seus afluentes. A oeste encontram-se formas suaves de colinas areno-conglomeráticas e calcárias que muito raramente ultrapassam os 200 m. A presença do Mondego e de alguns dos seus afluentes, a proximidade do oceano e a fraca resistência das unidades líticas ajudam a criar uma vasta planície aluvial – os campos do Mondego.

As cotas observáveis no território, que variam entre os 6 metros nos campos do Mondego e os 495 metros a leste, no limite com o município de Penacova, põem em evidência vários contrastes para o município, decalcados no confronto lítico, no rejogo tectónico e na evolução e dinâmica fluvial.

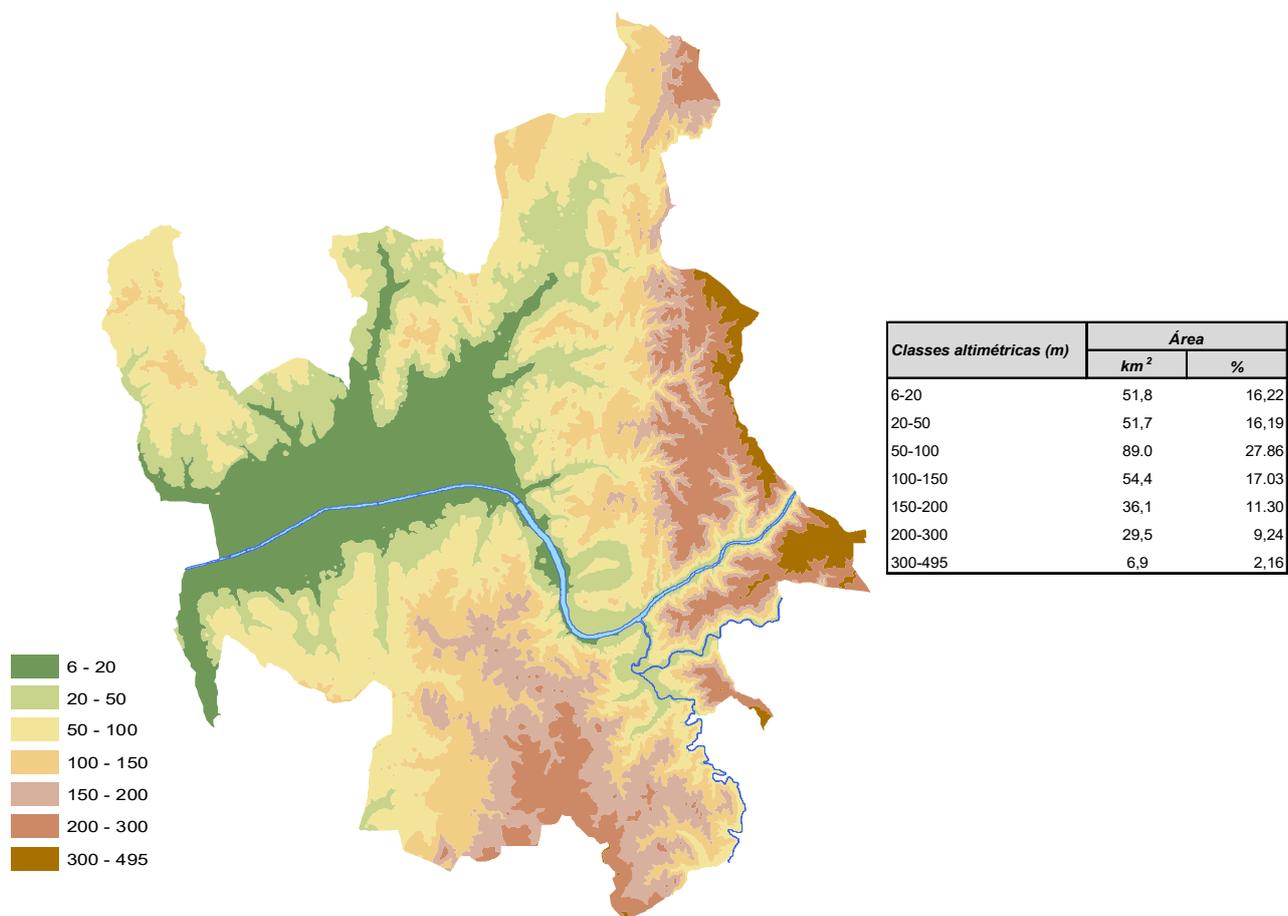


Figura 3.4 – Altimetria (Fonte: PDMC 2014)

Na área do município predomina: i) os terrenos planos (31 %) que correspondem fundamentalmente à planície aluvial do Mondego e seus afluentes; ii) as áreas de declive superior a 25 % que ocupam cerca de 26 % do território e localizam-se, em grande parte, a leste, nas vertentes do Maciço Marginal (Figura 3.4).

O fator declive, embora não determinante, contribui para a instabilidade do território associada a movimentos de massa de vertente. Cerca de 18 % são áreas de moderada a elevada instabilidade, correspondendo a 57 km². Estas situações predominam na zona leste do município onde, para além do declive, a fragilidade dos materiais (unidade xisto-grauvacóide) e algumas falhas e fraturas são as principais géneses destes processos de erosão (Figuras 3.5 e 3.6).

Classes de declive (%)	Área	
	km ²	%
0-2.5	98,3	30,78
2.5-8	38,4	12,02
8-16	51,5	16,12
16-25	45,6	14,28
>25	85,6	26,80

Figura 3.5 – Declives (Fonte: PDMC 2014)

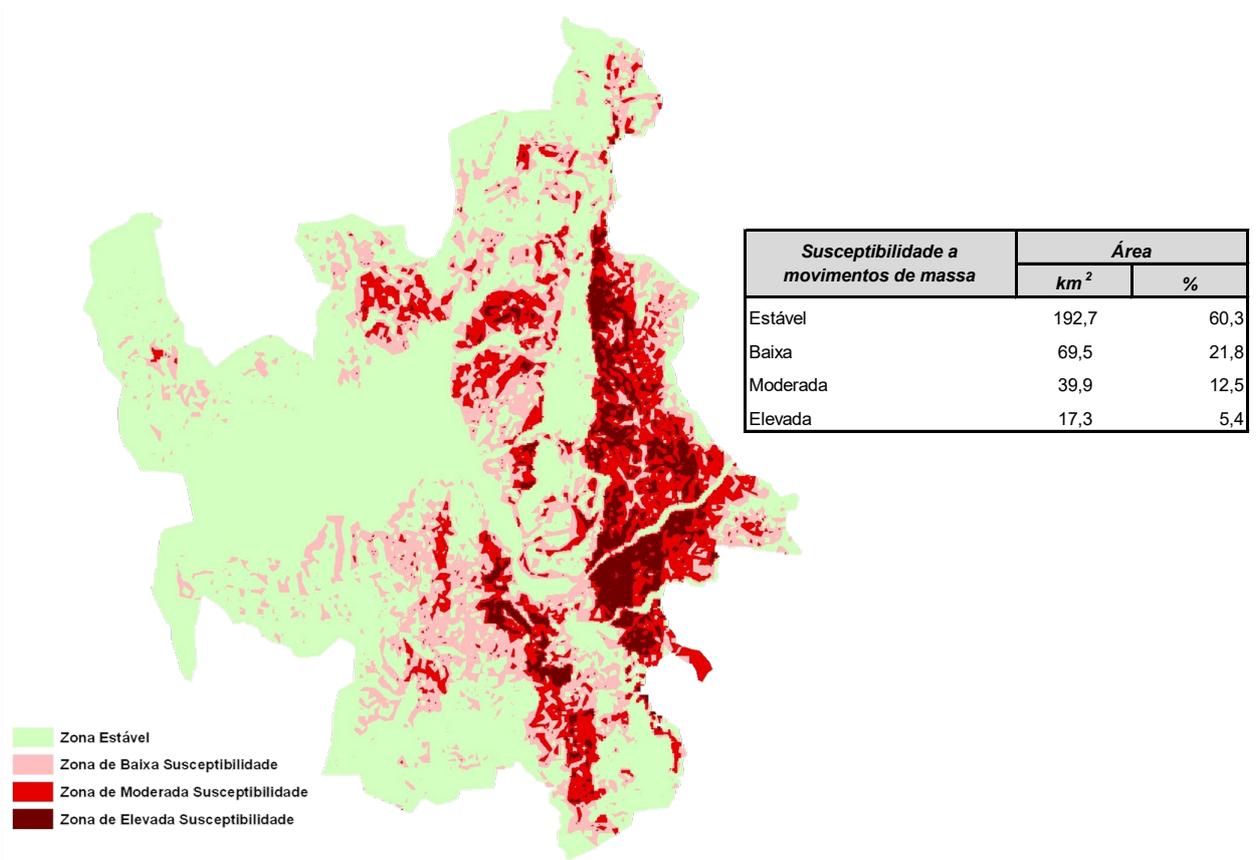


Figura 3.6 – Suscetibilidade a Movimentos de Massa (fonte: UC - FCTUC - DCT 2006)

As encostas apresentam uma exposição quase equitativa para todos os quadrantes, com ligeiro predomínio das encostas voltadas a poente: 20 % contra 15 % das encostas viradas aos outros quadrantes (Figura 3.7).

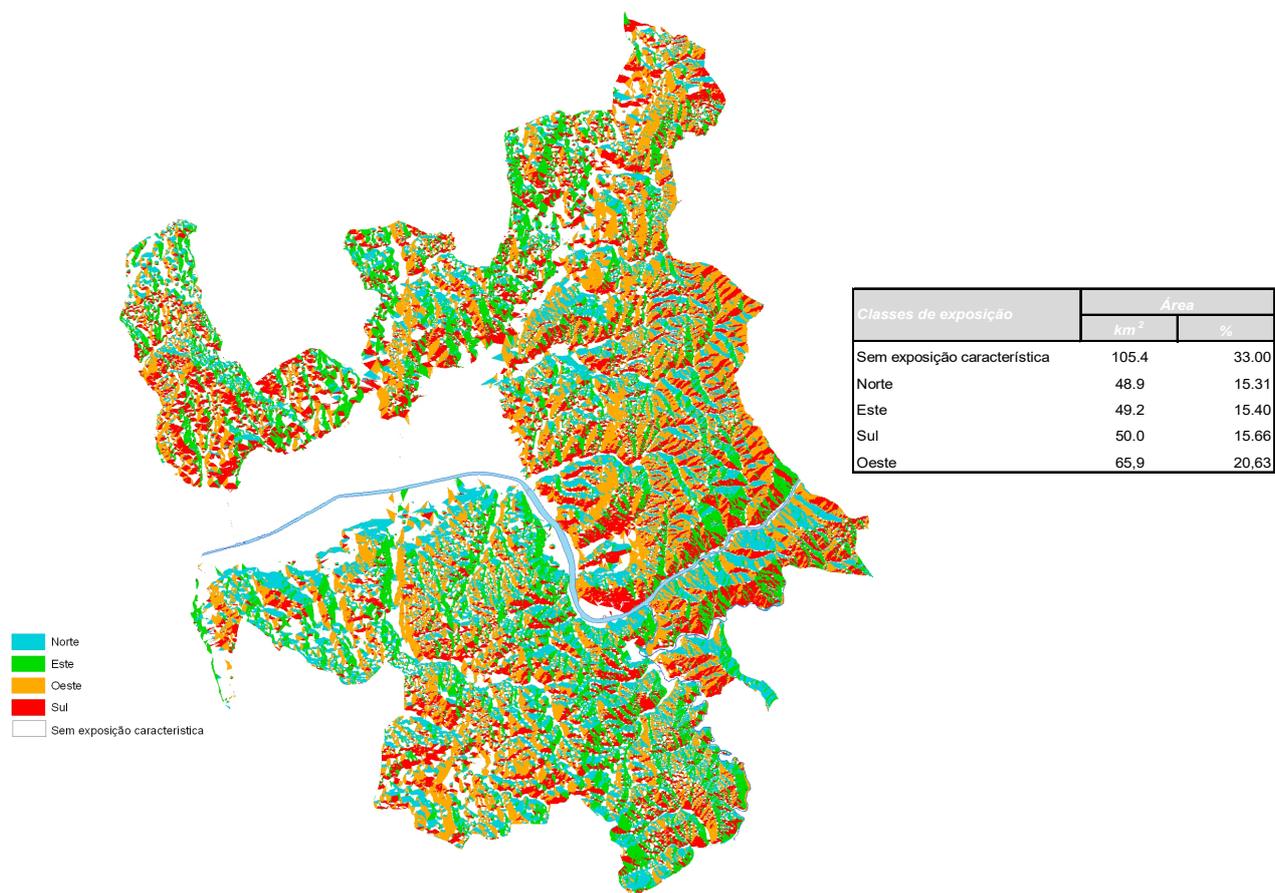
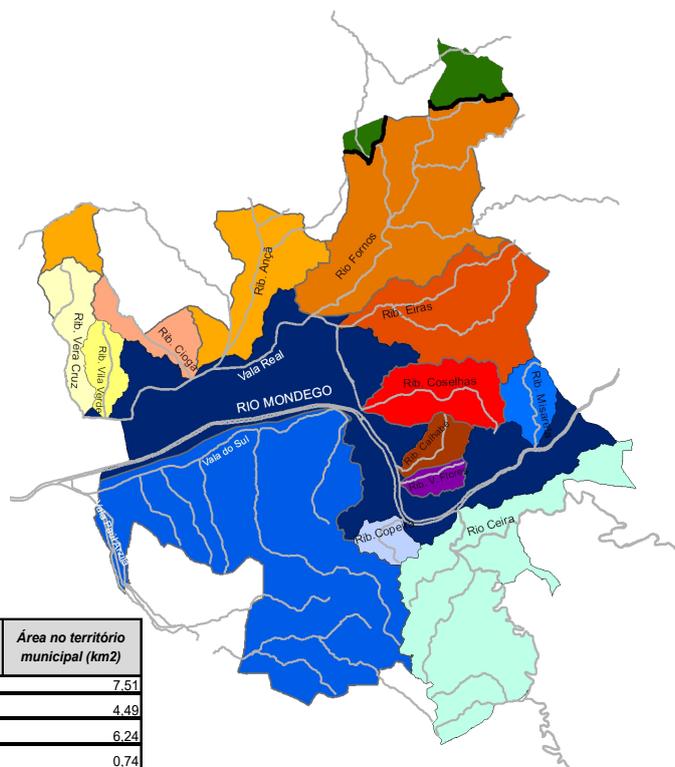


Figura 3.7 – Exposição de Encostas (Fonte: PDMC 2014)

O território de Coimbra encontra-se quase totalmente inserido na bacia hidrográfica do rio Mondego, drenando apenas uma área de cerca de 7 km², a norte, para o rio Vouga, através da ribeira de Santa Cristina (Figura 3.8).



	Sub-bacias hidrográficas	Nº de ordem do afluente	Área no território municipal (km ²)
MONDEGO	Vala da Senhora do Carmo ou Ribeira de Vera Cruz	1	7,51
	Vala do Paúl da Lamarosa ou Ribeira de Vila Verde	1	4,49
	Vala do Paúl da Cioça ou Ribeira da Cioça	1	6,24
	Vala da Carvalho	3	0,74
	Vala da Lenteira ou Vala da Q ^{ta} Branca	3	4,33
	Vala do Vale Travesso, Rib ^o do Pisão ou V. Real	2	8,10
	Ribeira do Olho da Giota ou dos Fornos da Cal	2	4,48
	Ribeira de Ançã ou de Outil	1	2,86
	Total sub-bacia da Ribeira de Ançã ou de Outil		20,51
	Rio Resmungão	2	5,49
	Ribeira do Paço ou de Larça	2	5,11
	Ribeira de S. Martinho	2	5,75
	Rio dos Fornos	1	23,26
	Total sub-bacia do Rio dos Fornos		39,62
	Ribeira de Vilarinho	2	7,02
	Ribeira das Eiras ou de S. Paulo	1	17,48
	Total sub-bacia Ribeira das Eiras ou de S. Paulo		24,50
	Ribeira de Couselhas	1	11,59
	Ribeira do Calhabé	1	4,22
	Ribeira do Vale das Flores	1	2,46
	Ribeira da Misarela	1	5,17
	Ribeira de Pão Quente ou de Casconha	2	4,89
	Ribeira de Vale de Cântaros	2	2,47
	Ribeira da Malga	2	5,22
	Ribeira de Frades ou de Antanho	3	21,38
	Ribeiro de Reveles	3	7,33
	Ribeiro de Vila Pouca	3	3,41
	Ribeiro da Fonte ou do Ameal	3	3,15
	Vala do Sul, Marginal ou Real, Rib ^o dos Covões	2	18,24
	Vala de Pereira, do Paul de Arzila ou Rib ^o de Cernache	1	10,93
	Total sub-bacia V. de Pereira, P. de Arzila ou Rib^o de Cernache		77,02
	Ribeiro do Copeiro	1	3,24
Ribeiro do Vale do Inferno	4	4,68	
Ribeira da Flor da Rosa	3	3,61	
Ribeiro dos Cartaxos	3	8,16	
Ribeiro de Castelo Viegas	3	3,65	
Rio Corvo ou Dueça	2	8,61	
Rio Ceira	1	11,35	
Total sub-bacia do Rio Ceira		40,06	
Rio Mondego - escoamento directo		66,18	
VOUGA	Barranco do Canedo	3	1,62
	Rio Cértima ou Ribeira de Santa Cristina	2	5,01
	Total sub-bacia do Rio Cértima ou Ribeira de Santa Cristina		6,63

Figura 3.8 – Bacias e sub-bacias Hidrográficas

O que ressalta da hidrografia do território do Concelho de Coimbra do rio Mondego é o percurso de leste para oeste, com as suas inflexões de traçado e, sobretudo, com a amplitude do seu plano aluvial. A estes aspetos associam-se ainda a morfologia das vertentes, o caudal líquido (por vezes intempestuoso) e o volume de materiais transportados e depositados, causas e consequências de cheias e inundações. As zonas inundáveis³ (41,81 km²) localizam-se essencialmente ao longo dos campos do Mondego e dos vales dos seus afluentes. Para além destas, há algumas áreas, muitas delas bacias de receção de ribeiras com nível freático elevado⁴ onde, em determinadas condições atmosféricas, há extravasamento rápido dos cursos de água (Figura 3.9).



Figura 3.9 – Áreas Inundáveis (fonte: UC - FCTUC - DCT 2006)

Considerando que a interação da água com os solos e rochas depende, genericamente, das condições climáticas, das características de estado *in situ* das unidades líticas, das características morfológicas e estruturais, da cobertura vegetal e do distúrbio antrópico, estabeleceu-se uma caracterização sumária dos recursos hídricos subterrâneos de Coimbra com base nos domínios da recarga aquífera e valores de potencial aquífero (Figuras 3.10 e 3.11).

³ Zona Inundável – zona contígua a linha de água atingida por cheia centenária.

⁴ Zona de Nível Freático Elevado – zona com extravasamento rápido dos cursos de água com tempo de permanência curto (< 6 h) ou espessura da coluna de água acima do terreno < 0.15 m.

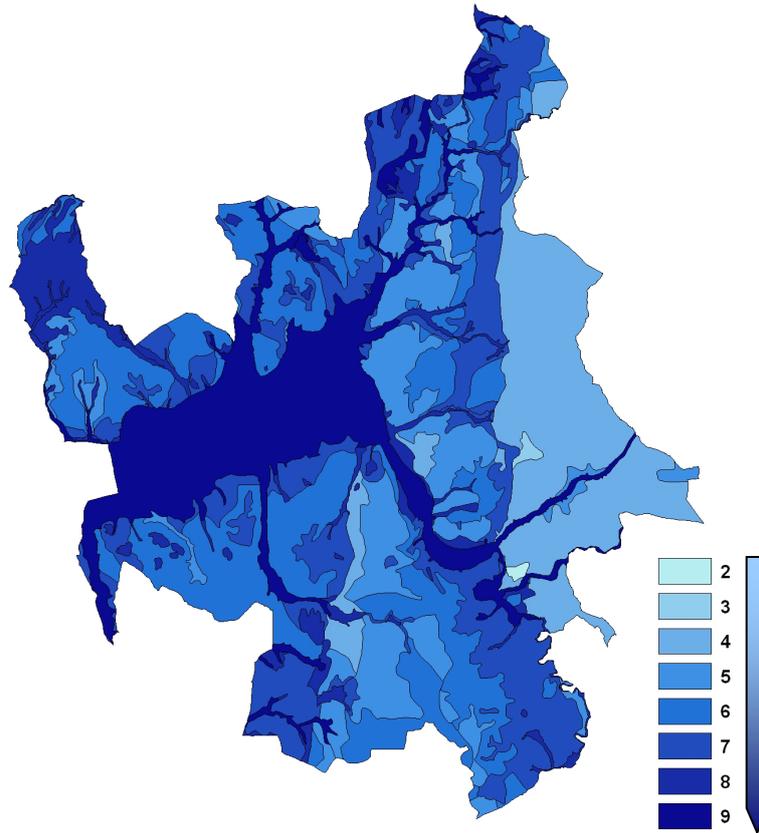


Figura 3.10 – Recarga Aquífera (fonte: UC - FCTUC - DCT 2006)

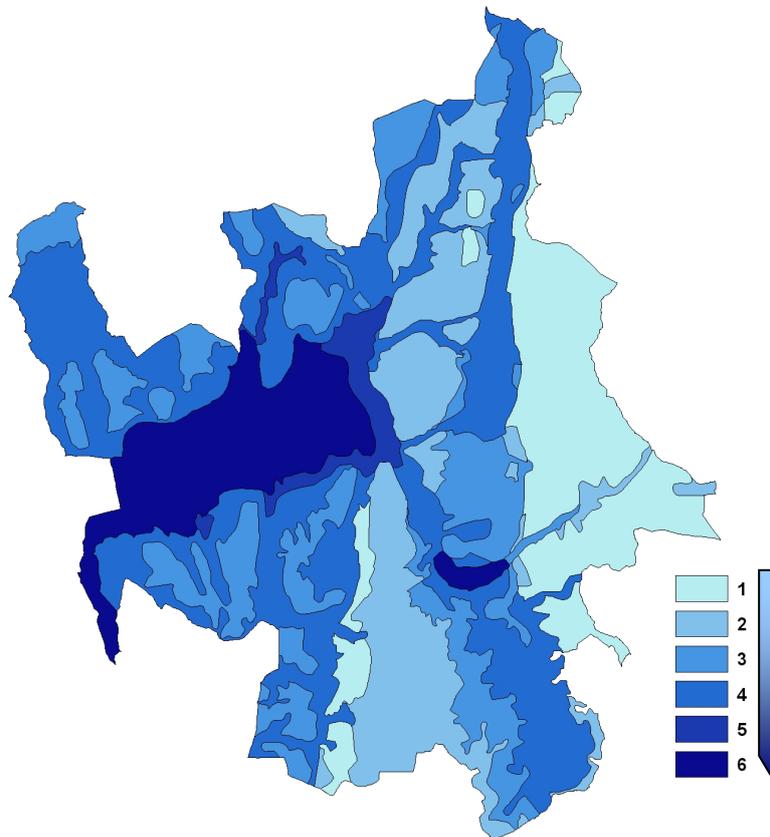


Figura 3.11 – Potencial Aquífero (fonte: UC - FCTUC - DCT 2006)

Embora pobre em recursos geológicos, Coimbra é caracterizada por uma grande diversidade lítica, estando representadas diversas unidades, sendo as de maior expressão cartográfica e volumétrica (96,3 km²) as unidades areno-conglomeráticas e tufo-travertínicas (Figuras 3.12 e 3.13).

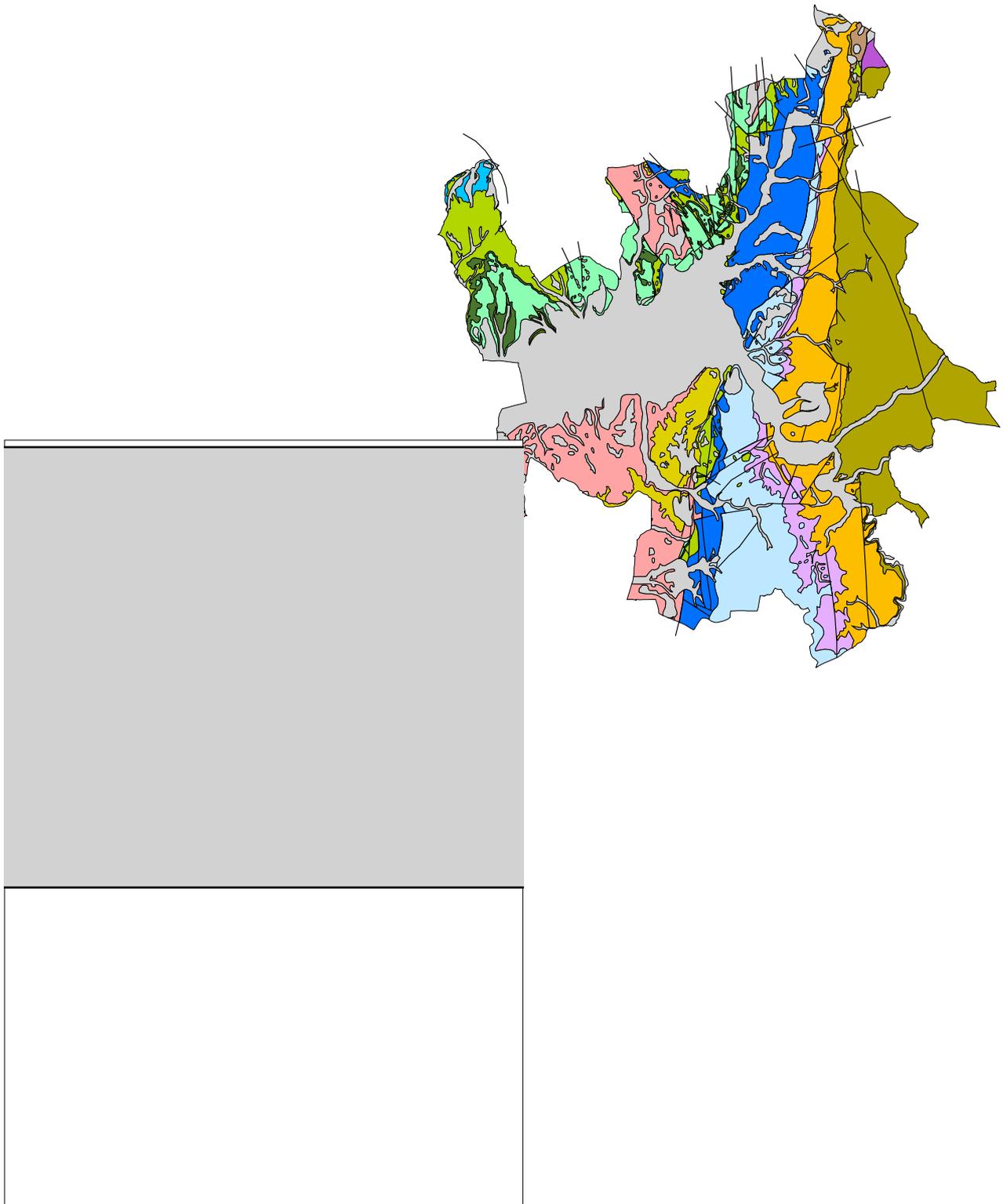


Figura 3.12 – Esboço Geológico (fonte: UC - FCTUC - DCT 2006)

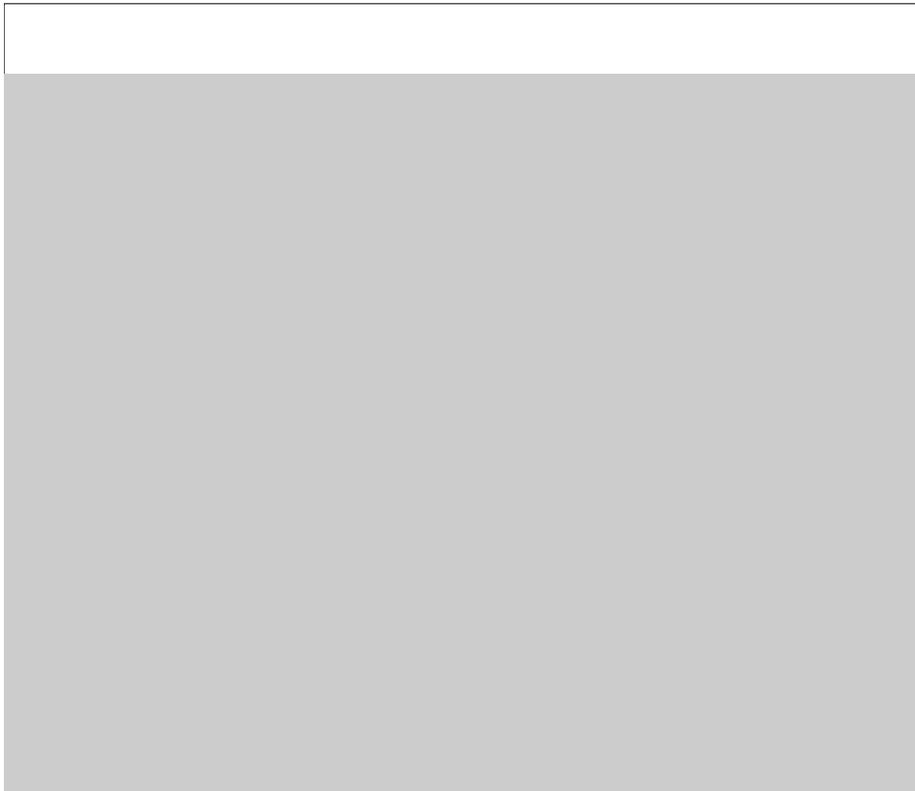
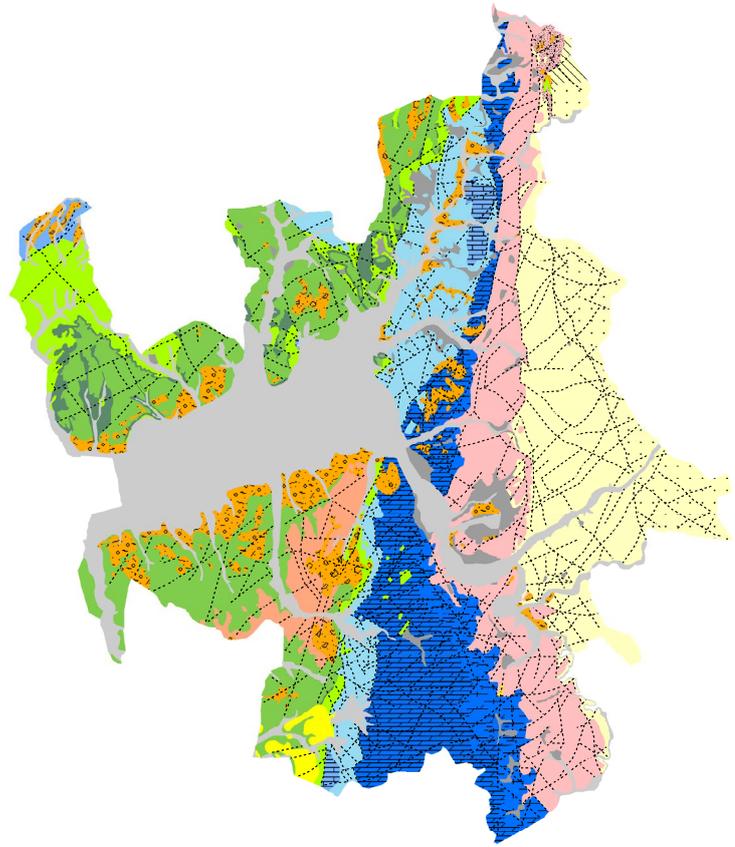


Figura 3.13 – Litologia (fonte: UC - FCTUC - DCT 2006)

Coimbra possui áreas com apetência diferenciada para suporte de estruturas de exploração, sobretudo matérias-primas direta ou indiretamente (transformadas), para utilização na construção civil (Figura 3.14).

Figura 3.14 – Capacidades de utilização para a exploração de recursos minerais (exceto areias) (fonte: UC - FCTUC - DCT 2006)

Por todo o território ainda se adivinham sinais de uma paisagem recente dominada pelos sistemas agro-florestais. Na paisagem atual, onde o campo e a cidade se interligam e a agricultura e a floresta se diluem numa paisagem cada vez mais urbana, o peculiar geomorfismo do território, a riqueza geográfica e a diversidade dos sítios, fazem de Coimbra um município de variadas unidades de paisagem com destaque para os campos e o vale do Mondego, a montante da ponte da Portela.

Os campos do Mondego caracterizam-se por serem uma área agrícola de excelência, sujeitos a obras de regularização fluvial desde finais dos anos 70, na defesa contra cheias, de enxugo, de rega, de rede viária e de emparcelamento e melhoramento agrícolas.

O Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego (AHBM) integra-se na obra de fins múltiplos, que prevê o aproveitamento integrado dos recursos hídricos da região, cujo objetivo primário foi o de controlo dos caudais sólidos e líquidos do rio Mondego e da defesa contra as cheias da sua parte jusante. Tem ainda, por finalidade a rega, a drenagem e reestruturação fundiária dos campos do Mondego, o fornecimento de água às populações e à indústria, bem como a produção de energia elétrica.

O AHBM tem vindo a ser objeto de elevados investimentos estatais e comunitários, tendo em vista a melhoria das suas condições de produção, nomeadamente através da introdução da rega, ações de conservação do solo, infraestruturas de caminhos, eletrificação rural, etc. São áreas vocacionadas para o regadio, de produção mais intensiva e mais competitiva, que interessa preservar como espaços agrícolas a desenvolver, uma vez que constituem áreas estratégicas numa perspetiva setorial do desenvolvimento da agricultura.

O território é marcado pelo uso dominante da floresta (48 % da área do município) com predomínio do pinheiro-bravo e eucalipto, seguido pelos usos associados à agricultura (31 %), com dominância de culturas anuais.

A vegetação que atualmente reveste parte do território – povoamentos puros ou em associação de pinheiro-bravo e eucalipto – distancia-se bastante do coberto vegetal do domínio do carvalho e sobreiral que outrora terá existido e que hoje tem uma representatividade residual.

A floresta ocupa uma área total aproximada de 15244 ha. O eucalipto é a espécie dominante e representa cerca de 53% da área florestal. A área de pinheiro-bravo é também significativa (29 % da superfície florestal) e a sua localização coincide com as áreas de declives mais abruptos, o que dificulta a defesa da floresta contra incêndios. As restantes espécies florestais ocupam apenas cerca de 18% da área florestal, destacando-se o carvalho, o pinheiro manso e o castanheiro (Fig. 3.15 e Quadro 3.1).

De entre as áreas florestais do município destacam-se, pela sua singularidade, as matas nacionais do Choupal (79 ha) e de Vale de Canas (16 ha) sujeitas ao regime florestal total, que hoje constituem áreas de uso múltiplo, destinadas essencialmente a atividades de recreio e lazer.

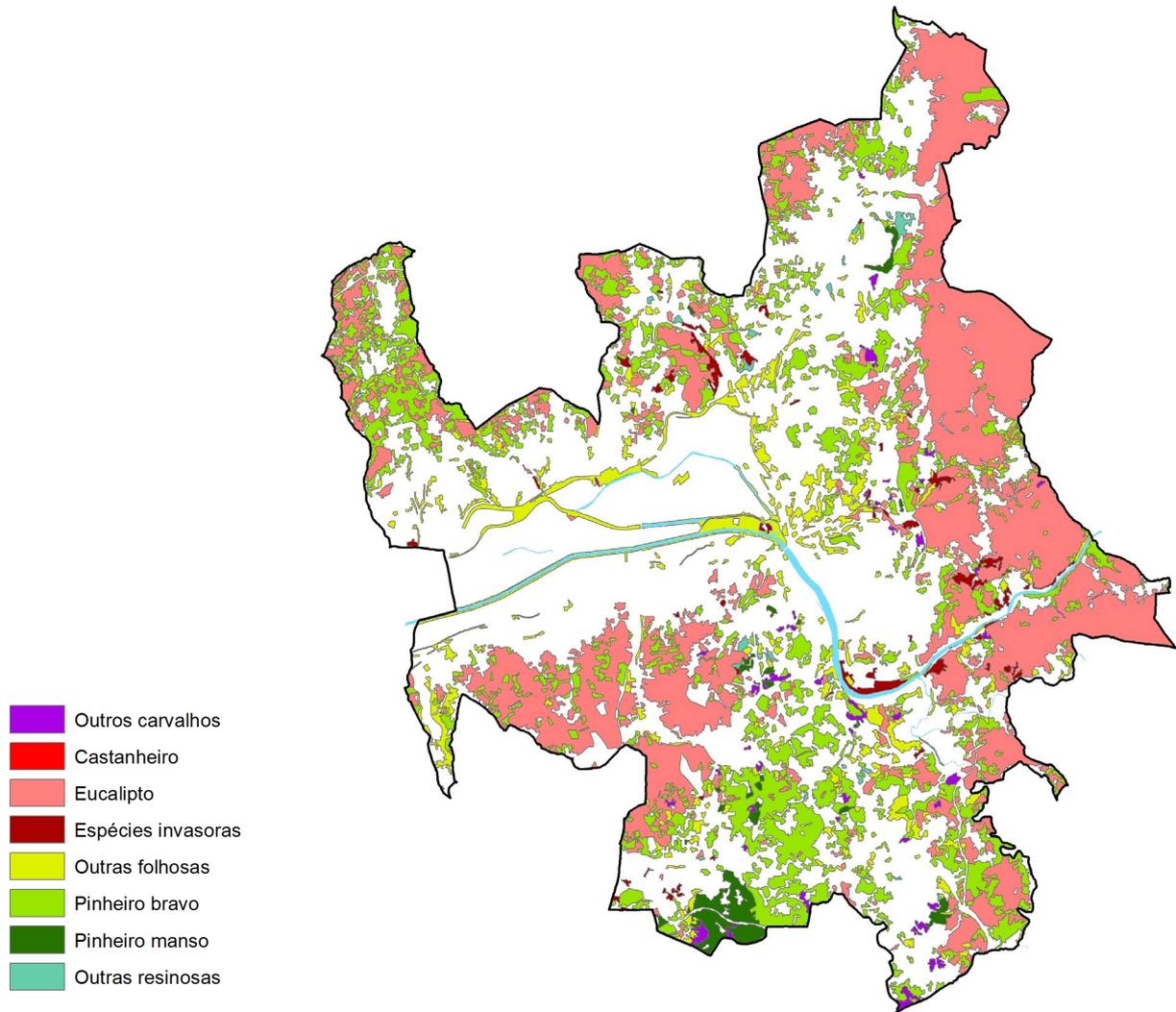


Figura 3.15 – Área Florestal– distribuição no território (fonte: DGT – COS 2018)

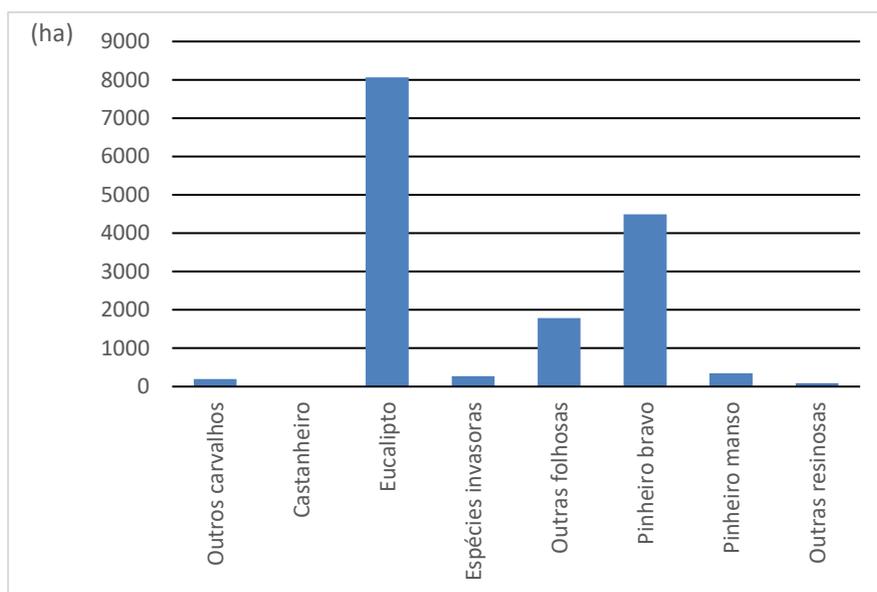


Figura 3.16 – Quantificação da área florestal



Figura 3.17 – Mapa de vegetação potencial (fonte: UC - FCTUC - CEG 2006)

As áreas agrícolas abrangem 9770 ha e coincidem preferencialmente com os solos de elevada capacidade de uso agrícola, onde predomina a exploração de hortícolas e arvenses de sequeiro e regadio. Os solos de elevada aptidão agrícola, onde se incluem os solos da Reserva Agrícola Nacional, representam 22% do território e correspondem genericamente a três grandes manchas: campos do Mondego (e suas digitações), Cernache e plataforma de Paço/Larçã (Figuras 3.18 e 3.19).

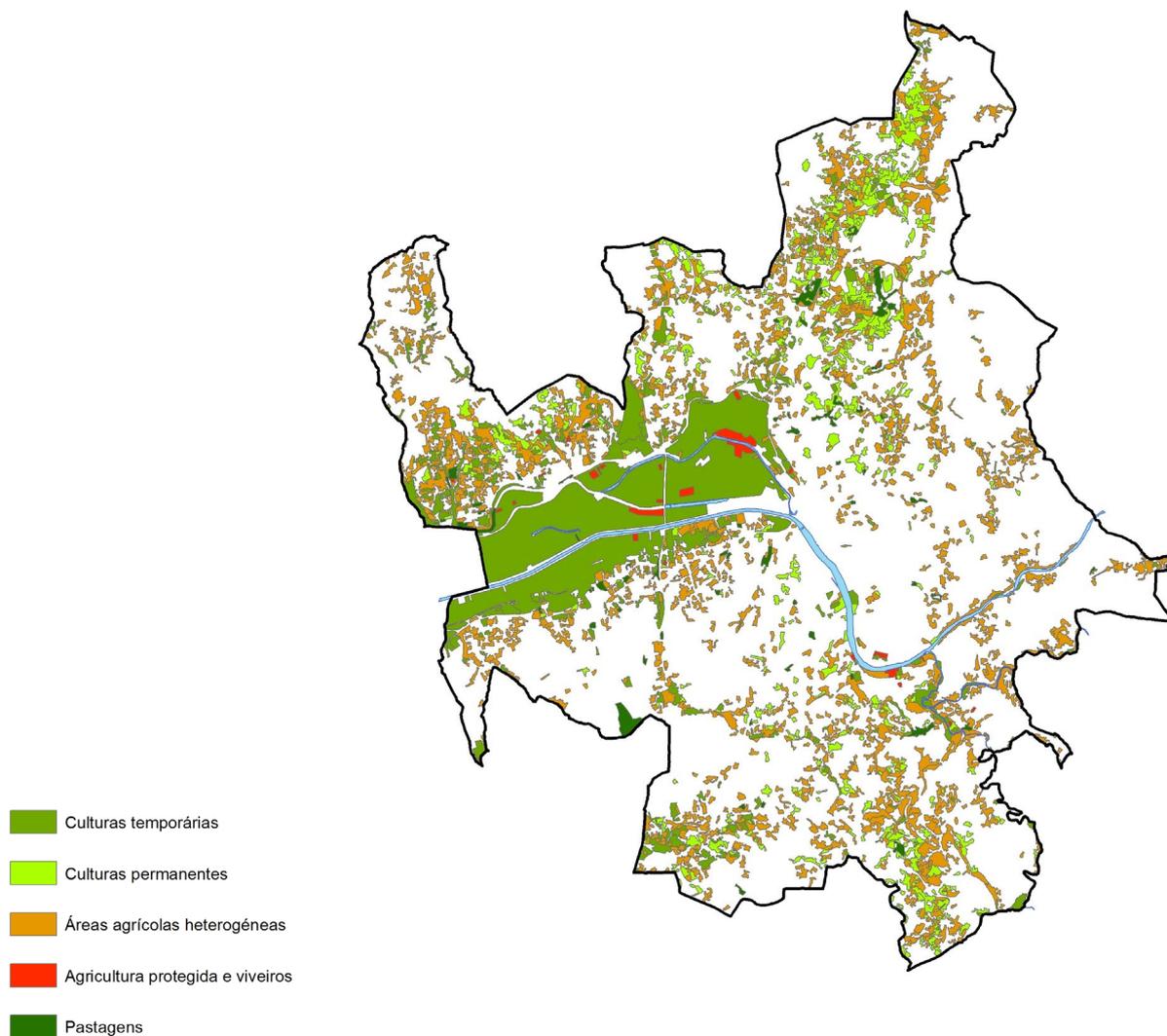


Figura 3.18 – Distribuição da área agrícola no território do concelho de Coimbra (fonte: DGT – COS 2018)

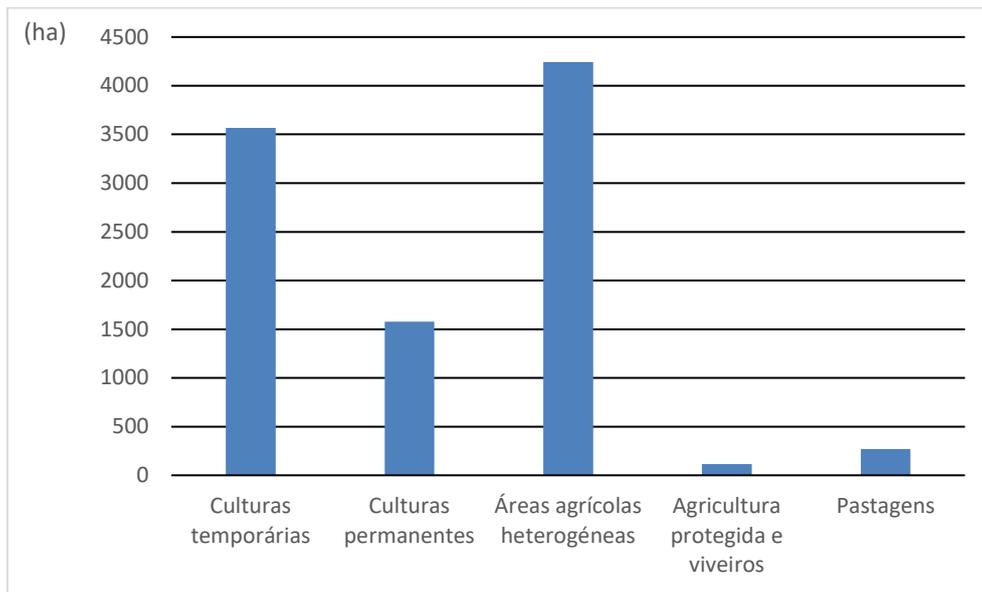


Figura 3.19 – Quantificação da área agrícola

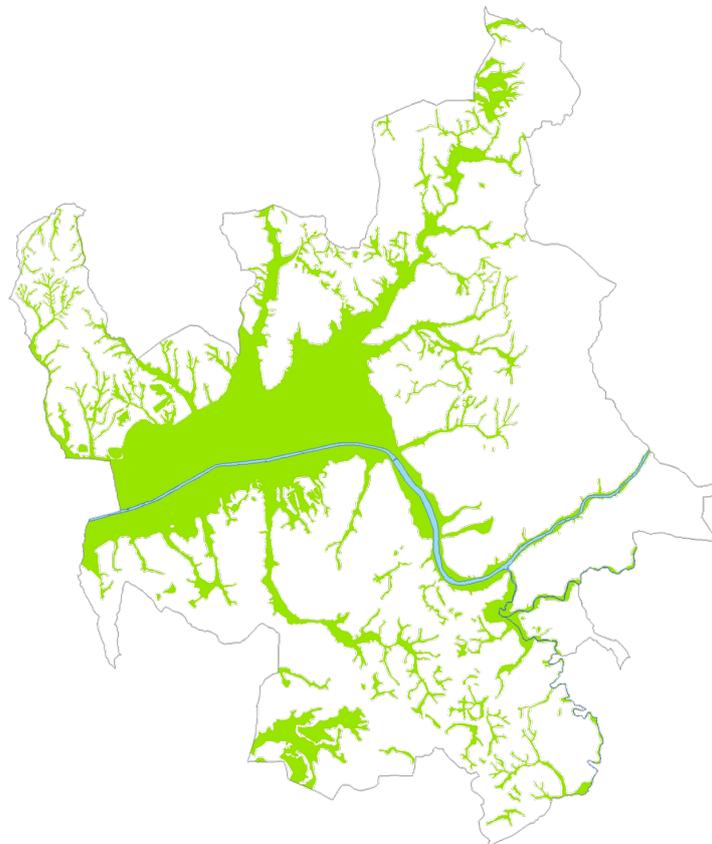


Figura 3.20 – Solos com elevada aptidão agrícola (fonte: UC - FCTUC - CEG 2006)

Ao contrário do decréscimo que se tem vindo a verificar na área agrícola e florestal tem-se assistido ao aumento da área de territórios artificializados, correspondendo atualmente a cerca de 18% da área do município (Figura 3.21).

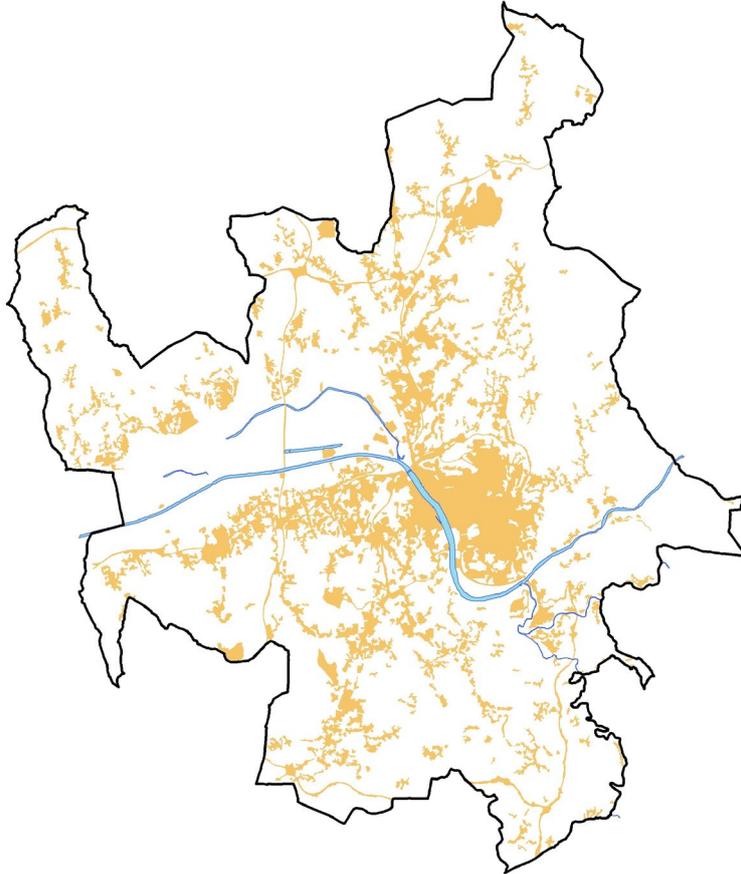


Figura 3.21 – Territórios artificializados (fonte: DGT – COS 2018)

CAPÍTULO 4 | CENARIZAÇÃO CLIMÁTICA

4.1. Introdução

O clima é a síntese do tempo e a nossa expectativa sobre as condições meteorológicas, que se poderá traduzir pelo conjunto de todos os estados que a atmosfera pode ter num determinado local, durante um tempo longo, mas definido. A alteração climática refere-se a uma mudança no estado do clima, que pode ter origem em processos internos naturais ou forçamento externo, tais como modulações dos ciclos solares, erupções vulcânicas e alterações antropogénicas persistentes na composição da atmosfera ou na utilização dos solos. Hoje o problema está precisamente nas influências antrópicas com a emissão dos GEE e consequente alteração da composição da atmosfera.

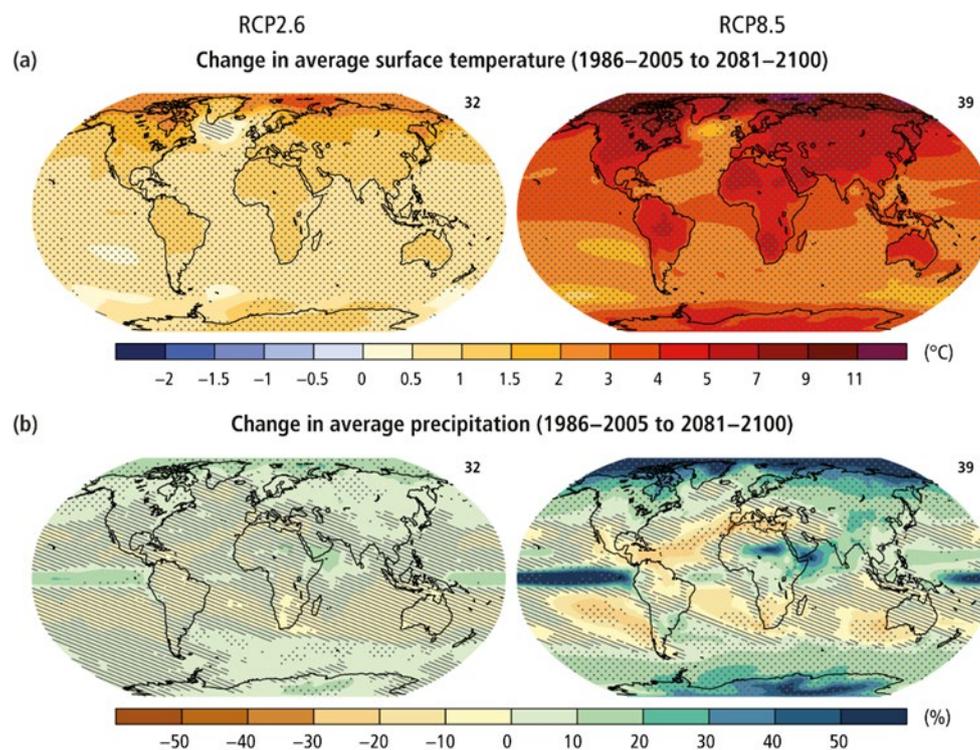


Figura 4.1 - Projeções para a alteração da temperatura média da superfície (a) e da precipitação média (b), no período de 2081–2100 em relação ao período de 1986-2005, a partir dos cenários climáticos RCP2.6 (esquerda) e RCP8.5 (direita) (Extraído de https://ar5-syr.ipcc.ch/topic_summary.php, acesso em 3/08/2021)

De forma a projetar a evolução do clima no futuro é utilizada a cenarização climática com recurso a diferentes modelos, que permitem simular a resposta do sistema climático a diferentes alterações naturais e/ou antropogénicas, possibilitando assim elaborar projeções do clima futuro para diferentes escalas temporais e espaciais. 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 (IPCC, 2013).

As elaborações de projeções climáticas utilizam cenários de emissões de GEE como dados de entrada (inputs) nos modelos climáticos, designados por *Representative Concentration Pathways*

(RCP) ou Trajetórias Representativas de Concentrações. Estes cenários representam possíveis evoluções socioeconómicas e respetivas emissões de GEE (IPCC, 2013).

A concentração atual de dióxido de carbono (CO₂) é 400 ppm (partes por milhão), sendo que os cenários mais comumente utilizados são:

- RCP4.5 – Cenário mais moderado, conducente a um forçamento radiativo médio/baixo no final do século XXI, que pressupõe uma trajetória de aumento da concentração de CO₂ atmosférico até 520 ppm em 2070, com incremento menor até 2100;
- RCP8.5 – Cenário mais extremo, com trajetória de concentrações de GEE conducentes a um forçamento radiativo elevado no final do século XXI que pressupõe uma trajetória semelhante ao cenário RCP4.5 até 2050, mas depois com aumento rápido e acentuado, atingindo uma concentração de CO₂ de 950 ppm em 2100.

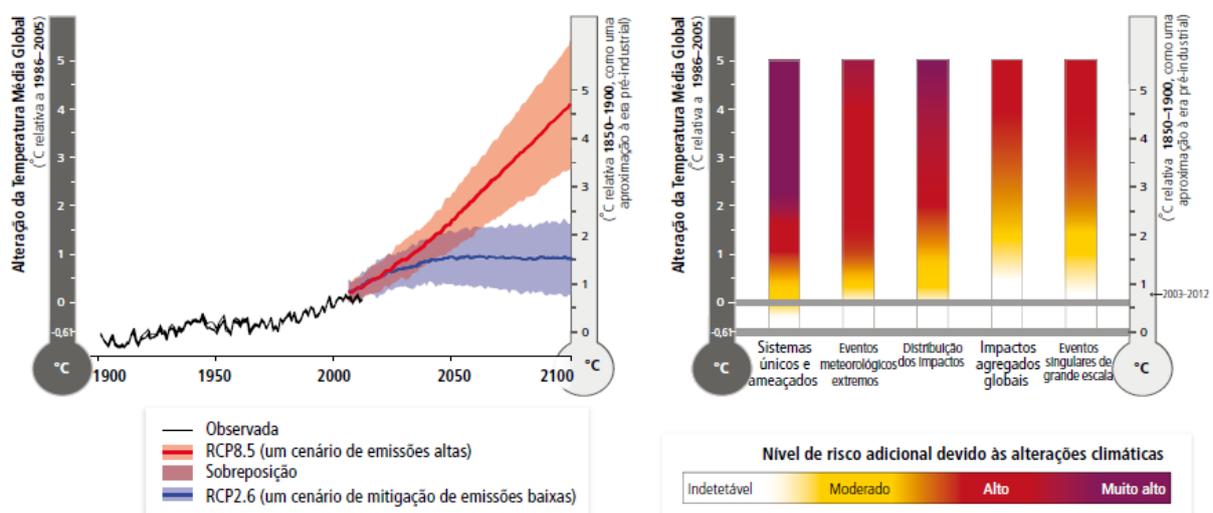


Figura 4.2 - Perspetiva global sobre os riscos relacionados com o clima (extraído de IPCC, 2014)¹

De acordo com o IPCC (2018), estima-se que as atividades humanas, nomeadamente a emissão de GEE, tenham causado cerca de 1,0 °C de aquecimento global acima dos níveis pré-industriais, com uma variação provável de 0,8 °C a 1,2 °C. A temperatura média global observada na superfície terrestre (sigla em inglês GMST) para a década de 2006 a 2015 foi de 0,87 °C, valor mais alto que a média registada no período 1850 a 1900. Atualmente, o aquecimento global antrópico estimado tem aumentado em 0,2 °C por década, devido a emissões de GEE passadas e atuais. É provável que o aquecimento global atinja 1,5 °C entre 2030 e 2052, caso continue a aumentar no ritmo atual.

¹Os riscos associados a motivos de preocupação são apresentados à direita relativamente ao aumento dos níveis das alterações climáticas. O sombreado colorido indica o risco adicional devido à alteração climática quando um nível de temperatura é atingido e, depois, mantido ou ultrapassado. O risco indetetável (branco) indica que não são detetáveis impactos associados que sejam atribuíveis às alterações climáticas. O risco moderado (amarelo) indica que os impactos associados são detetáveis e atribuíveis às alterações climáticas com, pelo menos, confiança média, contabilizando, também, os outros critérios específicos para os riscos principais. O risco elevado (vermelho) indica impactos graves e generalizados, contabilizando, também, outros critérios específicos para os riscos principais. A cor roxa indica que são indicados riscos muito elevados por todos os critérios específicos para os riscos principais. Para referência, a temperatura global média anual da superfície (anterior e prevista) é apresentada à esquerda. Com base no conjunto de dados mais longo da temperatura global da superfície disponível, a alteração observada entre a média do período de 1850 – 1900 e do período de referência do Relatório de Avaliação AR5 (1986 – 2005) é de 0,61 °C (5 – 95% do intervalo e confiança: 0,55 °C a 0,67 °C) [WGI AR5 RPD, 2.4], que é aqui utilizada como uma aproximação da alteração da temperatura média global da superfície desde os tempos pré-industriais, referido como o período antes de 1750 (IPCC, 2014).

4.1.1. Anomalias climáticas

No Mundo

O primeiro semestre de 2020 foi o segundo mais quente do planeta, desde que há registos, com anomalia da temperatura média do ar de +1.07 °C, depois do semestre de 2016, com anomalia de +1.12 °C. A Europa Central e Oriental e no norte da Ásia, foram os locais onde as temperaturas estiveram 2,0 °C acima da média. A nível regional, a América do Sul, a Europa e a Ásia tiveram o período mais quente de janeiro a junho, desde que os registos regionais começaram em 1910. Portugal, com apenas 27% da precipitação normal, no mês junho de 2020 teve um mês muito seco (<https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/202006>).

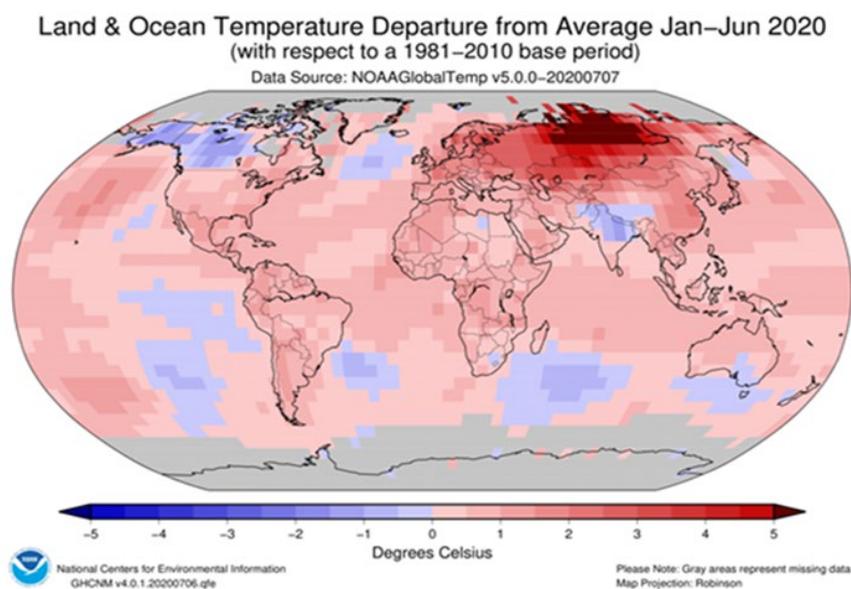


Figura 4.3 – Temperatura média em terra e no oceano, de janeiro a junho de 2020 (Extraído de <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/202006>, acesso em 03/08/2021)

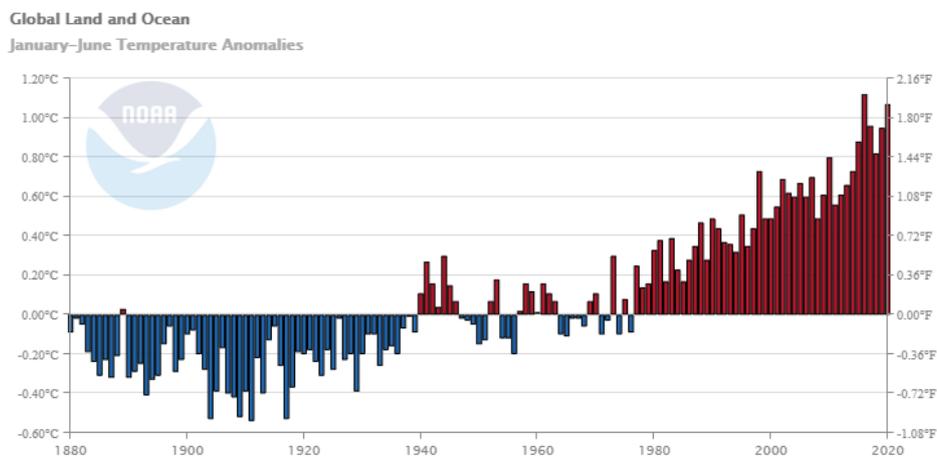


Figura 4.4 – Anomalias da temperatura média na terra e no oceano, de janeiro a junho, de 1880 a 2020 (Extraído de <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/202006>, acesso em 03/08/2021)

Mais recentemente, o mês de junho de 2021 foi o quarto junho mais quente em todo o mundo, e o segundo mais quente na Europa. As ondas de calor persistiram no oeste da América do Norte, onde muitos recordes de temperatura foram quebrados. O Ártico da Sibéria atingiu altas temperaturas, enquanto as temperaturas antárticas foram predominantemente mais frias do que o normal.

Na Europa

A década de 2002 a 2011 foi a mais quente desde que há registos na Europa, com uma temperatura terrestre de 1,3 °C superior à da média pré-industrial. De acordo com os dados do Copernicus Climate Change Service, na Europa o primeiro semestre de 2020 foi o mais quente de sempre, com uma anomalia da temperatura de + 1,73 °C.

Várias projeções obtidas a partir de modelos climáticos indicam que no final do século XXI, a Europa poderá ter um aumento médio da temperatura da ordem dos 2,5 °C a 4 °C, superior à média registada no período de 1961 a 1990.

Em Portugal

Os relatórios do IPCC estabelecem os diversos cenários climáticos gravosos para Portugal (RCP8.5, IPCC AR5). Prevê-se que o aumento da temperatura possa chegar a +5 °C em 2100 (aplicável a temperaturas mínimas, médias e máximas), particularmente durante o verão e no interior de Portugal. As temperaturas elevadas refletem-se no aumento de dias muito quentes ($T_{max} \geq 35$ °C), especialmente no interior sul, no aumento do número de noites tropicais ($T_{min} \geq 20$ °C) e em ondas de calor mais longas e frequentes, especialmente no interior nordeste. Os registos de emissões de GEE recentes aproximam-se, contudo, do cenário menos gravoso (RCP4.5), implicando um forçamento radiativo de 4,5 Wm⁻², em 2100, ao qual será associado um aumento médio de temperatura entre 1,1 °C e 2,6°C (1,8 °C em média), o que significa que existe a probabilidade de não exceder os 2 °C, mas sem ultrapassar a meta mais ambiciosa assumida em Paris. Contudo, neste cenário os aumentos de temperatura média poderão variar entre 2 °C a 3 °C em Portugal (P-3AC, 2019).

Quanto aos cenários de precipitação, prevê-se que os padrões também deverão enfrentar alterações, com redução importante dos valores anuais em todo o território, registando, para o final do século, perdas entre -10 % e -50 % na primavera, verão e outono de forma consistente na generalidade dos modelos climáticos para o cenário RCP8.5 (Soares et al. 2017). Além disso, prevê-se um aumento do número de eventos de precipitação extrema em detrimento da redução de dias com baixa a média/alta precipitação (Soares et al. 2017). Conclusões equivalentes, mas de menor magnitude são obtidas para o cenário RCP4.5 (Soares et al. 2017). Desta forma, é de esperar um aumento da variabilidade sazonal da precipitação e a extensão da estação seca do verão para a primavera e o outono. Apesar da crescente probabilidade de secas prolongadas continuará a haver uma elevada variabilidade interanual, um aspeto que justifica a possibilidade de virem a ocorrer anos com mais precipitação do que a normal climática de 1971-2000 (P-3AC, 2019).

A redução da precipitação anual, o aumento da sua variabilidade e a conseqüente alteração do regime de escoamento reduzirá os caudais dos rios e afetará igualmente a recarga dos aquíferos, podendo, inclusivamente, secar as nascentes de rios importantes na Península Ibérica por períodos de tempos mais ou menos longos. Estas alterações poderão ser acompanhadas de problemas ao

nível da qualidade da água, intensificação de eventos de seca e maior pressão para a desertificação, promovendo a perda de biodiversidade associada à alteração da estrutura e dinâmica dos ecossistemas. Esta redução na precipitação afetará igualmente a recarga dos aquíferos, potenciando a degradação da qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneo (P-3AC, 2019).

Em dezembro de 2015, Portugal teve a temperatura máxima mais alta desde que há registos. Este mês foi o segundo mais quente desde 1931 (depois de 1989), registando uma temperatura média do ar de 11,8 °C, cerca de 1,8 °C acima do valor médio. Realça-se o valor médio da temperatura máxima que foi o mais alto desde 1931, com um desvio superior a 2 °C, em relação ao valor normal. O valor médio da quantidade de precipitação, 75,0 mm, foi inferior ao normal (144,0 mm), classificando-se este mês como seco. O ano de 2015 registou um valor médio de precipitação total anual de 599 mm, valor muito inferior ao valor normal, sendo o sexto ano mais seco desde 1931 e o quarto mais seco desde 2000 (IPMA, 2015).

De acordo com o IPMA (2016ab), em Portugal Continental, os meses de julho e agosto de 2016 foram quentes e secos. Estes meses igualaram o valor mais alto da temperatura (máxima mensal) de agosto de 2003 (32,2 °C). Em relação à temperatura média, o mês de julho de 2016 foi o segundo mais quente desde 1931, sendo que apenas julho de 1989 apresentou um valor de temperatura média mais alto. No mês de julho, o número de dias com temperatura máxima ≥ 30 °C e 35 °C foi 1,5 a 2 vezes superior ao valor da normal 1971 - 2000. E o mês de agosto teve vários dias com temperaturas superiores a 38 °C e a ocorrência de noites tropicais em cerca de metade do território. Agosto foi o quinto mês mais quente desde 1931, ficando atrás de 2003, 1949, 2010 e 2005. Verificou-se, também, uma redução na quantidade de precipitação generalidade do território nacional. Em 90 anos, 6 dos 10 verões mais quentes ocorreram depois do ano 2000, com o verão de 2005 a ser o mais quente em 86 anos.

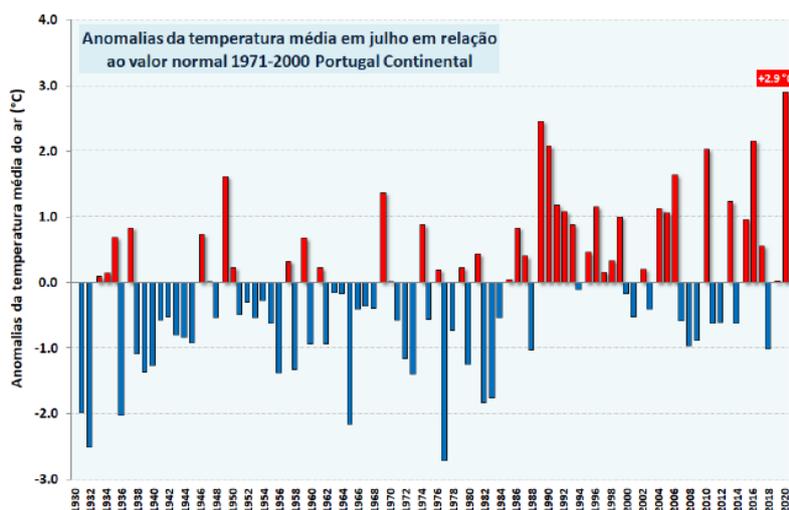


Figura 4.5 - Anomalias da temperatura média do ar no mês de julho, em Portugal continental, em relação aos valores médios no período 1971-2000. As linhas a tracejado indicam a média no período 1971-2000). (Extraído do Boletim Climatológico, julho 2020, acesso em 2/08/2021)

Mas mais recentemente, registam-se várias anomalias no ano de 2020. O mês de fevereiro foi o mais quente desde que há registos em Portugal. A temperatura máxima esteve 3,51 °C acima da sua

média normal. O valor médio anual da temperatura média do ar no ano de 2015 (15,99 °C) foi superior ao valor normal de 1971 a 2000, sendo o sétimo ano mais quente desde 1931 e o segundo desde 2000 (IPMA 2020).

O mês de julho, em 2020, foi extremamente quente e seco, batendo novo recorde ao ser o mais quente desde 1931. O valor médio da temperatura média do ar, 25,08 °C, foi muito superior ao normal (1971-2000), com uma anomalia de +2,91 °C. O valor médio da temperatura máxima do ar, 33,34 °C, foi o mais alto desde 1931, com uma anomalia de +4.61°C. O valor médio da temperatura mínima do ar, 16,83 °C, com uma anomalia de +1,21 °C foi o quinto mais alto desde 1931. Este mês extremamente quente de julho contribuiu para que o período de janeiro a julho de 2020 fosse o mais quente dos últimos 90 anos. Os 3 períodos de janeiro- julho mais quentes foram (IPMA 2020):

- janeiro- julho 2020: temperatura média, 15.96 °C, + 1.51 °C/normal;
- janeiro- julho 2017: temperatura média, 15.90 °C, + 1.44 °C/normal;
- janeiro- julho 1997: temperatura média, 15.77 °C, + 1.31 °C/normal.

O valor médio da quantidade de precipitação em julho de 2020, 4,0 mm, corresponde a 30% do valor da normal 1971-2000 (13,8 mm). De destacar que durante este mês as condições de instabilidade atmosférica em alguns locais do Centro e Sul do território que originaram a ocorrência de aguaceiros localmente fortes, por vezes de granizo e acompanhados de trovoadas. No final do mês de julho, verificou-se, em relação ao final de junho uma diminuição significativa dos valores de percentagem de água no solo em todo o território. Na região Nordeste, no vale do Tejo, no Baixo Alentejo e no Algarve os valores foram inferiores a 20 %. De acordo com o índice PDSI, no final julho, verificou-se um aumento da área em seca meteorológica no território do continente (IPMA 2020).

4.2. Metodologia

Para o clima observado no território do Município de Coimbra, doravante designado por Coimbra, no período de 1971 a 2000, para as normais de precipitação acumulada, temperaturas (médias, máxima e mínima) e vento, utilizaram-se os dados da estação meteorológica do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra, localizado na Avenida Dr. Dias da Silva, à latitude de 40° 12' 25" N, à longitude de 08° 25' 30" W e à altitude de 139,61 m (http://www1.ci.uc.pt/iguc/dados_clima/norm7100.htm, acesso em 17/04/2020) e da Estação Climatológica de Bencanta (nº107), latitude 40º12'N, longitude 8º27' W e altitude 35 m (<http://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1971-2000/index.jsp#107>, acesso em 8/05/2020).

Para a cenarização e análise das tendências climáticas para Coimbra e Região de Coimbra, para o clima atual e futuro, utilizaram-se dois modelos climáticos, o Modelo Global Ensemble e o Modelo Regional Ensemble, para os cenários RCP4.5 e RCP8.5, a partir das seguintes fontes de informação:

1. Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I. P. (IPMA) - Portal do Clima (<http://portaldoclima.pt/pt/>). A informação do Portal do Clima fornece dados de projeções climáticas do IPCC AR5 (projeto CORDEX), com desagregação a nível da NUT(s) III, no presente caso, Região de Coimbra e Estação Udométrica de Bencanta, para diferentes períodos de tempos, bem como a estimativa de indicadores agregados (e.g. índice de seca, risco meteorológico de incêndio, etc.). Estes dados estão disponíveis em malhas regulares rodadas, com uma resolução espacial de 0,11° (com uma resolução aproximada de 11 km de espaçamento entre pontos da grelha);
2. CORDEX (Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment), que é uma iniciativa do WCRP (Coordinated Regional Climate Downscaling) e fornece informação climática de alta resolução obtida por regionalização estatística ou dinâmica de modelos globais (<http://www.cordex.org/>).

Assim, em função do tipo de dados disponíveis, para Coimbra e para a Região de Coimbra, procedeu-se à modelação identificando as potenciais alterações (anomalias) projetadas entre o clima atual e o clima futuro. Todos os cálculos foram simulados para períodos de trinta anos (normais climáticas), de acordo com as normas da World Meteorological Organization:

- Histórico observado e simulado (1971-2000);
- Projeções futuras (2011-2100), por contraposição aos dados observados e simulados entre 1971 e 2000, para dois cenários, RCP4.5 e RCP8.5, divididos em três períodos: 2011-2040 (período de transição); 2041-2070 (médio prazo); 2071-2100 (longo prazo).

Desta forma foram obtidos os valores médios anuais, sazonais e mensais, e respetivas anomalias (potenciais alterações), para as seguintes variáveis climáticas:

- Temperatura (máxima, média e mínima);
- Precipitação (acumulada);
- Velocidade média do vento a 10 m.

Para cada uma das variáveis climáticas foram calculados, também, os valores médios de alguns indicadores relativos a eventos extremos, para o clima futuro por contraposição ao clima atual:

- Número de dias de verão (temperatura máxima ≥ 25 °C);
- Número de dias muito quentes (temperatura máxima ≥ 35 °C);
- Número de dias de geada (temperatura mínima ≤ 0 °C);
- Número de noites tropicais (temperatura mínima ≥ 20 °C);
- Número total de dias de ondas de calor;
- Número total de dias de ondas de frio;
- Número de dias com precipitação ≥ 20 mm;
- Número de dias com vento moderado a forte a 10 m (vento moderado $\geq 5,5$ m/s).

Determinaram-se, também, os índices cujas ocorrências estão relacionadas com eventos climáticos extremos:

- Índice de seca - foi utilizado o índice SPI (Standardized Precipitation Index), que se baseia na precipitação standardizada, que corresponde ao desvio de precipitação em relação à média para um período específico, dividido pelo desvio padrão do período a que diz respeito essa média;
- Índice de risco de incêndio - extremo e elevado, anual, sazonal e anomalias associadas.

Quadro 4.1 – Classificação do índice SPI para períodos secos e períodos chuvosos, com correspondente probabilidade de ocorrência. Fonte: IPMA (acesso em 12/05/2020, <http://www.ipma.pt/pt/oclima/observatorio.secas/spi/monitorizacao/servico.situacaoatual/>)

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	38.2
-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
$\leq - 2.00$	seca extrema	2.3

Produziu-se cartografia das variáveis climáticas da precipitação média acumulada anual e da temperatura média anual, para o clima atual e clima futuro do território Município de Coimbra, nos cenários climáticos CRP4.5 e CRP8.5, para os anos de 2050 e 2070, a partir da base de dados do

WorldClim (<http://www.fao.org/land-water/land/land-governance/land-resources-planning/toolbox/category/details/en/c/1043064/> & <https://www.worldclim.org/data/index.html>).

4.3. Análise das tendências climáticas para Coimbra e para a Região de Coimbra

4.3.1. Clima atual - Período 1971-2000

O clima da Região de Coimbra de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Csb. Apresenta características típicas do Clima Mediterrâneo, isto é, um tipo climático mesotérmico (temperado-húmido), com inverno chuvoso e verão quente, seco e extenso. Este tipo climático é caracteristicamente mediterrânico, com influência oceânica, onde ocorre um semestre húmido (de outubro a março) e outro seco (de abril a setembro).

A precipitação média acumulada anual da Região de Coimbra é de 1270,075 mm e a de Coimbra é de 905,1 mm (IGUC) e 975 mm (Bencanta), respetivamente. Com 138 dias de chuva, em que o período de maior precipitação está compreendido entre os meses de novembro e fevereiro. Dezembro é o mês de maior precipitação, com 189,27 mm na Região de Coimbra e 126,8 mm a 139,8 mm em Coimbra, conforme estação meteorológica de referência. Os meses de menor precipitação em Coimbra são os de julho (12,8 e 14,4mm) e agosto (16,5 e 14,4 mm).

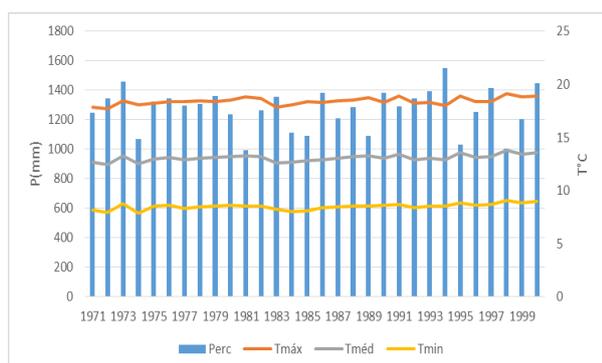


Figura 4.6 – Gráfico termo-pluviométrico da Região de Coimbra, de acordo com a normal climatológica simulada para o período de 1971-2000. Precipitação média acumulada anual e temperatura média da média, da máxima, da média e da mínima anual

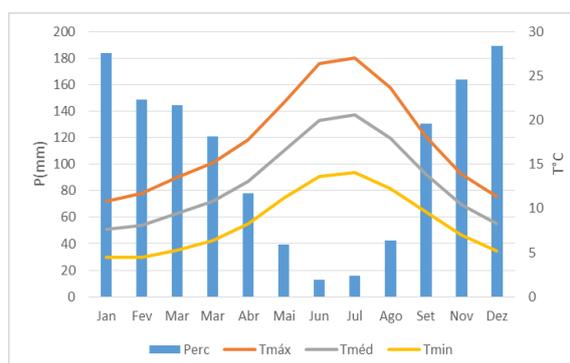


Figura 4.7 – Gráfico termo-pluviométrico da Região de Coimbra, de acordo com a normal climatológica simulada para o período de 1971-2000. Precipitação média acumulada mensal e temperatura média da média, da máxima, da média e da mínima mensal

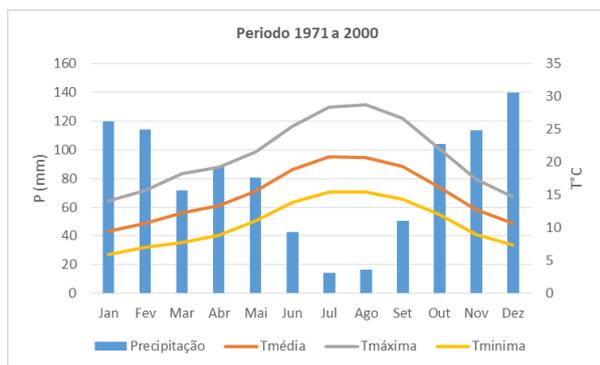


Figura 4.8 – Gráfico termo-pluviométrico de Coimbra (IGUC) de acordo com a normal climatológica de 1971-2000. Precipitação média acumulada anual e temperatura média da média, da máxima, da média e da mínima mensal

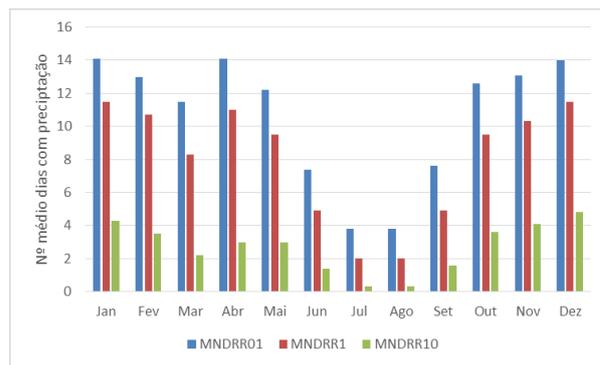


Figura 4.9 – Número médio de dias com precipitação em Coimbra, registada na estação de Bencanta, para o período de 1971-2000. Legenda: MNDRR01 - Média do número de dias com precipitação diária ≥ 0.1 mm; MNDRR1 - Média do número de dias com precipitação diária ≥ 1 mm; MNDRR10 - Média do número de dias com precipitação diária ≥ 10 mm

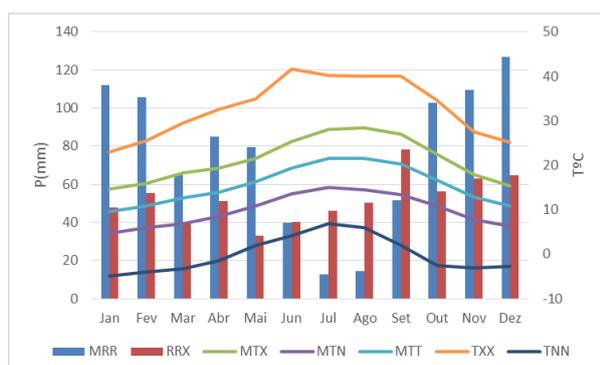


Figura 4.10 – Precipitação e temperatura registadas na estação de Bencanta, para o período de 1971-2000. Legenda: MRR - Média da quantidade de precipitação total; RRX - Maior valor da quantidade de precipitação diária; MTX - Média da temperatura máxima; MTN - Média da temperatura mínima; MTT - Média da temperatura média; TXX - Máxima da temperatura máxima; TNN - Mínima da temperatura mínima

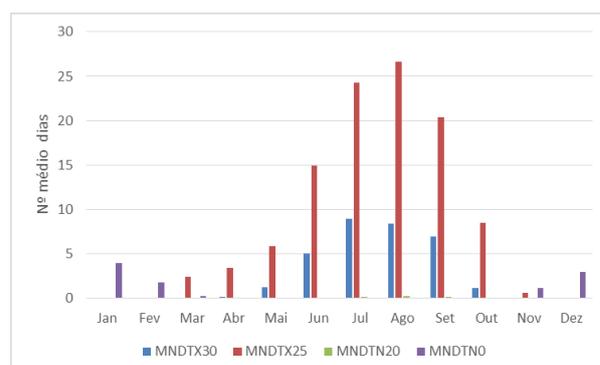


Figura 4.11 – Variabilidade da temperatura/dias, registada na estação de Bencanta, para o período de 1971-2000. Legenda: MNCTX25 - Média do número de dias com temperatura máxima ≥ 25 °C; MNCTX30 - Média do número de dias com temperatura máxima ≥ 30 °C; MNCTN20 - Média do número de dias com temperatura mínima ≥ 20 °C; MNCTN0 - Média do número de dias com temperatura mínima ≤ 0 °C

Para o período estival verifica-se a existência de dois meses secos, por vezes muito secos, julho e agosto. Ao nível das temperaturas médias mensais, a mais elevada ocorre no mês de julho (Região de Coimbra 20,55 °C e Coimbra 21,6 - 20,8 °C) e a mais baixa no mês de janeiro (9,5 °C). Quanto à temperatura máxima mensal é maior no mês de agosto (28,7°C) e menor no mês de janeiro (14,1°C e 7,66 °C). A temperatura mínima mensal é menor no mês de janeiro em Coimbra (5,9 °C) e mês de fevereiro (4,41 °C) na Região de Coimbra (Fig. 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9). A temperatura média anual varia de 15,5 °C a 15,1 °C, a média das máximas anuais é de 21°C e a média das mínimas anuais é de 10,7 °C.

De acordo com a ficha climatológica da estação de Bencanta, para o período 1971-2000, o número médio anual de dias de verão foi de 107,32, o número médio anual de dias com temperaturas superiores a 30°C foi de 32, o número médio anual de noites tropicais foi de 0,8, o número médio

anual de dias com temperaturas inferiores a 0 °C foi de 10,5. O dia 14 de junho de 1981 registou a maior temperatura, com 41,5°C, e o dia 2 de janeiro de 1971 registou a menor temperatura mínima, com -4,9 °C.

Para a Região de Coimbra e para Coimbra, no período de 1971-2000, regista-se uma tendência para o aumento das temperaturas mínimas, médias e máximas anuais, sendo mais expressivo nas últimas duas variáveis.

Vento

Os valores médios da velocidade dos ventos apresentam pouca variabilidade anual, sendo ligeiramente superiores no mês de dezembro. Os meses com maior número de horas de vento são julho, agosto e outubro. O rumo dominante é de NW, com exceção do Inverno, onde os rumos dominantes são de SE (Quadro 4.2, a partir de dados do IGUC).

Quadro 4.2 – Caracterização do vento em Coimbra (IGUC) de acordo com a normal climatológica de 1971-2000. Velocidade média mensal, direção dominante e horas de vento

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	ANO
Vel. média (Km/h)	9.8	9.7	9.4	9.2	8.8	8.3	8.2	8	7.6	8.5	9	10.7	8.9
Direc.predominante	SE	SE	NW	NW/SE	S	SE							
Duração (h)	138.7	107	126.7	138.3	177.5	178.7	257.2	233.5	157.9	101.4/107.0	98.2	133.3	

4.3.2. Clima simulado para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

4.3.2.1. Cenarização da precipitação para Coimbra e para Região de Coimbra

Para o período em análise, as previsões para a precipitação nos cenários climáticos considerados (Figuras 4.12, 4.13, 4.14 e 4.15 e Quadro 4.3), são:

- Em Coimbra e na Região de Coimbra, haverá uma redução da precipitação média à escala anual até final do séc. XXI, para ambos os cenários climáticos, RCP4.5 e RCP8.5, com maior magnitude em Coimbra;
- A perda de precipitação anual já se regista no período de 2011-2040: -48,9 mm, para RCP4.5; -67,1 mm, para RCP8.5. No período de 2041-2070 agrava-se a perda de precipitação, em cerca valor cerca de -78mm, para ambos os cenários;
- No período de 2070-2100, na Região de Coimbra, no cenário RCP4.5, verifica-se uma redução anual da precipitação na ordem dos 5 %, quando comparado com o período de referência. Para o cenário de maior forçamento, RCP8.5, é expectável uma redução da precipitação em cerca de 188,7 mm/ano, o corresponde a - 15%, por comparação ao período de referência;
- No território de Município de Coimbra, em 2030, o cenário RCP4.5 apresenta valores da mesma ordem de magnitude dos observados no período de referência, enquanto o cenário RCP8.5 apresenta reduções significativas na quantidade de precipitação anual (cerca de -100 mm/ano). Em 2050 estes valores esbatem-se, no entanto este poderá ser um ano em que a estimativa seja muito inflacionada. Outros anos apresentam decréscimos significativos para os dois cenários. Esta variação da precipitação acontecerá por volta de 2100, com a redução da precipitação em cerca de 213 mm/ano, no cenário RCP8.5, correspondendo a uma perda na ordem dos 23,6 %.

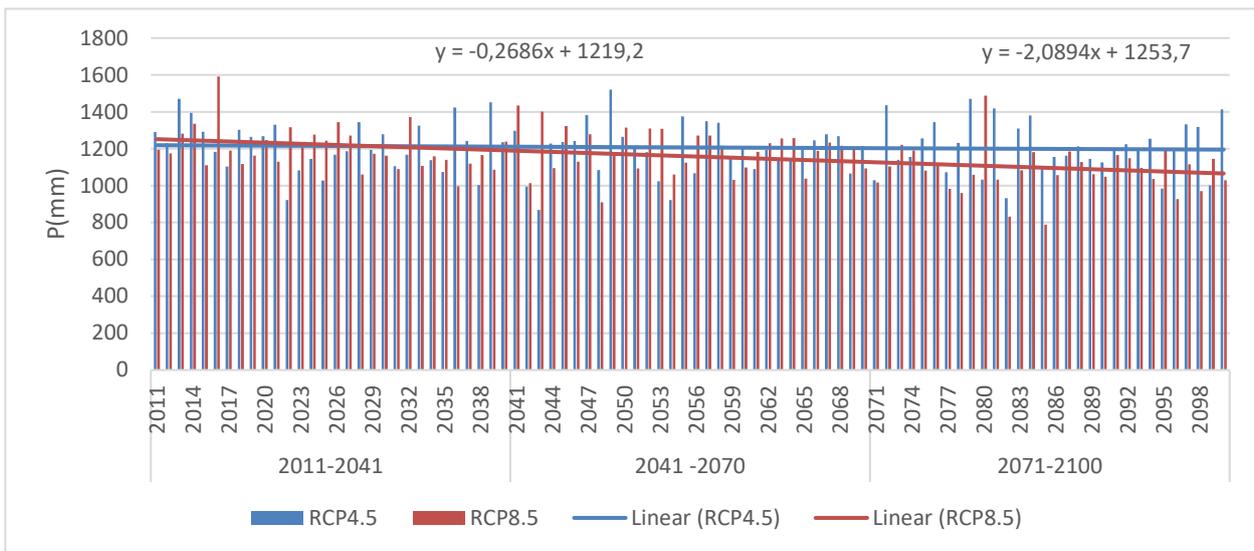


Figura 4.12 – Normais de precipitação média acumulada anual, para a Região de Coimbra, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, para o séc. XXI

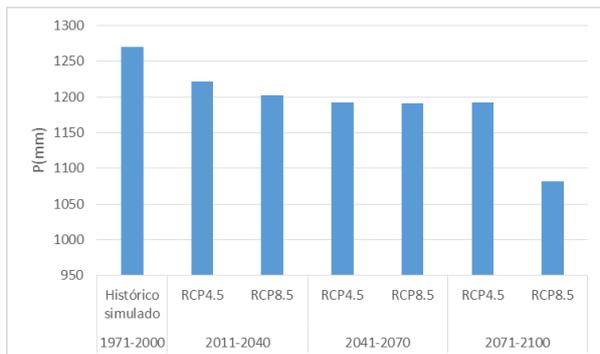


Figura 4.13 – Normais de precipitação média acumulada anual, para a Região de Coimbra, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, simulada para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

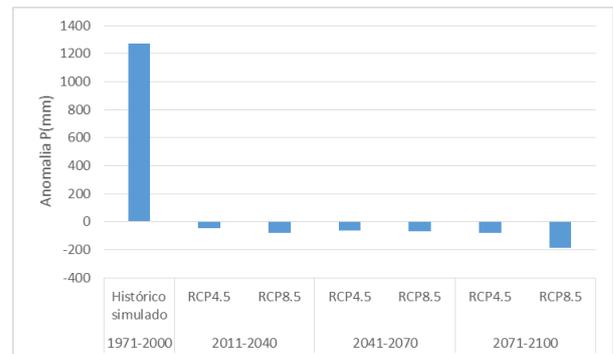


Figura 4.14 – Anomalias de precipitação, para a Região de Coimbra, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5, simulada para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

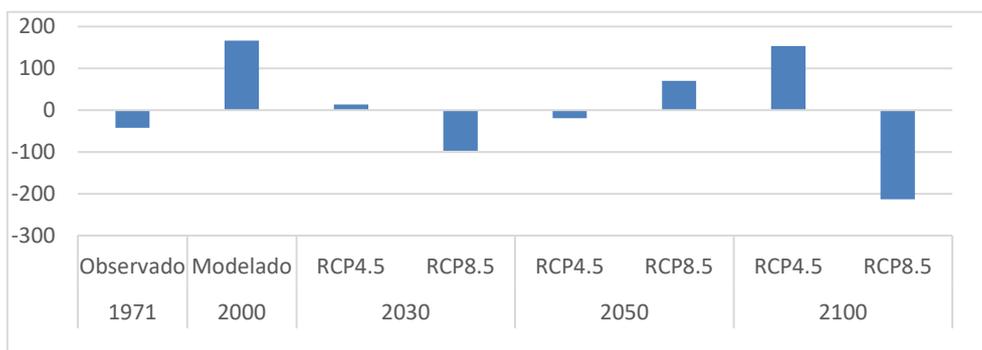


Figura 4.15 – Anomalia da média anual de precipitação para Coimbra, simulada para três anos: 2030, 2050 e 2100

Quadro 4.3 – Síntese das anomalias de precipitação para a Região de Coimbra, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5, das projeções simuladas para três períodos: 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

Variável	Histórico Simulado	Anomalias					
		RCP4.5			RCP8.5		
		2011-2040	2041-2070	2070-2100	2011-2040	2041-2070	2070-2100
Precipitação média anual (mm)	1270	-48,9	-77,4	-63,0	-67,1	-78,5	-188,7

À escala sazonal e mensal, as projeções para a precipitação revelam que haverá alterações significativas ao longo do século, para ambos os cenários de forçamento, para Coimbra e para a Região (Figuras 4.16, 4.17 e 4.18), nomeadamente:

- A partir de 2011-2040, projeta-se um aumento da precipitação nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, sendo esse acréscimo mais significativo para o cenário climático RCP4.5, e uma diminuição nos restantes meses;
- A precipitação tenderá a concentrar-se na estação de inverno (djf);
- No período de 2041-2070, a precipitação projetada, para os meses de inverno, representa 46,6 %, no cenário RCP4.5 e 45% no cenário RCP8.5, do total da precipitação anual;
- No período de 2071-2100, a precipitação projetada, para os meses de Inverno, representa 44%, no cenário RCP4.5 e 48,6% no cenário RCP8.5, do total da precipitação anual;
- No verão (jja) os quantitativos de precipitação são notoriamente mais baixos, agravando-se no período de 2070-2100, especialmente no cenário RCP8.5, onde as perdas variam dos 50 % e os 38 %, em Coimbra e na Região de Coimbra, respetivamente;
- No período de 2041-2070, para a Região de Coimbra, projetam-se perdas significativas de precipitação para os meses de abril, maio e outubro: -19,73 mm, -23,4 mm e -22,66 mm no cenário RCP4.5; -27,53 mm, -23,48 mm e -25,57mm no cenário RCP8.5;
- No período de 2070-2100, as perdas de precipitação projetadas agravam-se para o cenário de maior forçamento, RCP8.5, para os meses de abril, maio e outubro, com perdas de -37,13 mm, -31,53 mm e -46,3 mm, respetivamente;
- Em ambos o cenário de forçamento, até final do século, projeta-se uma redução da precipitação na primavera, no verão e no outono;
- O regime anual da precipitação registará uma alteração significativa, pelo que é expectável, a redução da estação húmida com o alargamento da estação seca e o aumento da severidade desta.

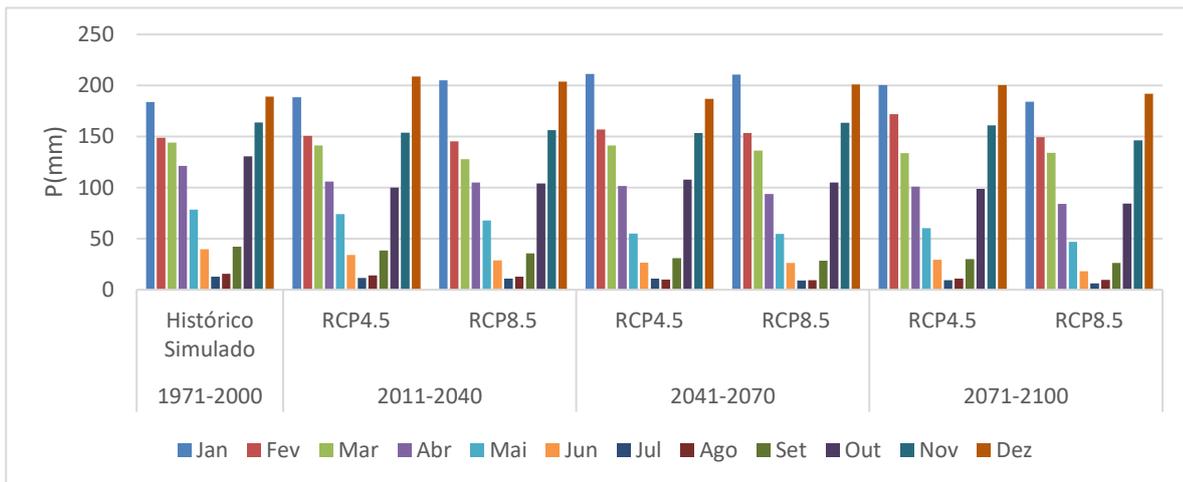


Figura 4.16 – Normais de precipitação média acumulada mensal, simulada para a Região de Coimbra: histórico-simulado, para o período de referência 1971-2000; períodos futuros, 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5

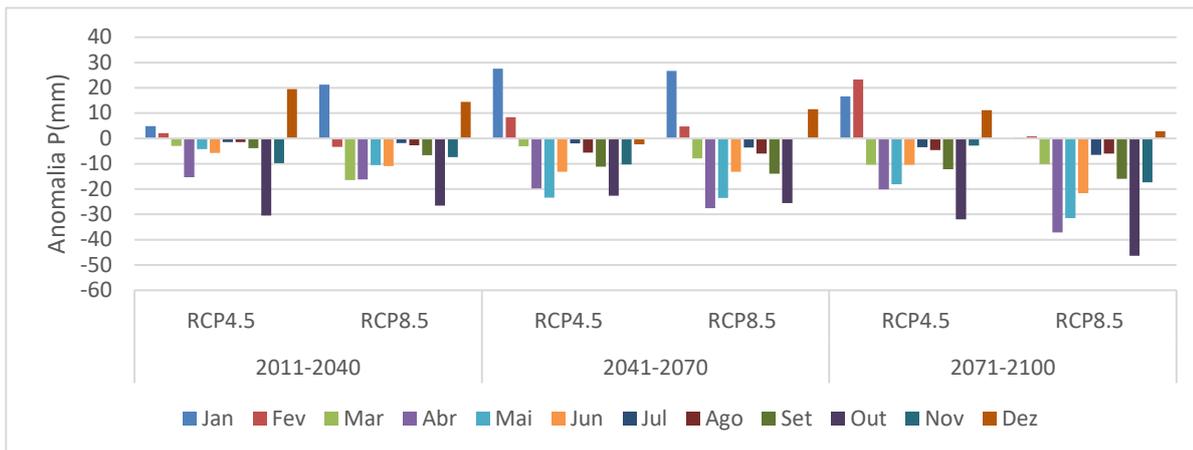


Figura 4.17 – Anomalia de precipitação média acumulada mensal simulada para a Região de Coimbra, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

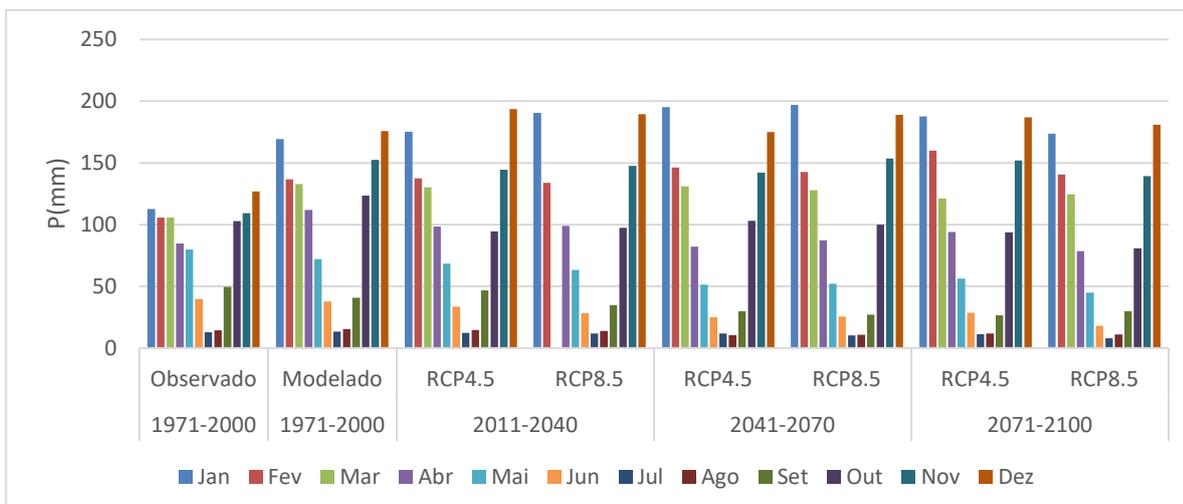


Figura 4.18 – Normais de precipitação média acumulada mensal, para a cidade de Coimbra, simulada para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, por comparação ao observado e simulado para o período de 1971-2000

Indicadores extremos de precipitação

Ao longo do século verifica-se um aumento do número de dias sem chuva, para ambos os cenários. Contudo, é no cenário de maior forçamento que se regista um aumento médio de mais 22 dias sem precipitação, por comparação ao período de referência, perspetivando-se, assim, a redução anual do período húmido (Quadro 4.4).

Quadro 4.4 – Projeção das anomalias dos indicadores extremos de precipitação, para a Região de Coimbra, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5

Variável	Histórico Simulado	Anomalias					
		RCP4.5			RCP8.5		
		2011-2040	2041-2070	2070-2100	2011-2040	2041-2070	2070-2100
Nº médio de dias sem chuva/ano	237	+3	+8	+8	+8	+8	+22

Número médio de dias com precipitação superior ou igual a 20 mm ($P \geq 20\text{mm}$)

A cenarização do número médio de dias com $P \geq 20\text{ mm}$ (Figuras 4.19, 4.20, 4.21, 4.22, 4.23 e 4.24) permite as seguintes conclusões:

- Um ligeiro aumento anual do número de dias com $P \geq 20\text{ mm}$ no cenário RCP4.5 e uma redução para o cenário RCP8.5, até ao final do século;
- O aumento do número de dias com $P \geq 20\text{ mm}$, no cenário RCP4.5, é mais expressivo para o período de 2071-2100;
- A variação estacionária mais significativa acontece no Inverno, com o número de dias $P \geq 20\text{mm}$ a aumentar em ambos os cenários climáticos.

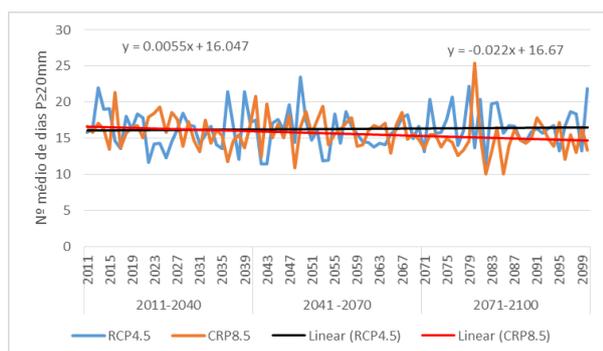


Figura 4.19 – Número médio de dias com $P \geq 20\text{mm}$, para a Região de Coimbra, simulado para os cenários RCP4.5 e RCP8.5

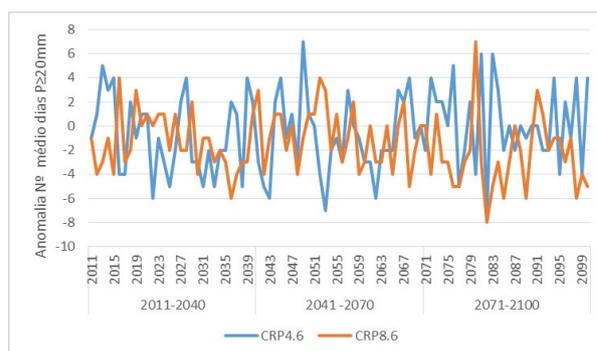


Figura 4.20 – Anomalias do número médio de dias com $P \geq 20\text{mm}$, para a Região de Coimbra, simulado para os cenários RCP4.5 e RCP8.5

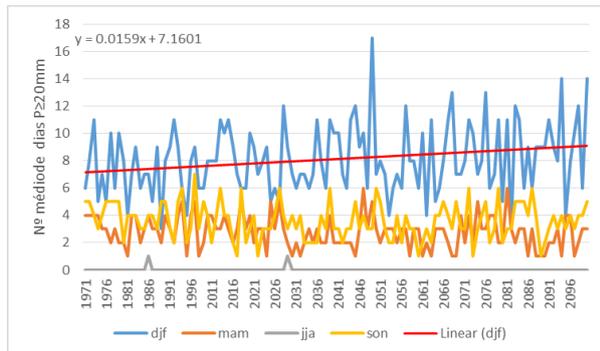


Figura 4.21 – Número médio de dias com $P \geq 20$ mm, estacionárias no cenário climático RCP4.5

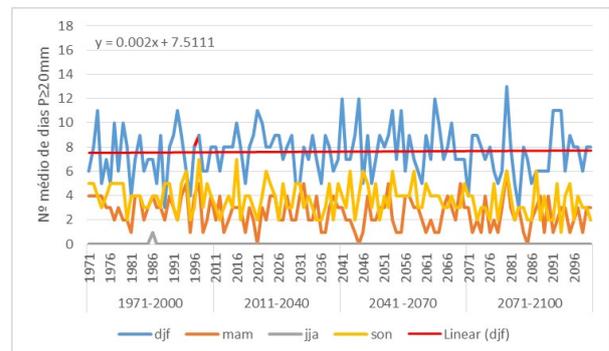


Figura 4.22 – Número médio de dias com $P \geq 20$ mm, estacionárias no cenário climático RCP8.5

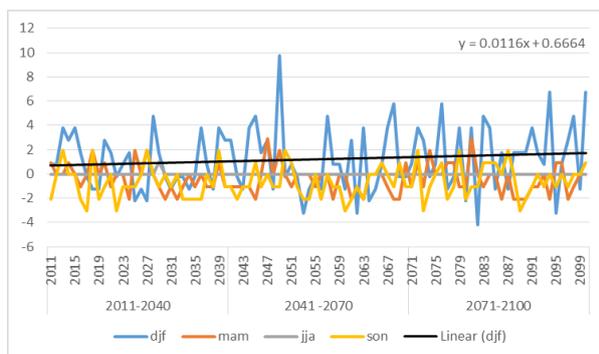


Figura 4.23 – Anomalias do número médio de dias com $P \geq 20$ mm, estacionárias no cenário climático RCP4.5

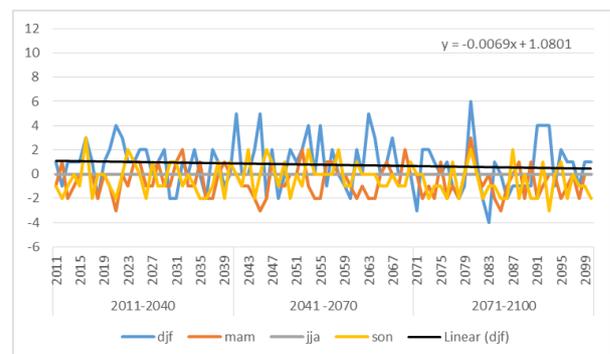


Figura 4.24 – Anomalias do número médio de dias com $P \geq 20$ mm, estacionárias no cenário climático RCP8.5

4.3.2.2. Cenarização da temperatura

Região de Coimbra

No que respeita às normais da temperatura, para as médias da máxima, da média e da mínima anuais e mensais, obtiveram-se as seguintes conclusões (Figuras 4.25, 4.26, 4.27, 4.28, 4.29 e Quadro 4.5):

- Projetam-se aumentos médios da temperatura para as médias da máxima, da média e da mínima anual, em ambos os cenários climáticos, até ao final do século;
- Para o período de 2041-2070, projetam-se, para o cenário RCP4.5, um aumento de +1,6 °C da $T_{máxima}$, +1,4 °C da $T_{média}$ e +1,3 °C da $T_{mínima}$. Enquanto no cenário RCP8.5 os aumentos serão de +1,9 °C para a $T_{máxima}$, +1,7 °C para a $T_{média}$ e +1,6 °C para a $T_{mínima}$;
- Para o período de 2071-2100, à escala anual, projetam-se para o cenário RCP4.5 um aumento de +2,1 °C da $T_{máxima}$, +2 °C da $T_{média}$ e +1,9 °C da $T_{mínima}$. Enquanto no cenário

- RCP8.5 os aumentos serão de +3,8 °C para a T_{máxima}, +3,9 °C para a T_{média} e +3,3 °C para a T_{mínima};
- Para o período de 2041-2070, no cenário RCP8.5 projeta-se para os meses de junho, julho, agosto, setembro e outubro um aumento da temperatura média, com uma variação de +4,11 °C a +4,67 °C, podendo, no caso das médias, a T_{máxima} atingir os +3,05 °C no mês de setembro e a T_{mínima} +2,65 °C no mês de setembro;
 - Para o período de 2041-2070, no cenário RCP4.5, os aumentos da temperatura serão inferiores. Projeta-se para os meses de junho, julho, agosto, setembro e outubro um aumento da temperatura média, com uma variação de +1,17 °C a +2,19 °C. Para o mês de setembro as T_{máximas} poderão atingir os +2,37 °C e as T_{mínimas} +2,02 °C;
 - Para o período de 2070-2100, no cenário RCP8.5, projeta-se para os meses junho, julho, agosto, setembro e outubro um aumento da temperatura média, com uma variação de +4,11 °C a +4,67 °C, podendo, no caso, as médias, as T_{máximas} atingirem os +5,08 °C no mês de junho, e nas T_{mínimas} +4,48 °C no mês de setembro;
 - Para o período de 2070-2100, no cenário RCP4.5, os aumentos serão mais modestos. Projeta-se para os meses de junho, julho, agosto, setembro e outubro um aumento da temperatura média, com uma variação de +2,23 °C a +2,47 °C, podendo, no caso das médias, as T_{máximas} atingirem os +2,52 °C no mês de julho, e nas T_{mínimas} +2,62 °C no mês de julho;
 - À escala mensal, os maiores aumentos esperados da temperatura média dar-se-ão nos meses de junho, julho, agosto, setembro e outubro;
 - Projetam-se invernos mais amenos e uma extensão do verão até ao mês de outubro.

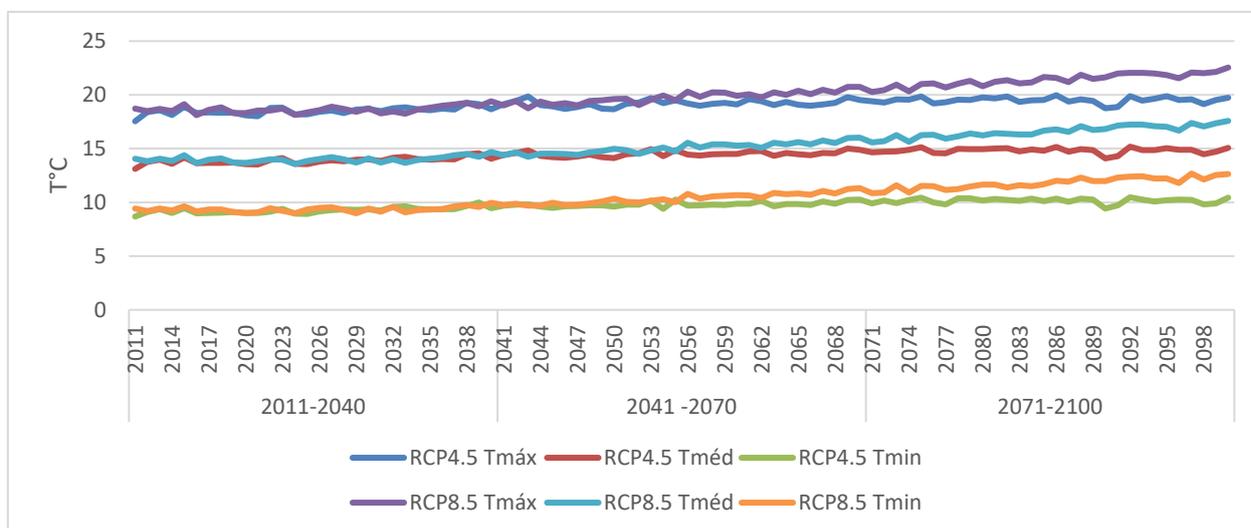


Figura 4.25 – Normais de temperatura média anual, máximas, médias e mínimas, para a Região de Coimbra, simulada para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5

Quadro 4.5 – Projeção dos valores médios das anomalias das médias das temperaturas máximas, médias e mínimas, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5, para a Região de Coimbra

Variável	Histórico Simulado	Anomalias					
		RCP4.5			RCP8.5		
		2011-2040	2041-2070	2070-2100	2011-2040	2041-2070	2070-2100
Temperatura máxima anual (Tx°C)	17,7	+0,9	+1,6	+1,9	+1	+2,1	+3,8
Temperatura média anual (Tx°C)	13,8	+0,3	+1,4	+1,7	+0,9	+2,0	+3,9
Temperatura mínima anual (Tx°C)	8,5	+0,8	+1,3	+1,6	+0,8	+1,9	+3,3

Território do Município de Coimbra

No caso particular de Coimbra, a partir do modelo estabelecido para a estação climatológica de Bencanta, com base na análise dos cenários RCP4.5 e RCP8.5, por contraposição aos dados observados no período de referência de 1970 e 2011, apresenta-se a seguinte análise (Figuras 4.30, 4.31 e 4.32):

Temperaturas máximas

- Para 2030 – aumento ligeiramente superior a +1 °C, para os dois cenários, das temperaturas médias máximas e máximas, e com os valores máximos a atingir cerca de +2 °C;
- Para 2050 - o cenário RCP4.5 apresenta valores similares a 2030, já o cenário RCP8.5 apresenta valores significativamente superiores, com valores médios das máximas superiores a +2 °C e os valores máximos superiores a +3,2 °C;
- Para 2100 - aumento em cerca de +2 °C, para o cenário RCP4.5, e perto dos +5 °C para o cenário RCP8.5, isto para os valores máximos. Os valores máximos projetados são +3,15 °C e +6 °C para o cenário RCP8.5;

Temperaturas médias

- A evolução da temperatura média apresenta para 2030 um aumento de cerca de +0,9 °C para os dois cenários. Para 2050, os dois cenários apresentam valores diferentes, com o RCP4.5 a apresentar valores ligeiramente superiores a +1 °C e o RCP8.5 a apresentar +1,85 °C;
- Em 2100, os valores da temperatura média apresentam aumentos significativos, mas desiguais para os dois cenários, com o RCP4.5 a apresentar um aumento de +1,96 °C e o RCP8.5 um aumento de +4,24 °C;
- A evolução das médias dos meses mais quentes, julho e agosto, bem como do mês mais frio, janeiro, apresentam ao longo dos períodos de análise em apreço (2011-2040, 2041-2070 e 2070-2100), um crescimento contínuo. As diferenças entre os valores observados e os estimados podem, no verão, atingir um aumento de quase 3 °C em 2100, para o cenário RCP8.5.

Nota: Aumentos desta grandeza, na temperatura média, terão impactos muito negativos no meio ambiente, na economia e na sociedade.

Temperaturas mínimas

- Quanto aos valores mínimos da temperatura, existe um aumento significativo das mínimas esperadas no mês de janeiro, por comparação com o período de referência. As médias das temperaturas mínimas que atingem um aumento de +3 °C, em 2100. No entanto, a diferença entre os valores mínimos absolutos é mais pungente, com uma diferença de quase 6 °C;
- A projeção para os meses mais quentes indica que os valores mínimos absolutos e a médias das mínimas aumentarão continuamente ao longo de todo o período em análise, até 2100:
- No geral, os dois cenários apresentam as maiores discrepâncias no final do séc. XXI, em que o RCP8.5 apresenta um aumento de cerca de +4 °C quando comparado com a observação de referência, enquanto para o RCP4.5 esse valor diminui para cerca de -2 °C.

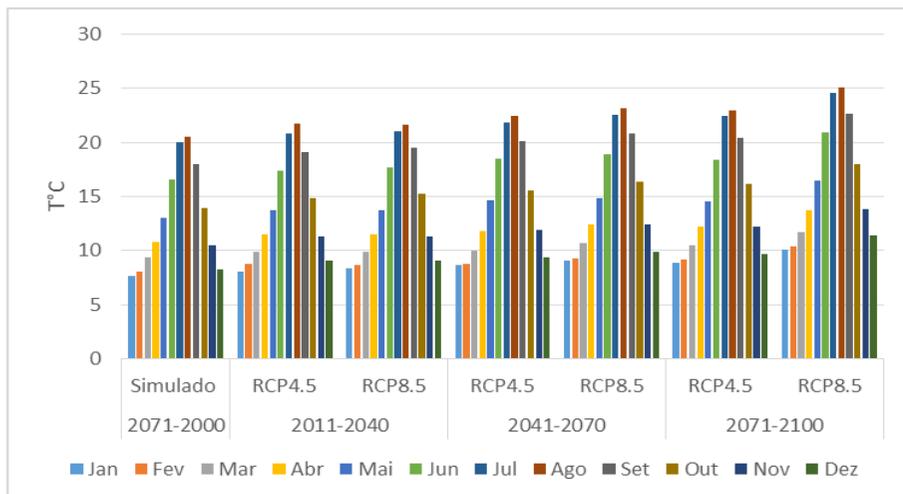


Figura 4.26 – Normais de T(°C) média da média mensal, para a Região de Coimbra

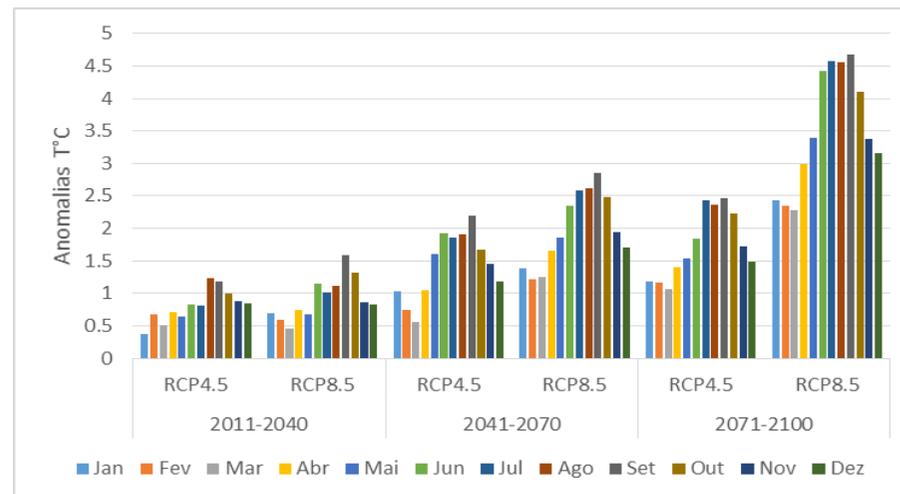


Figura 4.27 – Anomalias médias da média mensal da T(°C), para a Região de Coimbra

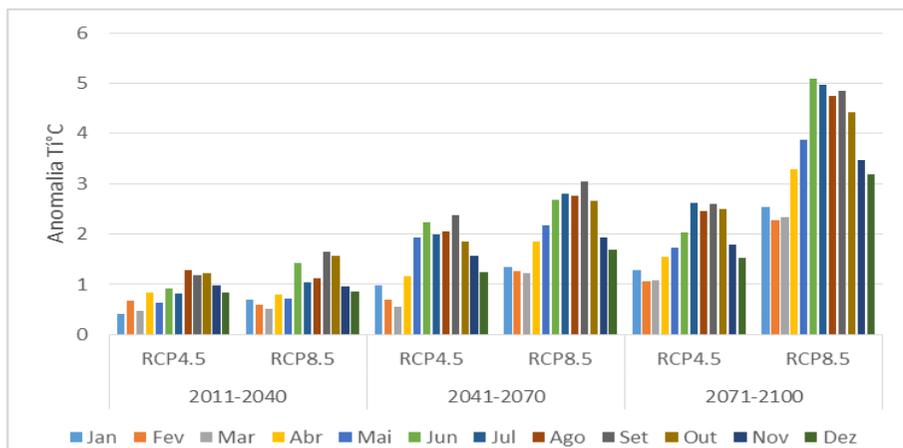


Figura 4.28 – Anomalias médias da máxima mensal da T(°C), para a Região de Coimbra

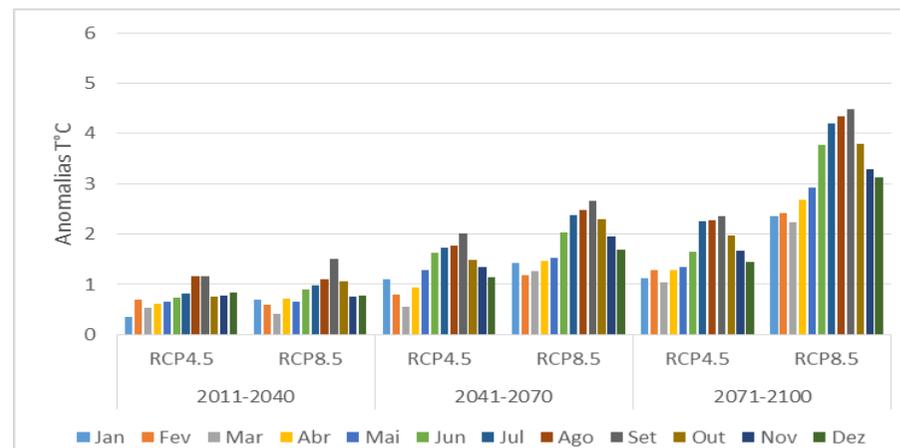


Figura 4.29 – Anomalias médias da mínima mensal da T(°C), para a Região de Coimbra

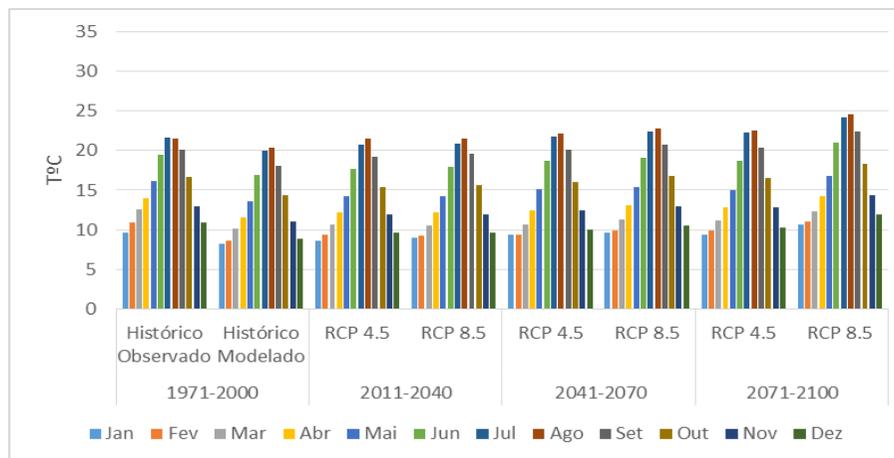


Figura 4.30 – Normais de T(°C) média da média mensal, para a Coimbra, climatológica de Bencanta

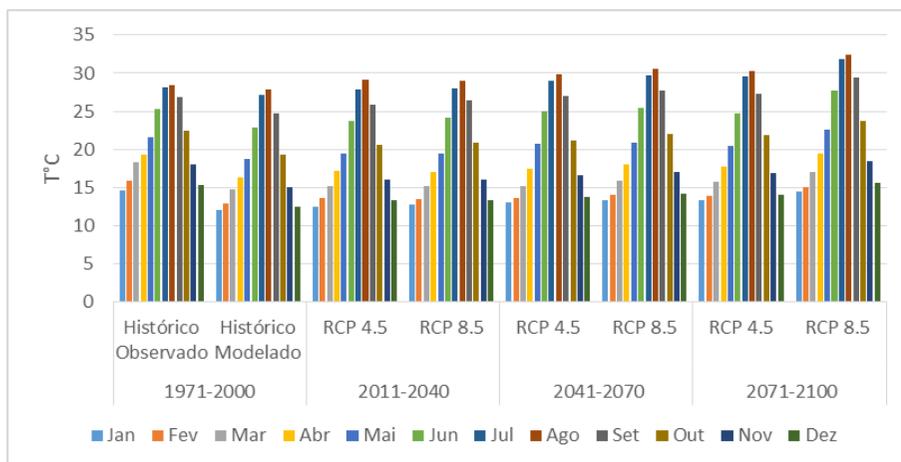


Figura 4.31 – Normais de T(°C) média da máxima mensal, para a Coimbra, estação climatológica de Bencanta

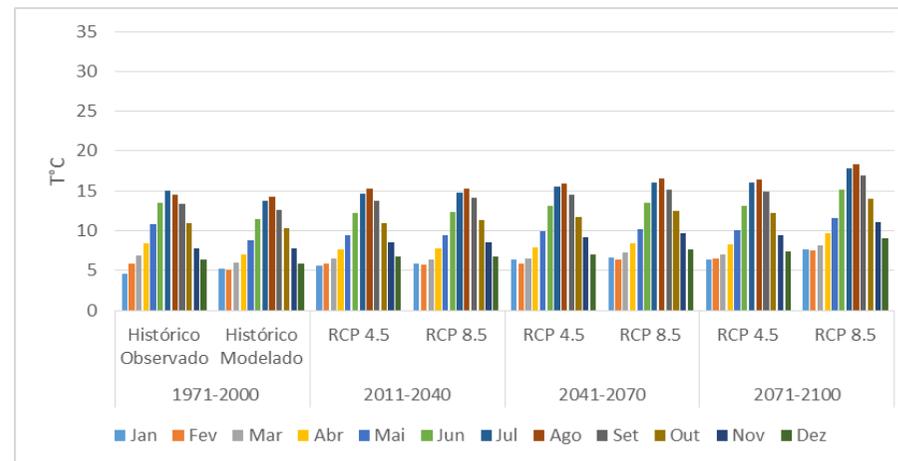


Figura 4.32 – Normais de T(°C) média da mínima mensal, para a Coimbra, estação climatológica de Bencanta

4.3.2.3. Cénarização para os indicadores de extremos da temperatura

Número de dias muito quentes de temperatura máxima superior ou igual a 35 °C ($T \geq 35$ °C)

A cenarização do número de dias muito quentes, por contraposição ao período de referência, 1971-2000, permitiu concluir o seguinte (Figura 4.33 e Quadro 4.6):

- À escala anual, a frequência de dias muito quentes irá aumentar ao longo do século XXI, para ambos os cenários, sendo esse incremento mais acentuado a partir de 2041;
- Para o cenário RCP4.5, período de 2041-2070, projeta-se um aumento para cerca do dobro do número de dias muito quentes, +7, e superior ao dobro, +9, para o período de 2071-2100;
- Para o cenário RCP8.5, período de 2041-2070, projeta-se um aumento superior ao dobro do número de dias muito quentes, +9, e próximo do quádruplo, +19, para o período de 2071-2100.

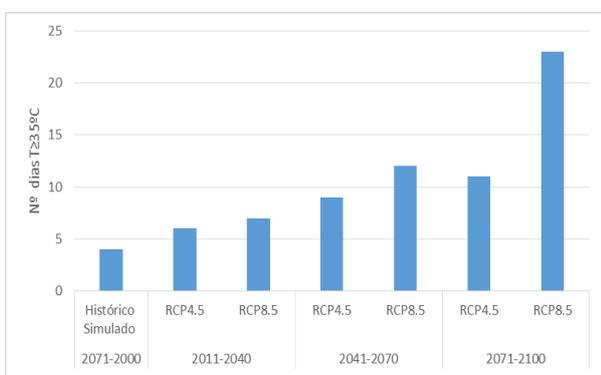


Figura 4.33 – Número médio de dias com $T \geq 35$ °C

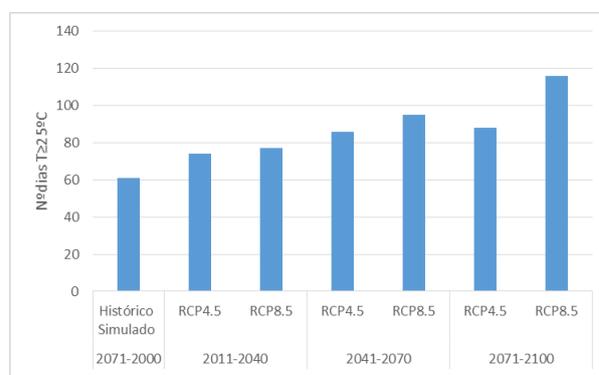


Figura 4.34 – Número médio de dias com $T \geq 25$ °C

Número de dias de verão, temperatura máxima superior ou igual a 25 °C ($T \geq 25$ °C)

Os resultados da cenarização para o número máximo de dias de Verão, por contraposição ao período de referência, 1971-2000, permitem as seguintes conclusões (Figuras 4.34, 4.35, 4.36, 4.37, 4.38, 4.39, 4.40 e Quadro 4.6):

- O número máximo de dias de verão irá aumentar em toda a Região de Coimbra, para ambos os cenários de forçamento. Para o período de 2070-2100, no cenário de maior forçamento RCP8.5, poderão ocorrer anos com mais 120 dias de verão, o que representa cerca do dobro em relação ao período de referência;
- Para o período de 2041-2070, o acréscimo esperado no número de dias de verão é de +27 dias no cenário RCP4.5 e de +35 dias no cenário RCP8.5;
- Para o período de 2071-2100, o acréscimo esperado no número de dias de verão é de +28 dias no cenário RCP4.5 e de +60 dias no cenário RCP8.5;
- A nível estacionário verifica-se um aumento do número de dias com $T \geq 25$ °C no verão (jja) e no outono (son);
- Para a estação da primavera em meados do século regista-se um aumento considerável do número de dias com $T \geq 25$ °C, sendo mais expressivo no cenário RCP8.5;
- Ao longo do século, já a partir do período de 2011-2040, haverá um alargamento do período quente e seco, iniciando-se na primavera e terminando no outono. Esta situação agrava-se no cenário RCP8.5.

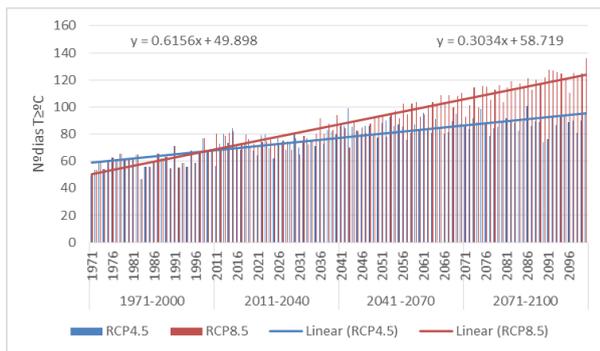


Figura 4.35 – Número médio de dias anual com $T \geq 25$ °C, para a RC, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5

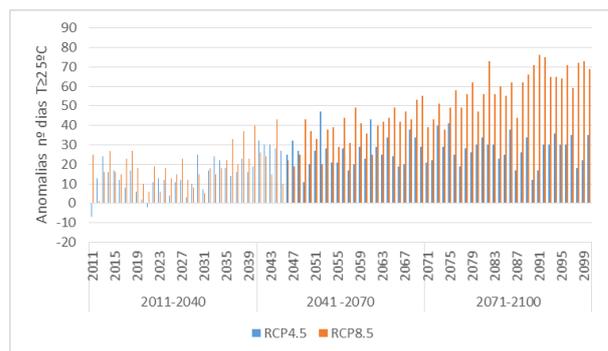


Figura 4.36 – Anomalias do número médio de dias anual com $T \geq 25$ °C para a RC, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5

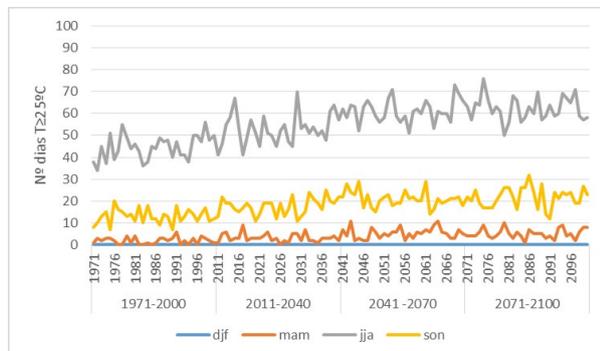


Figura 4.37 – Número médio de dias sazonal com $T \geq 25$ °C para a RC, no cenário RCP4.5

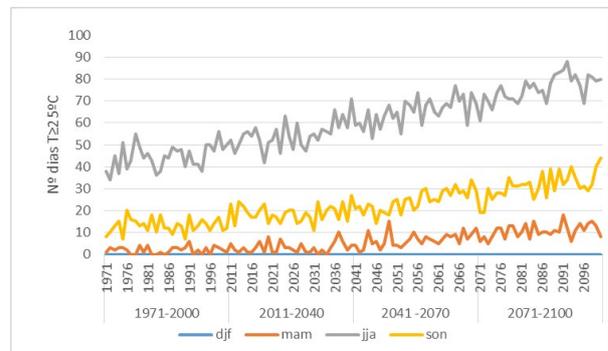


Figura 4.38 – Número médio de dias anual com $T \geq 25$ °C, para a RC, no cenário RCP8.5

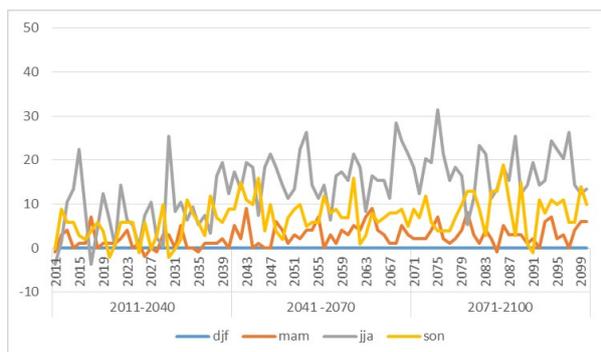


Figura 4.39 – Anomalia do número médio de dias sazonal com $T \geq 25$ °C, para a RC, no cenário RCP4.5

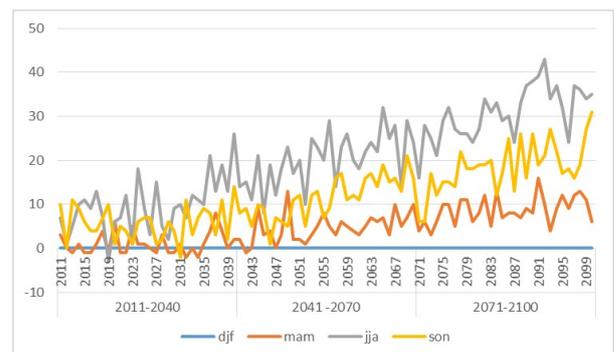


Figura 4.40 – Anomalia do número médio de dias sazonal com $T \geq 25$ °C, para a RC, no cenário RCP8.5

Número médio de “Dias de Ondas de Calor”

Os resultados da cenarização para o número médio de “Dias de Ondas de Calor”, por contraposição ao período de referência, 1971-2000, permitem as seguintes conclusões (Figuras 4.41, 4.42, 4.43, 4.44, 4.45. e Quadro 4.6):

- O número de dias de ondas de calor irá aumentar, para ambos os cenários de forçamento;

- Para o período de 2041-2070, o acréscimo esperado é de +4 dias no cenário RCP4.5 e de +8 dias no cenário RCP8.5;
- Para o período de 2071-2100, o aumento é de +5 dias no cenário RCP4.5 e de +10 dias no cenário RCP8.5. Estes valores representam um aumento de 1,8x e de 2,6x em relação à normal climática de referência;
- Verifica-se, ao longo do séc. XXI, uma variabilidade anual no número médio de dias de ondas de calor. No caso do cenário RCP8.5 poderá resultar num aumento superior a 15 dias, em alguns anos;
- Em ambos os cenários, o aumento do número médio de dias de ondas de calor terá maior expressão no verão (jja) e no outono (son);
- Para ambos os cenários, verifica-se a possibilidade de ocorrência de ondas de calor na primavera (mam), a partir do período 2041-2070, sendo que para o cenário de maior forçamento, CRP8.5, também poderão ocorrer, em algumas circunstâncias, no inverno (djf).

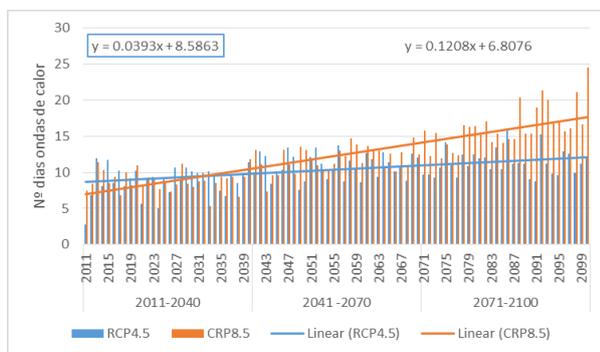


Figura 4.41 – Número médio de dias de ondas de calor anual, para os cenários RCP4.5 e RCP8.5

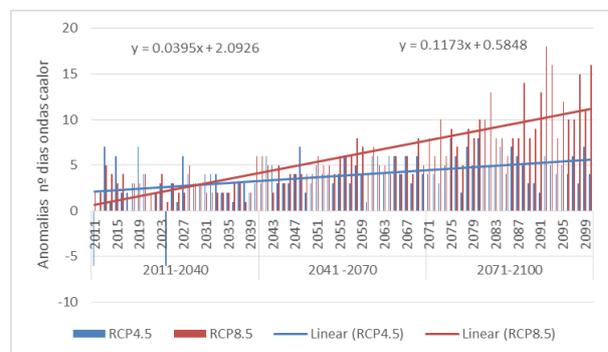


Figura 4.42 – Anomalias do número médio de dias de ondas de calor anual, para os cenários RCP4.5 e RCP8.5

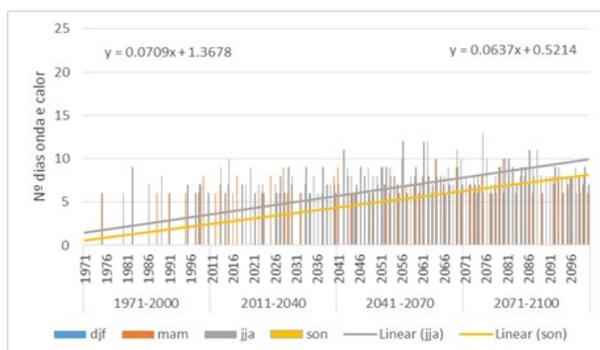


Figura 4.43 – Número médio de dias de ondas de calor estacionárias, para os cenários RCP4.5 e RCP8.5

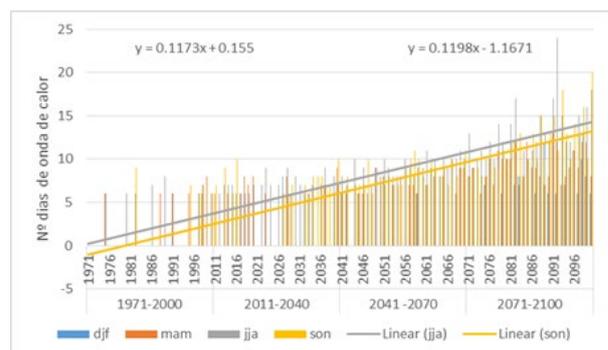


Figura 4.44 – Anomalias do número médio de dias de ondas de calor estacionárias, para os cenários RCP4.5 e RCP8.5

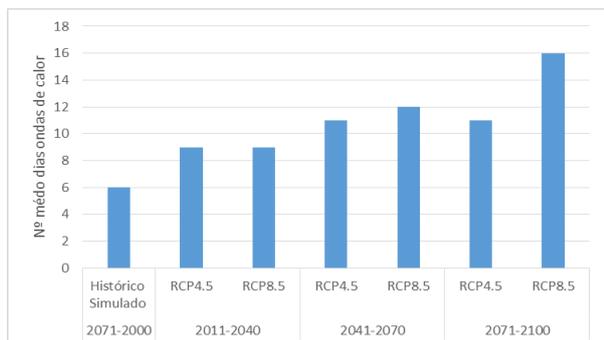


Figura 4.45 – Número médio de dias de ondas de calor

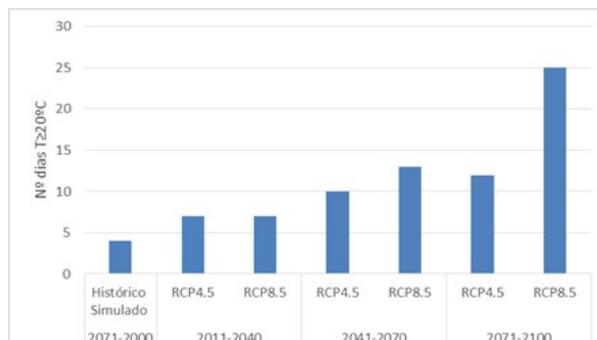


Figura 4.46 – Número médio de dias com noites tropicais

Número de noites tropicais, temperatura mínima superior ou igual a 20 °C (T_{≥25} °C)

No que respeita às noites tropicais, por contraposição ao período de referência, 1971-2000, obtiveram-se as seguintes conclusões (Figura 4.46. e Quadro 4.6):

- O número de noites tropicais irá aumentar de forma considerável para ambos os cenários de forçamento;
- Para o período 2041-2070, o acréscimo esperado é de +5 noites no cenário RCP4.5 e de +13 noites no cenário RCP8.5;
- Para o período 2071-2100, o aumento é de +6 noites no cenário RCP4.5 e de +19 noites no cenário RCP8.5. Estes valores representam um aumento de 3x e 6,25x em relação à normal climática de referência.

Número de dias de geada, temperatura mínima inferior ou igual a 0 °C (T_n<0 °C)

Ao longo do séc. XXI, para ambos os cenários, RCP4.5 e RCP8.5, a frequência de dias com geada irá diminuir. Esse decréscimo dar-se-á no inverno e, de modo residual, na primavera. No cenário mais gravoso, no final do século, poderá acontecer uma redução em cerca de 90 % (Figura 4.47 e Quadro 4.6).

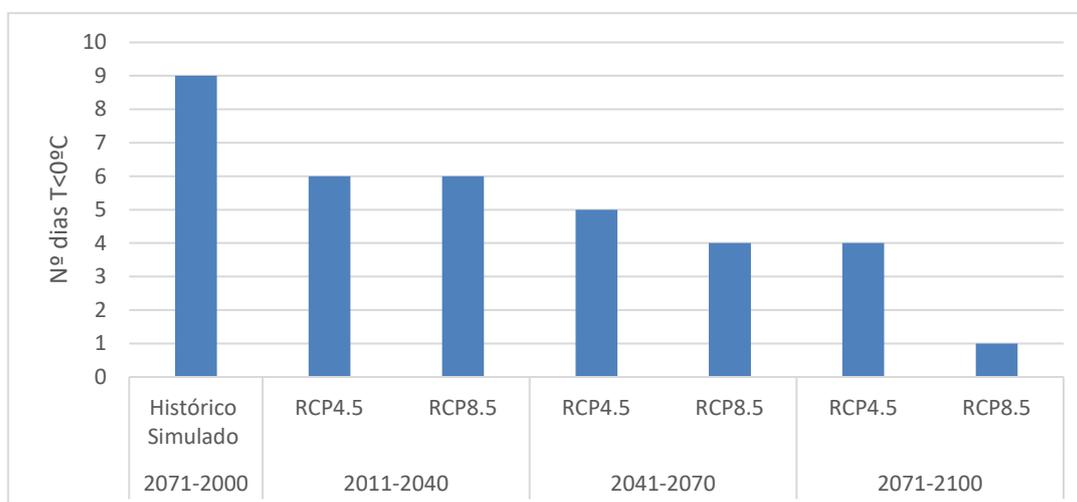


Figura 4.47 – Número médio de dias de geada com T_n<0 °C

Número médio de dias com ondas de frio

Em relação ao número médio de dias com ondas de frio, a alteração não é significativa em relação ao período de referência. Contudo, é projetada a sua redução para ambos os cenários, até ao final do séc. XXI (Quadro 4.6).

Quadro 4.6 – Projeção dos valores médios das anomalias da temperatura para os indicadores extremos, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5, até ao final do séc. XXI

Variável	Histórico simulado	Anomalias					
		RCP4.5			RCP8.5		
		2011-2040	2041-2070	2070-2100	2011-2040	2041-2070	2070-2100
Nº médio de dias muito quentes (Tx≥35 °C)	4	+1	+5	+7	+2	+9	+19
Nº médio de dias de Verão (Tx25 °C)	61	+13	+27	+28	+18	+35	+60
Nº médio de noites tropicais (Tn ≥20 °C)	4	+2	+5	+6	+3	+8	+19
Nº médio de dias com ondas de calor	6	+2	+4	+5	+3	+5	+10
Nº médio de dias com ondas de frio	1	0	0	0	0	0	0
Nº médio de dias com geada (Tn<0 °C)	9	-3	-3	-4	-3	-4	-6

4.3.2.4. Cenarização do Vento

Para a cenarização da velocidade média do vento a 10 m, as projeções apresentam valores cuja variabilidade é pouco significativa, apontando para reduções da velocidade de 0,1 m/s ou inferiores, ao longo do séc. XXI, para ambos os cenários climáticos, sendo ligeiramente superior no cenário RCP8.5. Em relação à modelação climática do vento, convém de referir que lhe está associado algum grau de incerteza (Figura 4.48).

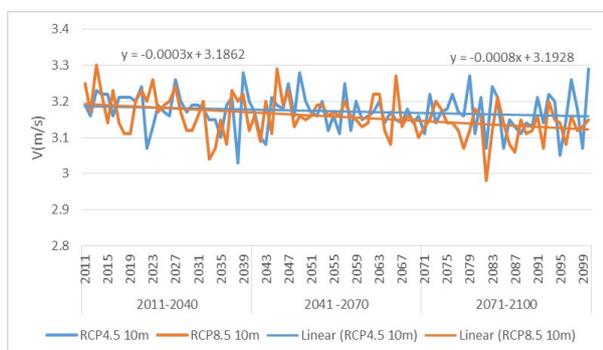


Figura 4.48 – Velocidade média anual do vento a 10 m, nos cenários climáticos RCP4.5 e RCP8.5

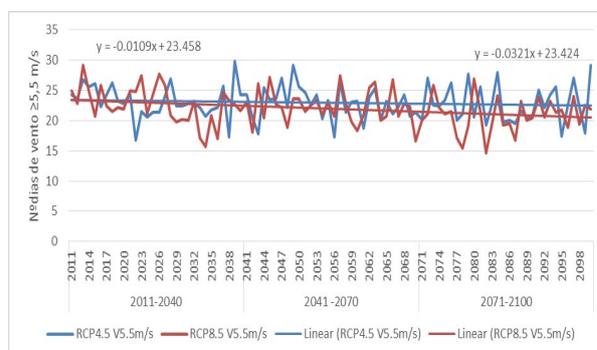


Figura 4.49 – Número médio de dias com vento moderado a forte (moderado V≥5,5 m/s), nos cenários climáticos RCP4.5 e RCP8.5

Quanto ao número de dias com vento moderado a forte (moderado $V \geq 5,5$ m/s), a 10 m, o Modelo Regional de Coimbra, *ensemble*, projeta, ao longo de séc. XXI, uma redução anual do número de dias. Contudo, quando analisada a variabilidade sazonal, verifica-se um aumento da sua frequência em ambos os cenários de forçamento, RCP4.5 e RCP8.5, para o inverno (djf) e primavera (mam), sendo mais significativo no período invernal, a que poderão estar associados temporais (Figura 4.49, 4.50, 4.51, 4.52 e 4.53).

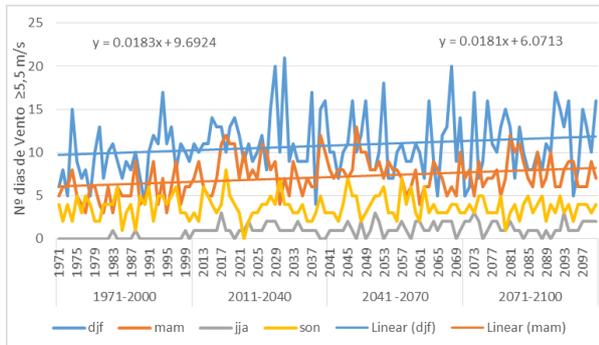


Figura 4.50 – Número médio de dias com vento moderado a forte (moderado $V \geq 5,5$ m/s) a 10 m, no cenário climático RCP4.5, para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

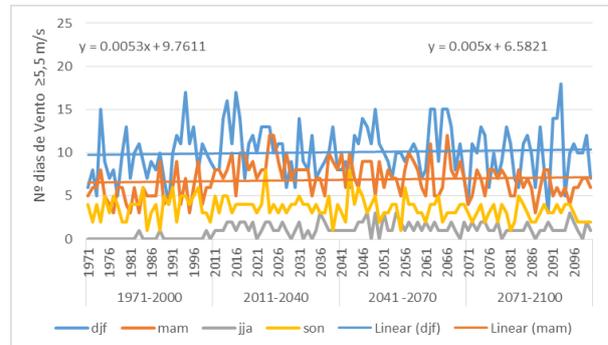


Figura 4.51 – Número médio de dias com vento moderado a forte (moderado $V \geq 5,5$ m/s) a 10 m, no cenário climático RCP8.5, para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

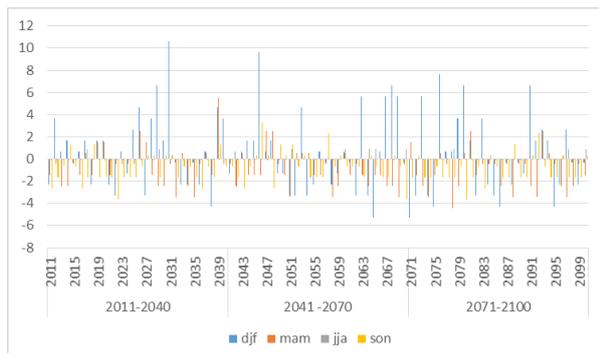


Figura 4.52 – Anomalias estacionais do nº médio de dias com vento moderado a forte (moderado $V \geq 5,5$ m/s), o cenário climático RCP4.5, para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

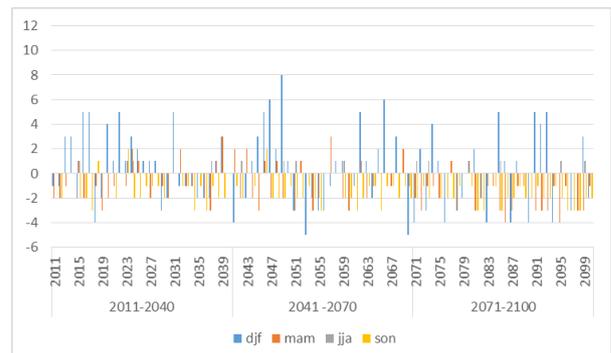


Figura 4.53 – Anomalias estacionais do nº médio de dias com vento moderado a forte (moderado $V \geq 5,5$ m/s), o cenário climático RCP8.5, para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

4.3.2.5. Cenarização do índice de seca

No que respeita à caracterização das situações de seca (SPI) para os dois cenários de forçamento, RCP4.5 e RCP8.5, quando comparados com o período de referência 1971-2000, verificam-se as seguintes condições (Figura 4.54 e Quadro 4.7):

- Projeta-se para a primavera, verão e outono uma diminuição do índice ao longo do séc. XXI, para ambos os cenários, com períodos que poderão ir de seca moderada a seca extrema.
- Para a primavera, verão e outono, no cenário de forçamento RCP4.5 o SPI varia de -0,6 a -0,8 e no cenário de forçamento RCP8.5 varia de -0,7 a -0,9;
- Para o verão, a situação é mais gravosa em ambos os cenários, com valores a oscilar entre -4 no cenário RCP4.5 e -5 no cenário RCP8.5, aumentando a frequência de ocorrência da categoria de seca extrema.

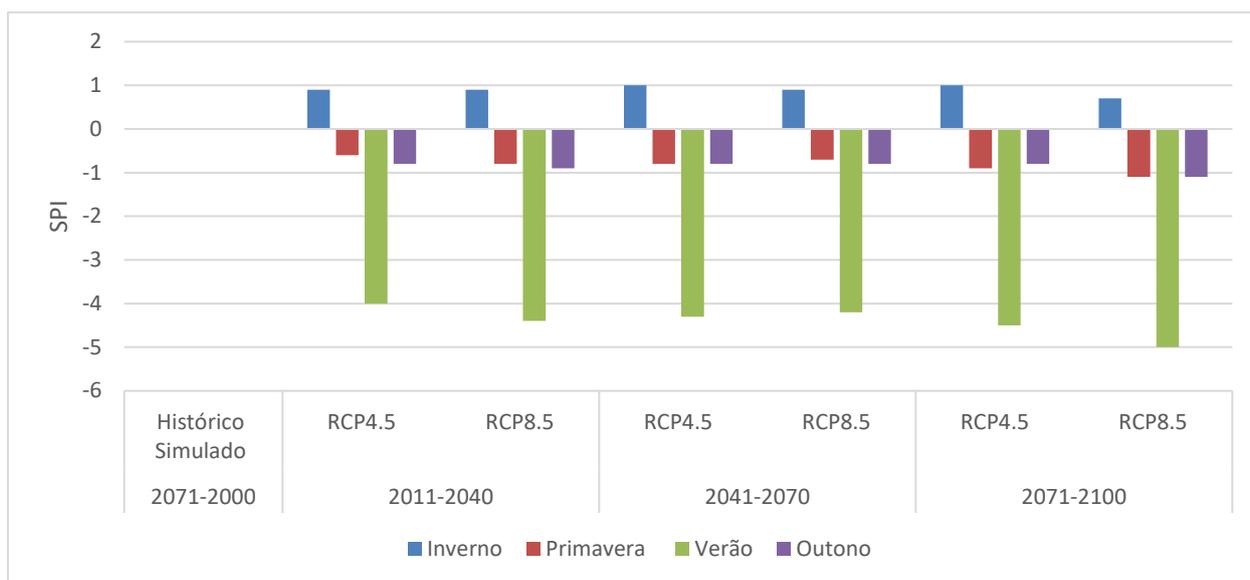


Figura 4.54 – Índice de seca sazonal, para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, nos cenários climáticos RCP4.5 e RCP8.5

Quadro 4.7 – Projeção das anomalias estacionárias do Índice de Seca (SPI), para a Região de Coimbra, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5

Variável	Histórico simulado	Anomalias					
		RCP4.5			RCP8.5		
		2011-2040	2041-2070	2070-2100	2011-2040	2041-2070	2070-2100
Inverno	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0
Primavera	0,0	-0,6	-0,8	-0,8	-0,7	-0,9	-1,1
Verão	-0,0	-4,0	-4,4	-4,3	-4,2	-4,5	-5,0
Outono	0,0	-0,8	-0,9	-0,8	-0,8	-0,8	-1,1

4.3.2.6. Cenarização do índice de risco de incêndio na Região de Coimbra

No que respeita à cenarização para as situações de Índice de Risco de Incêndio, risco extremo, e risco elevado, valores médios anuais e sazonais, quando comparado com o período de referência 1971-2000, é projetado para ambos os cenários de forçamento, RCP4.5 e RCP8.5, as seguintes condições (Figuras 4.55, 4.56, 4.57, 4.58, 4.59, 4.60, 4.61, 4.62 e Quadro 4.8):

- A partir de 2035, para ambos os cenários de forçamento, as projeções das anomalias do Índice do Risco de Incêndio apontam para um aumento do grau de risco elevado e do grau de risco extremo;
- No cenário de menor forçamento, RCP4.5, a anomalia do risco de incêndio elevado varia entre 3,3 no período de 2011-2040 e 12,8 no período de 2071-2100. Enquanto no cenário de maior forçamento, RCP8.5, a anomalia do risco de incêndio elevado varia entre 6,1 no período de 2011-2040 e 33,4 no período de 2071-2100, o que corresponde a um valor final de índice de 57,3;

- No cenário de menor forçamento, RCP4.5, o risco de incêndio extremo tem crescimentos mais modestos, com valores de anomalias a varia entre 0,3 no período de 2011-2040 e 1,6 no período de 2071-2100. Enquanto no cenário de maior forçamento, RCP8.5, a anomalia do risco de incêndio extremo varia entre 0,8 no período de 2011-2040 e 6,4 no período de 2071-2100, o que corresponde a um valor final de índice de 8,6;
- A nível sazonal, o verão e o outono apresentam os maiores índices de risco de incêndio, para ambos os cenários, com tendência de crescimento a partir do período de 2041-2070.

Quadro 4.8 – Projeção das anomalias do Índice do Risco de Incêndio, para a Região de Coimbra, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5, até ao final do séc. XXI

Variável	Histórico	Anomalias					
		RCP4.5			RCP8.5		
		2011-2040	2041-2070	2070-2100	2011-2040	2041-2070	2070-2100
ELEVADO	23,9	+3,3	+13,6	+12,8	+6,1	+19,3	+33,4
EXTREMO	2,2	+0,3	+2,1	+1,6	+0,8	+2,3	+6,4

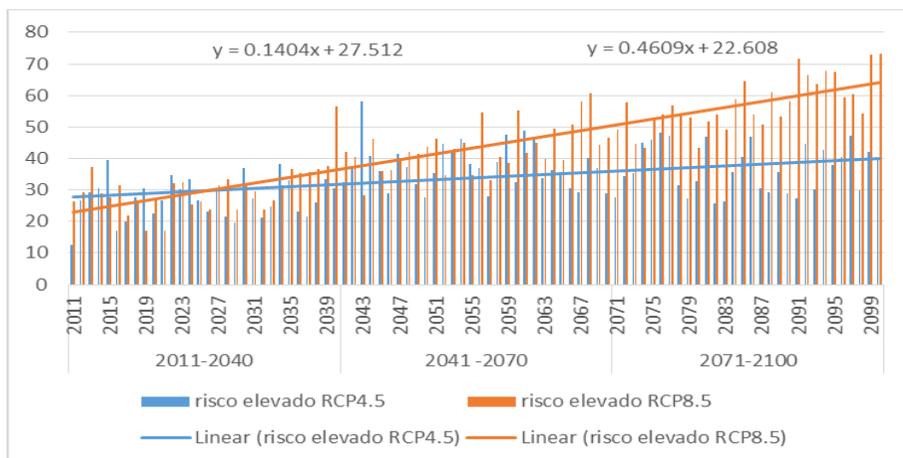


Figura 4.55 – Índice do Risco de Incêndio Elevado anual, para o RCP4.5 e RCP8.5, na Região de Coimbra

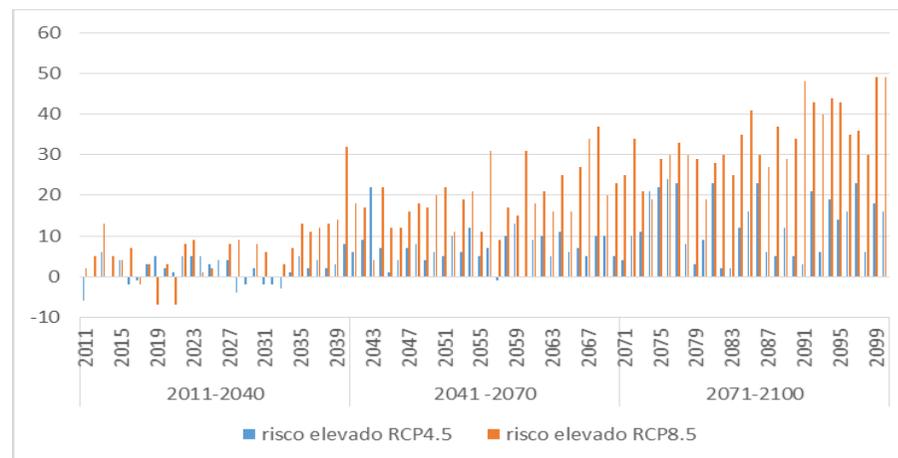


Figura 4.56 – Anomalias do Índice do Risco de Incêndio Elevado anual, para o RCP4.5 e RCP8.5, na Região de Coimbra

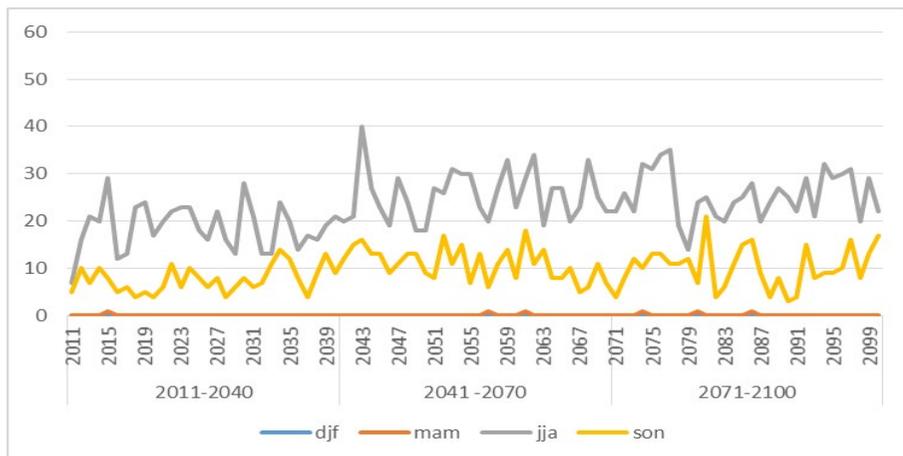


Figura 4.57 – Índice do Risco de Incêndio Elevado sazonal, para o RCP4.5, na Região de Coimbra

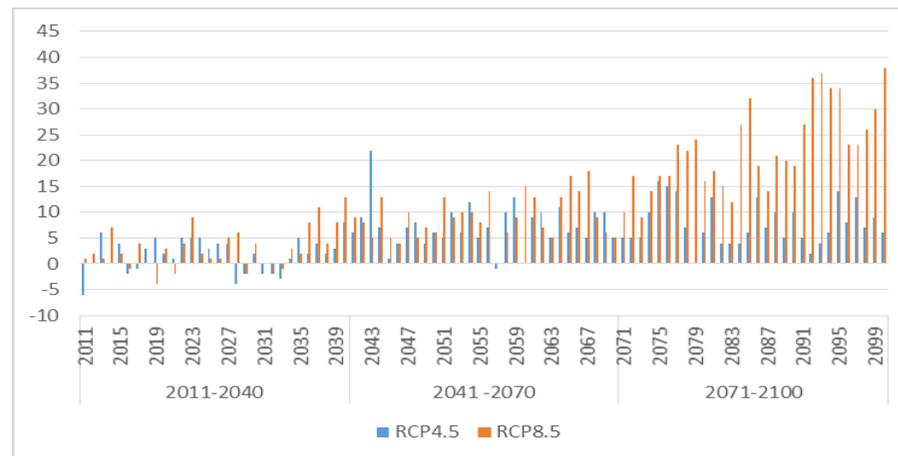


Figura 4.58 – Índice do Risco de Incêndio Elevado sazonal, para o RCP8.5, na Região de Coimbra

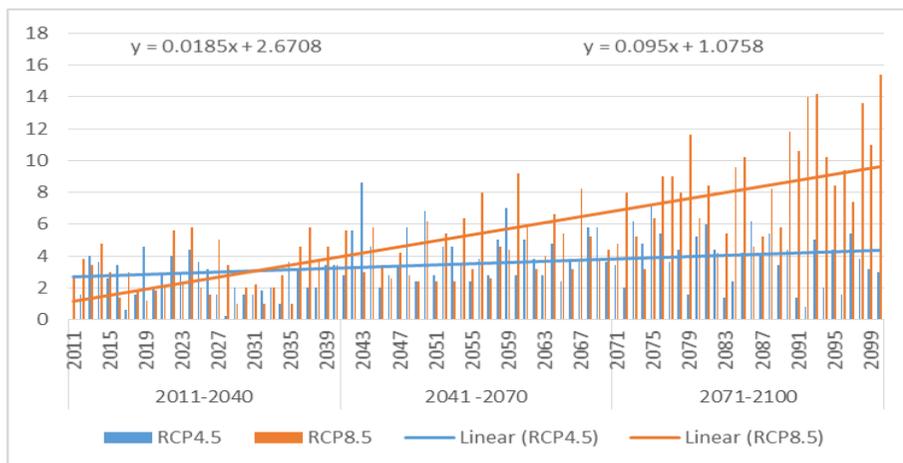


Figura 4.59 – Índice do Risco de Incêndio Extremo anual, para o RCP4.5 e RCP8.5, na Região de Coimbra

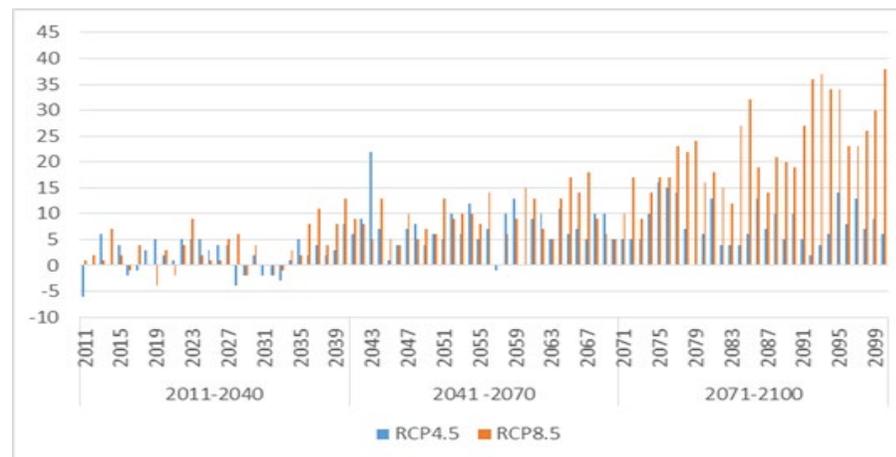


Figura 4.60 – Anomalias do Índice do Risco de Incêndio Extremo anual, para o RCP4.5 e RCP8.5, na Região de Coimbra

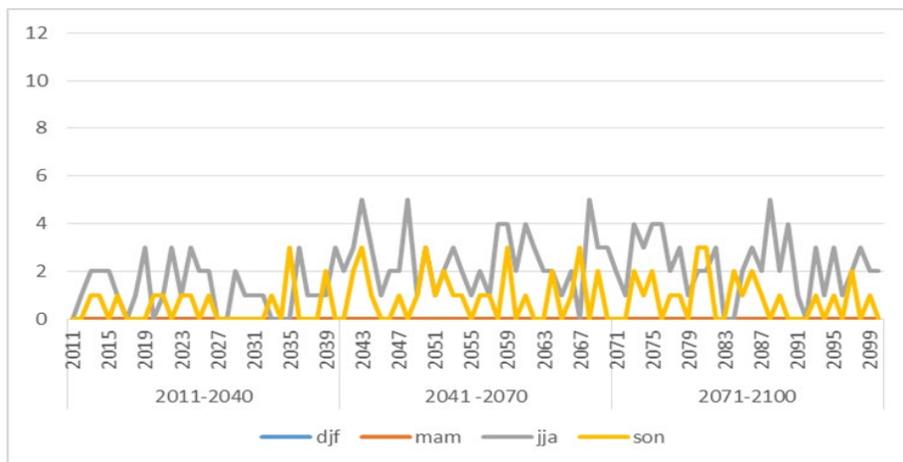


Figura 4.61 – Índice do Risco de Incêndio Extremo sazonal, para o RCP4.5, na Região de Coimbra

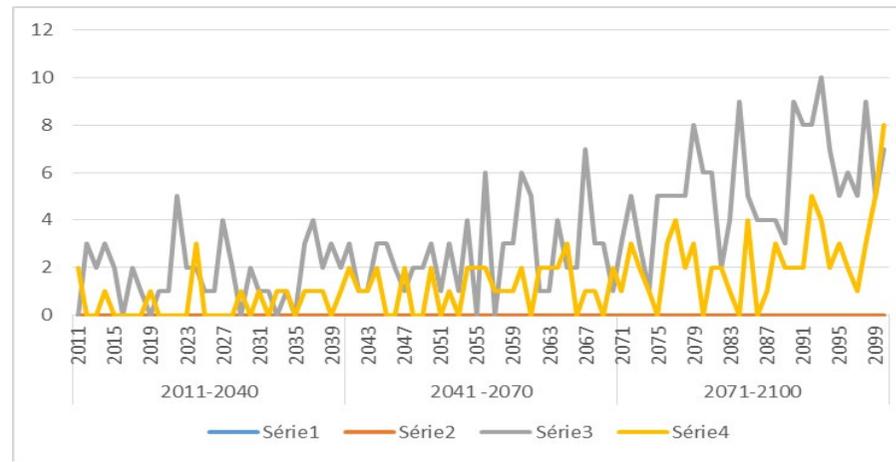


Figura 4.62 – Índice do Risco de Incêndio Extremo sazonal, para o RCP8.5, na Região de Coimbra

4.4. Cartografia climática com cénarização da precipitação e da temperatura para Coimbra

As figuras 4.63 e 4.64 representam, respetivamente, a distribuição da precipitação média acumulada anual e a temperatura média anual para o território do Município de Coimbra, no período de 1990-2018. Os valores de precipitação registados são superiores na parte oriental nos territórios do Maciço Marginal de Coimbra, cuja morfologia é acidentada e as maiores altitudes marcam a morfologia da paisagem, reduzindo de forma considerável quando se passa para as colinas de cumeadas de topo aplanado e destas para a planície do vale do Mondego, com valores a variar entre as classe de 1129,81 a 1157,83 mm e de 877,65 a 905,67 mm. Quanto à temperatura média anual, ela apresenta uma variação compreendida entre os 15,08 °C e os 16,49 °C, conforme se trate da região oriental ou central e ocidental do território do Município de Coimbra. Os valores de temperatura são mais elevados na cidade de Coimbra e sua envolvente. Esta situação poderá resultar da orografia, da morfologia urbana e das condições de ventilação natural.

As figuras 4.65, 4.66, 4.67 e 4.68 representam a projeção, a partir da base de dados do WorldClim, da distribuição da variável climática da precipitação média acumulada anual nos cenários climáticos CRP4.5 e CRP8.5, para os anos de 2050 e 2070:

- CRP4.5 – Para 2050 projeta-se uma redução da precipitação média anual na ordem dos 12%. Para o ano de 2070, essa redução será na ordem dos 7%. O setor oriental do concelho regista em 2050 a maior perda anual de precipitação, -143 mm;
- CRP8.5 - Para 2050 projeta-se uma redução da precipitação média anual na ordem dos -158 mm, para todo o território. Para o ano de 2070 a redução será na ordem dos 21%. O setor oriental do concelho regista a maior perda anual de precipitação, -367 mm em 2070;
- Em ambos os cenários, a redução da precipitação anual, em valores absolutos, é mais significativa no setor oriental do concelho.

As figuras 4.69, 4.70, 4.71 e 4.72 representam a projeção, a partir da base de dados do WorldClim, da distribuição da variável climática da temperatura média anual nos cenários climáticos CRP4.5 e CRP8.5, para os anos de 2050 e 2070:

- CRP4.5 – Para 2050, projeta-se um aumento da temperatura média anual de +8,9 °C, para o setor oriental e de +1,9°C, para a cidade e setor central e ocidental do concelho. Para o ano de 2070, esse aumento está compreendido entre +1,3 °C (setor oriental) e +2,3 °C (cidade e setor central e ocidental);
- CRP8.5 - Para 2050, projeta-se um aumento da temperatura média anual de +1,6 °C, para o setor oriental e de +2,6 °C para a cidade e setor central e ocidental do concelho. Para o ano de 2070, esse aumento está compreendido entre +2,8 °C (setor oriental) e +3,8 °C (cidade e setor central e ocidental);
- Para ambos os cenários, os maiores aumentos da temperatura média anual registam-se na cidade de Coimbra e área periurbana, numa parte do setor sul e na planície do Baixo Mondego.

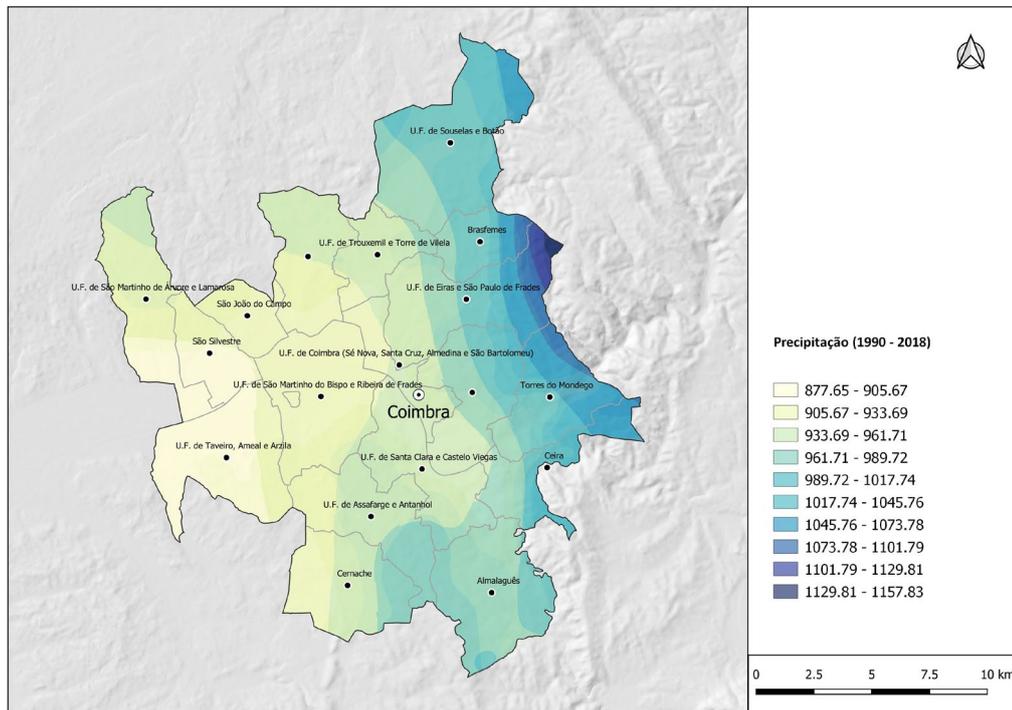


Figura 4.63 – Precipitação média acumulada anual no período 1990 – 2018, para o território do Município de Coimbra

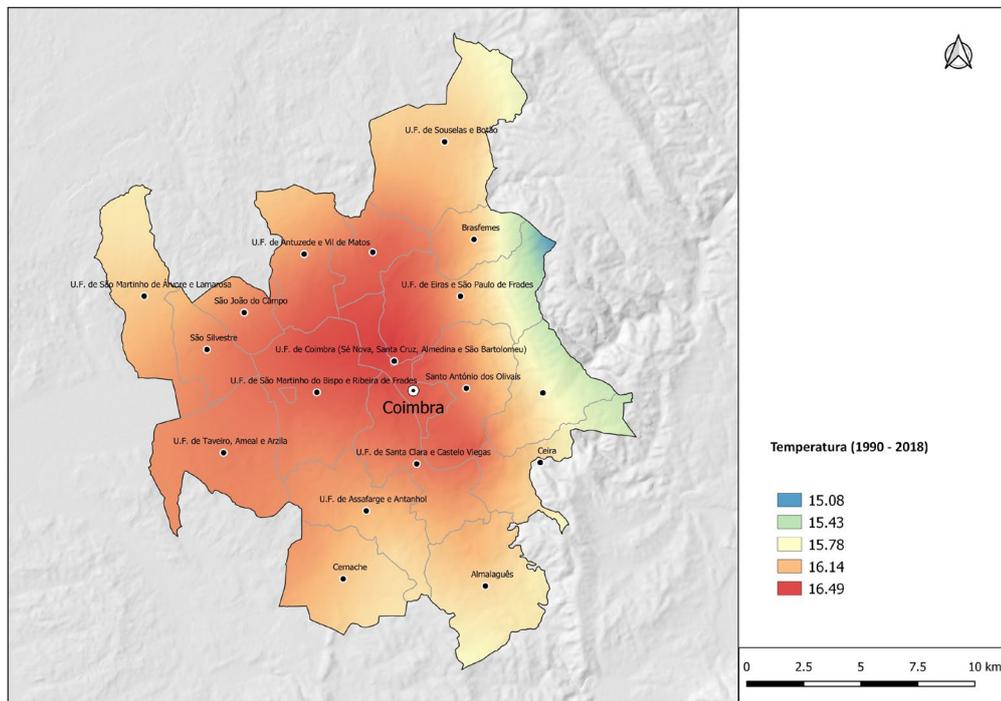


Figura 4.64 - Temperatura média anual no período 1990 -2018, para o território do Município de Coimbra

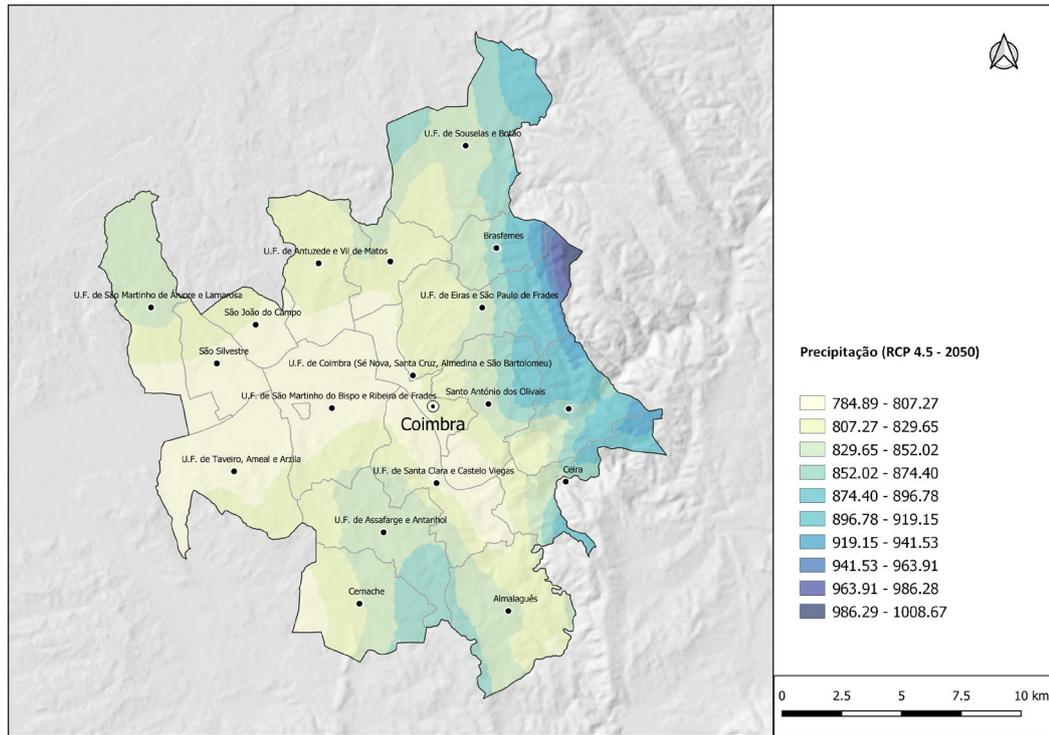


Figura 4.65 – Precipitação média acumulada anual para 2050, simulada no cenário de forçamento RCP4.5

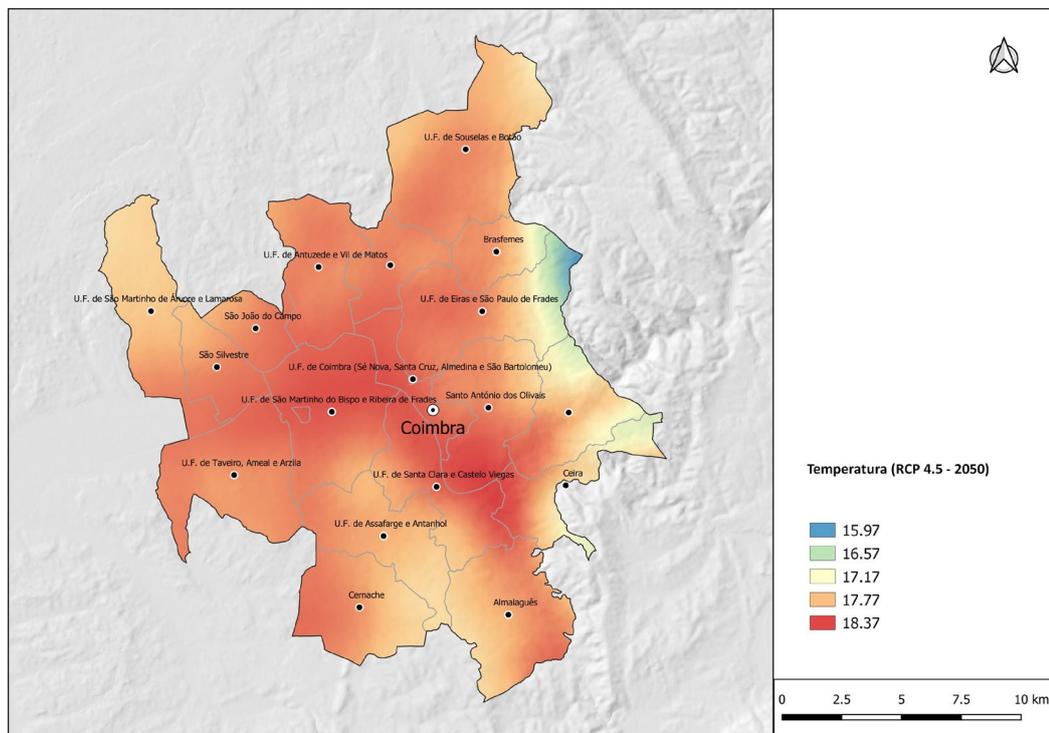


Figura 4.66 - Temperatura média anual para 2050, simulada para o cenário de forçamento RCP4.5

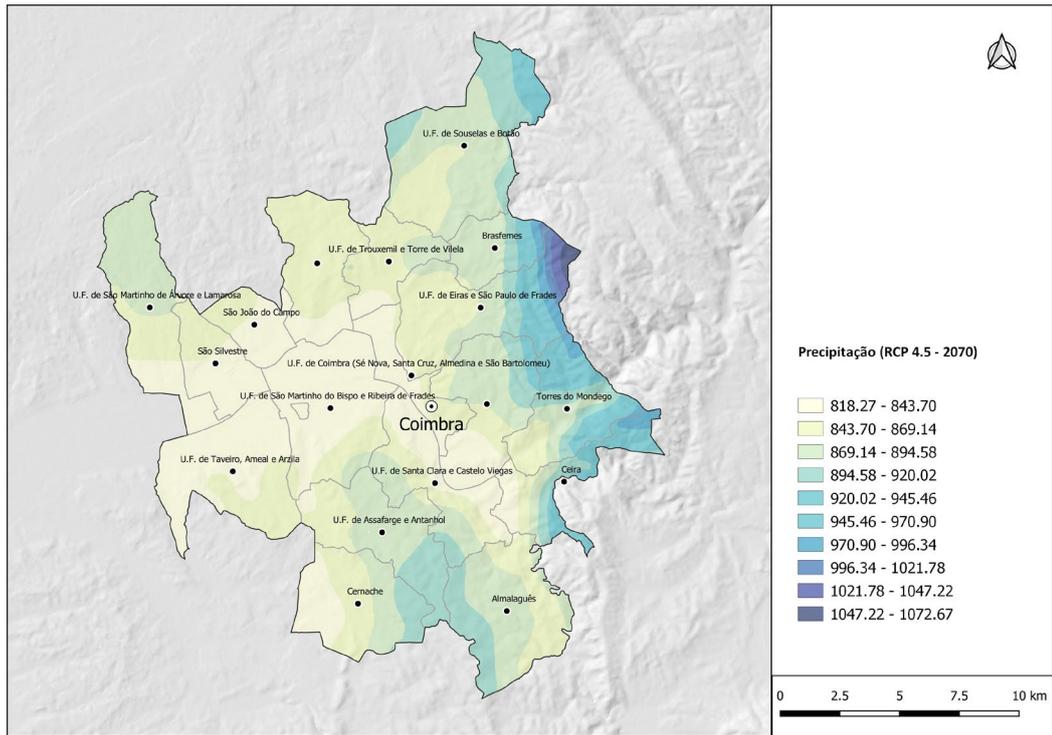


Figura 4.67- Precipitação média acumulada anual para 2070, simulada para o cenário de forçamento RCP4.5

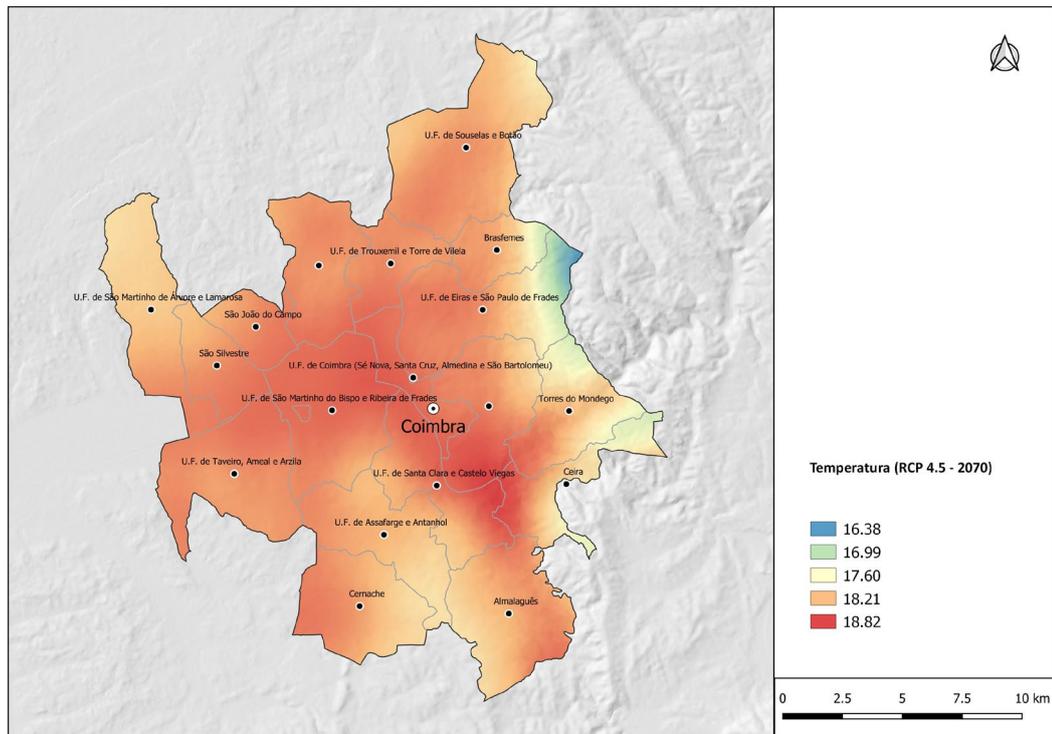


Figura 4.68 - Temperatura média anual para 2070, simulada para o cenário de forçamento RCP4.5

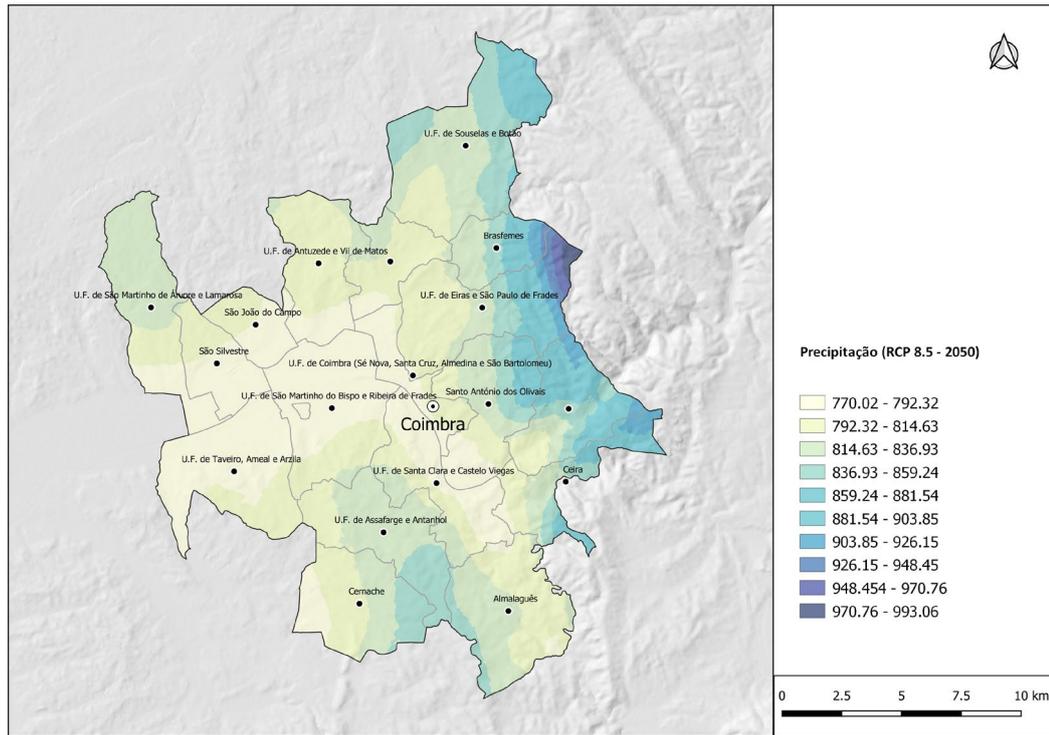


Figura 4.69 - Precipitação média acumulada anual para 2050, simulada para o cenário de forçamento RCP8.5

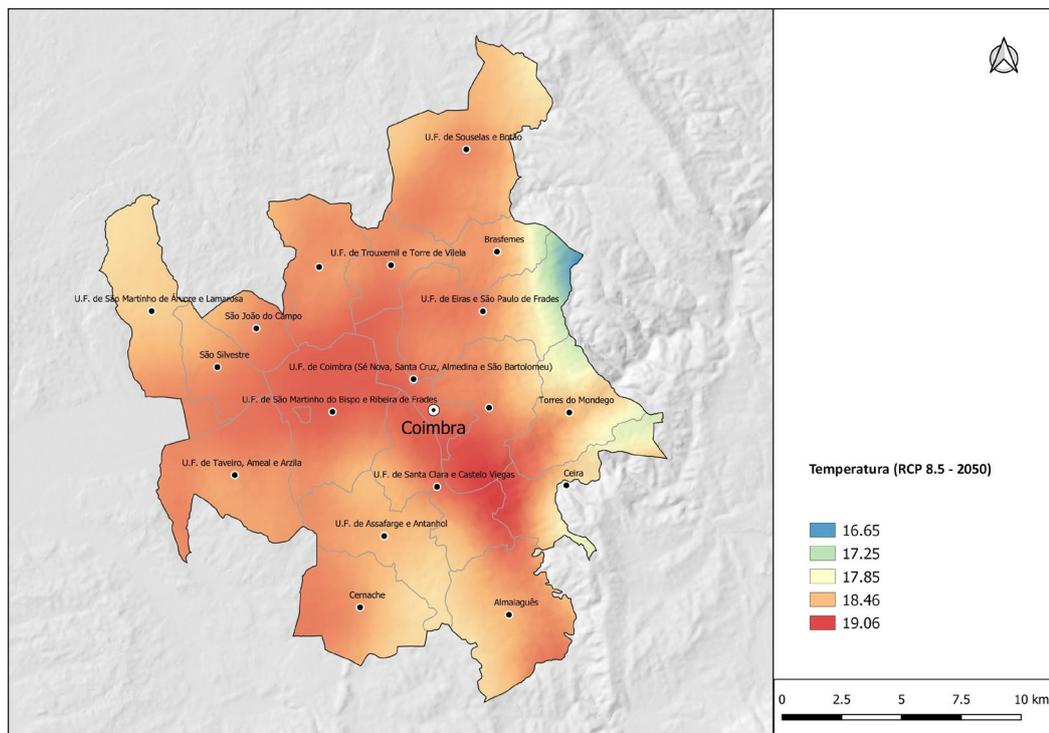


Figura 4.70 - Temperatura média anual para 2050, simulada para o cenário de forçamento RCP8.5

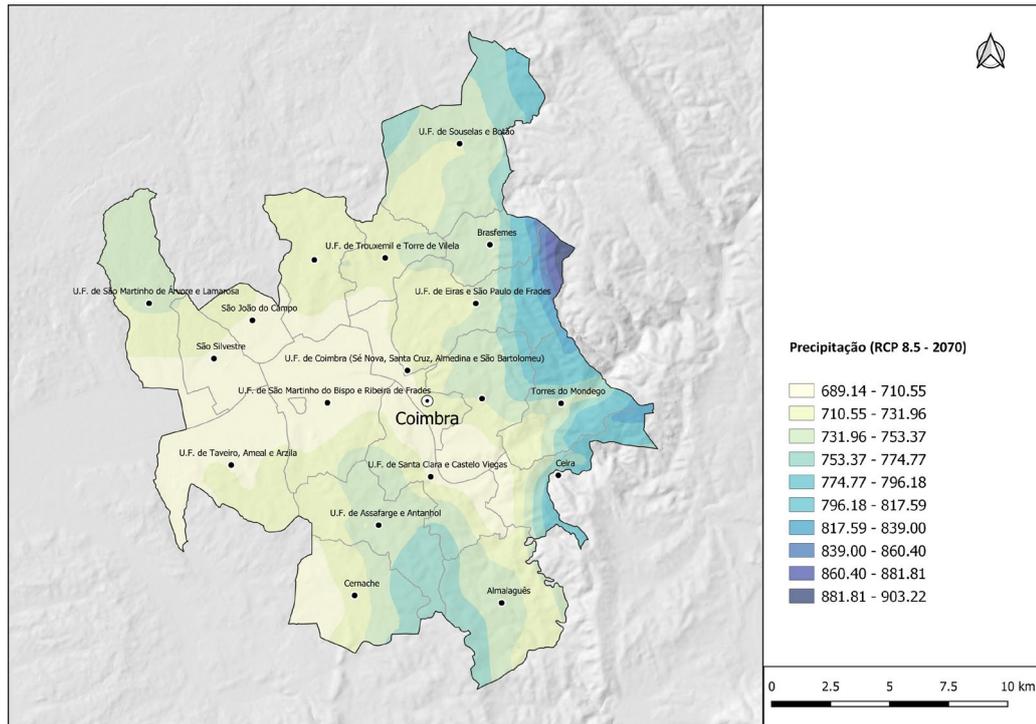


Figura 4.71 - Precipitação média acumulada anual para 2070, simulada para o cenário de forçamento RCP8.5

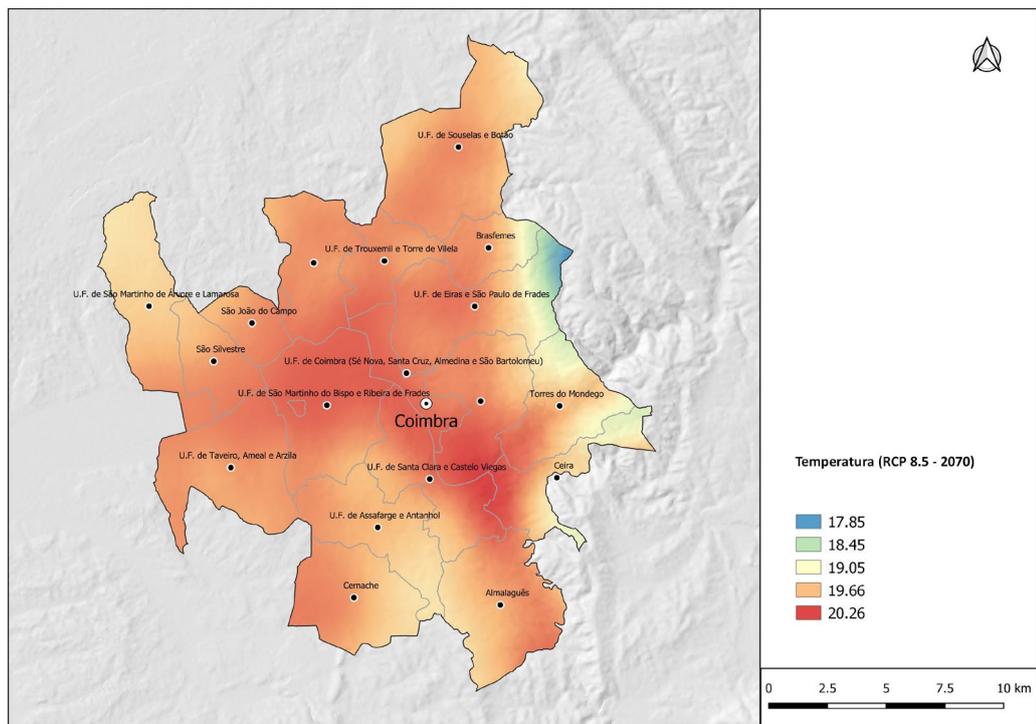


Figura 4.72 - Temperatura média anual para 2070, simulada para o cenário de forçamento RCP8.5

Nota: Para uma melhor representação espacial dos dados de precipitação e da temperatura, os valores dos dados das quadrículas originais foram interpolados pelo Método de Kriging, podendo haver diferenças na ordem das décimas.

4.5. Conclusões

Síntese das projeções climáticas para os dois cenários de forçamento.

a) Cenário climático RCP4.5:

- Diminuição anual da precipitação ao longo do séc. XXI em Coimbra na Região de Coimbra. Atualmente, já se regista uma perda de -48,9 mm, situação que será agravada até ao final do século com uma redução no valor anual da precipitação na ordem dos 5 %, na comparação ao período de referência.
- Diminuição da frequência anual de dias com precipitação em cerca de -8 dias no período de 2070-2100;
- Aumento da precipitação no Inverno (djf). A precipitação será concentrando nesta estação em 46,6% do total anual para o período de 2041-2070, e 44% % do total anual para o período de 2071-2100;
- Para o período de 2041-2070, projetam-se perdas significativas para os meses de abril, maio e outubro, -19,73 mm, -23,4 mm e -22,66 mm, respetivamente.
- Aumento, no inverno, do número de dias com $P \geq 20$ mm;
- À escala anual, projeta-se um aumento de +1,6 °C da Tmáxima, de +1,4 °C da Tmédia e de +1,3 °C da Tmínima, para o período 2041-2070, e um aumento de +2,1 °C da Tmáxima, de +2 °C da Tmédia e de +1,9 °C da Tmínima, para o período de 2071-2100;
- Aumento do número de dias muito quentes, $T \geq 35$ °C. Para o período de 2041-2070, projetam-se +7 dias e +9 dias para o período de 2071-2100;
- Aumento do número de dias de verão, $T \geq 25$ °C, no período de 2070-2100, poderá ser de +28 dias. Com o aumento a iniciar-se na primavera e a terminar no outono, com o alargamento do período quente e seco;
- Aumento do número médio de “Dias de Ondas Calor” em cerca +4 dias no período 2041-2070 e +5 dias (1,8x) no período de 2071-2100;
- Diminuição do número de dias de geadas, $T_n < 0$ °C;
- Sem alteração significativa o número médio de dias com ondas de frio;
- Aumento da frequência do vento moderado a forte (moderado $V \geq 5,5$ m/s), a 10m, no inverno (djf) e primavera (mam);
- Diminuição do índice de seca na primavera e no outono, variando de -0,6 a -0,8. No verão os valores a variaram de -4 a -4,3, aumentando a frequência de secas extremas;
- Aumento do Índice de Risco de Incêndio Extremo e Elevado ao longo séc. XXI;
- A nível sazonal, o verão e o outono apresentam os maiores valores de índices de risco de incêndio;

b) Cenário climático RCP8.5

- Diminuição anual da precipitação ao longo do séc. XXI para Coimbra e para a Região de Coimbra. O território do Município de Coimbra poderá perder até ao final do século -213 mm, o equivalente a -23,6% da situação, de referência e a Região de Coimbra -188,7 mm, que representa -15% do valor do período de referência;
- Aumento da precipitação no inverno (djf), concentrando nessa estação 45% da precipitação total anual para o período de 2041-2070, e 48,6% da precipitação total anual para o período de 2071-2100;
- Para o período de 2070-2100, projeta-se a perda de precipitação no verão (jja) em cerca de 38% na Região de Coimbra e cerca de 50%, em Coimbra, em relação ao período de referência 1971 -2000;
- Para o período de 2041-2070, projetam-se perdas de -27,53 mm, -23,48 mm e -25,57 mm nos meses de abril, maio e outubro;

- Para o período de 2070-2100, projetam-se perdas de 37,13 mm, -31,53 mm e -46,3mm nos meses de abril, maio e outubro;
- Diminuição da frequência anual de dias com precipitação. Será de -22 dias para o período de 2070-2100;
- É exetável a redução da estação húmida, o alargamento e o aumento da severidade da estação seca;
- Aumento, no inverno, do número de dias com $P \geq 20$ mm;
- À escala anual projeta-se: para o período de 2041-2070, um aumento de +1,9 °C para a $T_{\text{máxima}}$, +1,7 °C para a $T_{\text{média}}$ e +1,6 °C para $T_{\text{mínima}}$; para o período de 2071-2100, um aumento de +3,8 °C para a $T_{\text{máxima}}$, +3,9 °C para a $T_{\text{média}}$ e +3,3 °C para $T_{\text{mínima}}$;
- À escala mensal, os maiores aumentos esperados da temperatura média dar-se-ão nos meses de junho, julho, agosto, setembro e outubro;
- Prevêem-se invernos mais amenos e uma extensão do verão até ao mês de outubro;
- Aumento do número de dias muito quentes, $T \geq 35$ °C, de +9 dias para o período de 2041-2070 e de +19 dias para o período de 2071-2100;
- Aumento do número de dias de verão, $T \geq 25$ °C, poderá duplicar para 120 dias no período de 2070-2100. Este aumento aa iniciar-se-á na primavera e estender-se-á até o outono. Prevê-se o alargamento do período quente e seco;
- Aumento do número médio de “Dias de Ondas Calor, de +8 dias para o período 2041-2070 e +10 dias (2,6x) para o período de 2071-2100. Esta situação poderá ocorrer, também, no Inverno;
- Aumento do número de noites tropicais, $T \geq 20$ °C, de +13 noites para o período 2041-2070 e de +19 (6,3x) noites para o período de 2071-2100;
- Diminuição do número de dias de geada, $T_n < 0$ °C. Este cenário poderá ter uma redução em cerca de 90%;
- Sem alteração significativa o número médio de dias com ondas de frio;
- Aumento da frequência do vento moderado a forte ($V \geq 5,5$ m/s), a 10 m, para o inverno (djf) e primavera (mam);
- Diminuição do índice de seca na primavera e no outono, variando de -0,7 a -0,9. no verão os valores variaram de -4,2 a -5, aumentando a frequência de ocorrência de secas extremas;
- Aumento do Índice de Risco de Incêndio Extremo e Elevado, a iniciar-se no período 2011-2040 e com aumento gradual ao longo de todo o séc. XXI;
- A nível sazonal, o Verão e o Outono apresentam os maiores índices de risco de incêndio.

Quadro 4.9 – Resumo das principais alterações climáticas projetadas para Coimbra até ao final do séc. XXI (adaptado de Climate Change Adaptation Strategy District of North Vancouver)

Variável Climática	Sumário	Alterações projetadas
	 <p>Diminuição da precipitação média anual</p>	<p>Média anual Diminuição da precipitação média anual, sendo mais significativa no final do séc. XXI, com maior expressão no cenário RCP8.5.</p> <p>Precipitação sazonal Redução do período húmido e aumento do período estival, podendo estender-se a outubro. Precipitação mais concentrada nos meses de dezembro, janeiro e parte de fevereiro. Projeta-se uma diminuição no resto do ano, em especial na primavera, sendo mais acentuada nos meses de verão e outono.</p> <p>Secas frequentes e intensas Diminuição do número de dias com precipitação, situação que poderá potenciar o aumento, a frequência, a intensidade e a severidade das secas.</p>
	 <p>Aumento da temperatura média e máximas anuais</p>	<p>Média anual e sazonal Subida da temperatura média anual. Aumento significativo das temperaturas máximas nas estações de primavera e verão, com extensão do verão até ao mês de outubro.</p> <p>Dias de verão Aumento do número de dias de verão ($T_{25} \geq 0^\circ\text{C}$).</p> <p>Dias muito quentes Aumento do nº de dias com temperaturas muito altas ($T_{35} \geq 0^\circ\text{C}$).</p> <p>Noites tropicais Aumento do nº de dias com $T \geq 20^\circ\text{C}$.</p> <p>Ondas de calor Mais frequentes e intensas.</p> <p>Indicé do risco de incêndio Aumento do risco de incêndio extremo e elevado. Condições mais favoráveis à ocorrência de incêndios, devido à conjugação de seca e de temperaturas mais elevadas.</p>
	 <p>Aumento dos fenómenos extremos</p>	<p>Fenómenos hidrometeorológicos Aumento dos fenómenos extremos, em particular de precipitação excessiva (aumento significativo do número de dias com precipitação superior a 20 mm, em particular no inverno). Aumento do número de eventos de cheias rápidas (<i>flash flood</i>) e de deslizamentos de massas. As cheias progressivas poderão ser menos frequentes, mas de maior magnitude. Aumento da frequência de tempestades de inverno, com ventos ciclónicos,</p>

CAPÍTULO 5 | IMPACTOS E VULNERABILIDADES DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

5.1. Introdução

A comunidade científica admite que o aumento do número de eventos extremos climáticos e hidrológicos possa estar associado às alterações climáticas e hidrológicas. Atualmente, os desastres induzidos por fenómenos naturais extremos no mundo contemporâneo revelam a tendência para a preponderância de fenómenos de origem hidroclimática, como sejam as cheias e as tempestades, potenciando o risco de ocorrência de desastres naturais.

O risco é entendido como a probabilidade de ocorrência de um efeito específico causador de danos graves à Humanidade e/ou ao Ambiente, num determinado período e em circunstâncias determinadas. O risco (R) constitui o dano ou perda estimada em consequência da ação de um perigo sobre um bem a preservar, seja a vida humana, os bens económicos ou os valores ambientais podem expressar-se em termos quantitativos, em valores de perda total, ou em valores qualitativos (baixo, aceitável, não aceitável), através da expressão matemática, que integra as várias componentes da análise do risco, que se traduz no produto da perigosidade pela vulnerabilidade e pelo valor dos elementos em risco (Equação 1) (Ayala-Carcedo, 2002; Tavares et al., 2010).

$$R = \sum P_i \times (E \times V_i) \quad [1]$$

Definição das componentes de risco: P_i – Perigosidade – representa a probabilidade de um território ser afetado por um evento/processo natural ou tecnológico em função de parâmetros como a magnitude e severidade (capacidade de produzir danos); V_i – Vulnerabilidade é o grau de perda de um determinado elemento de risco (humano, económico, estrutural ou ambiental) quando exposto a um processo natural, ambiental ou tecnológico (expresso probabilisticamente entre 0 sem perda e 1 com perda total). E – Exposição ou elementos em risco (conjunto de bens a preservar e que podem sofrer danos por ação do perigo).

O risco de impactos relacionados com o clima resulta da interação de perigos relacionados com o clima (incluindo acontecimentos e tendências perigosas) com a vulnerabilidade e exposição de sistemas humanos e naturais. As alterações tanto no sistema climático como nos processos socioeconómicos, incluindo adaptação e mitigação, são impulsionadores de perigos, exposição e vulnerabilidade (Figura 5.1).

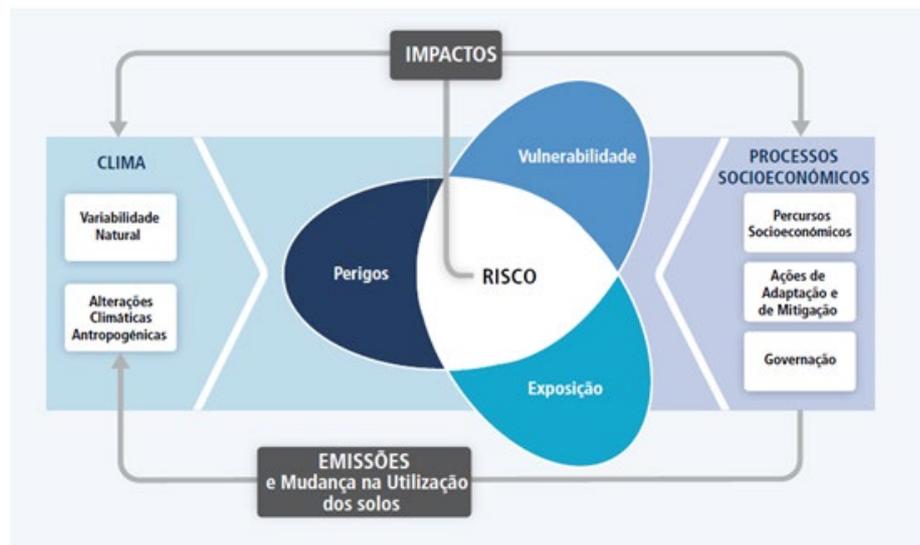


Figura 5.1 – Ilustração dos principais conceitos do Quinto Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho II (WG II AR5) (extraído de IPCC, 2017)

O espaço de Coimbra é, historicamente, um espaço de suscetibilidade geomorfológico e geoclimático, onde se destacam as cheias e os deslizamentos de vertentes (Pardal et al., 2019). Atualmente, o território de Coimbra revela um conjunto de vulnerabilidades face ao clima atual e às condições meteorológicas adversas, nomeadamente à precipitação intensa e ao vento forte, mas para as quais já possui capacidade de resposta adaptativa. As alterações climáticas descritas no Capítulo 4 e projetadas, para ambos os cenários, RCP4.5 e RCP8.5, até final do século, para o território de Coimbra, poderão traduzir-se num aumento da ocorrência de eventos meteorológicos extremos, com maiores impactos e vulnerabilidades associadas.

Assim, procedeu-se ao levantamento histórico dos eventos extremos climáticos que afetaram o território de Coimbra nos últimos anos, identificando, avaliando e hierarquizando os riscos naturais que afetam o concelho e seus impactos, procedeu-se, igualmente, à avaliação do risco climático e à identificação da capacidade de resposta já instalada.

5.2. Metodologia

Numa primeira fase, procedeu-se à recolha dos registos históricos de ocorrência dos desastres naturais que afetaram o território de Coimbra, através da base de dados da(o):

- Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil/Comando Distrital de Operações de Socorro de Coimbra;
- Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas;
- Instituto Português do Mar e Atmosfera;
- Companhia Municipal de Bombeiros Sapadores;
- Serviço Municipal de Proteção Civil;
- Outras unidades orgânicas da CMC.

Complementarmente, consultaram-se:

- Relatórios internos e registos dos serviços municipais;

- Artigos científicos e trabalhos de diversos autores, a saber: Palrilha (2002), Marques *et al.*(2007), Tavares *et al.*(2013), Santos *et al.*(2013), Mateus (2014), Cunha *et al.*(2018), Pardal *et al.*(2016, 2017, 2018, 2019 e 2020);
- Relatório da Ordem dos Engenheiros (2016);
- Registos hemerográficos (Diário de Coimbra, Diário “As Beiras” e Campeão das Províncias).

Assim, para análise do risco de ocorrência de cheias, incêndios e temporais/ventos fortes, e sua hierarquização utilizaram-se duas matrizes de risco:

- Matriz de Risco da Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) conjugada com a matriz Occupational Health Safety (OHS), utilizada pela Universidade de Western Sydney e Universidade de New South Wales;
- Matriz Oregon Emergency Management – OEM, designada Hazard Analysis Methodology (FEMA, 2010).

Matriz de Risco da ANPC & OHS

A Matriz de Risco da Autoridade Nacional de Emergência de Proteção Civil (ANEPC) conjugada com a matriz Occupational Health Safety (OHS), que tomará a designação de ANEPC/OHS. Esta metodologia, também já utilizada por Barros (2010), permite proceder a uma análise do risco baseada na estimativa do grau de impacto dos danos potenciais e na probabilidade de ocorrência do risco. O Caderno Técnico Nº 9, Guia para a Caracterização de Risco no âmbito da Elaboração de Planos de Emergência de Proteção Civil (ANPC, 2009; pág., 20 e 21) estabelece os critérios para definição dos vários graus de gravidade para definição dos graus de probabilidade. Assim sendo, o impacto é definido neste âmbito como as consequências negativas para a população, bens e economia sendo expresso numa escala de intensidade que varia entre o insignificante e o crítico. Por sua vez a **probabilidade** é definida como potencial/frequência de ocorrências com consequências negativas para a população, ambiente e socio-economia. A **gravidade** é definida como as consequências de um evento, expressas em termos de escala de intensidade das consequências negativas para a população, bens e ambiente. Associado ao grau de gravidade está o conceito de **vulnerabilidade**, a qual pode ser definida como o potencial para gerar vítimas, bem como perdas económicas para os cidadãos, empresas ou organizações, em resultado de uma dada ocorrência (ANPC, 2009).

Quadro 5.1 – Matriz de risco da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC)

		Probabilidade				
		Baixa (1)	Médio baixa (2)	Média (3)	Média elevada (4)	Elevada (5)
impactes	Crítico (5)	Moderado	Moderado	Elevado	Crítico	Crítico
	Elevado (4)	Baixo	Moderado	Moderado	Elevado	Crítico
	Moderado (3)	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado	Elevado
	Baixo (2)	Muito Baixo	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado
	Insignificante (1)	Muito Baixo	Muito Baixo	Baixo	Baixo	Moderado

Quadro 5.2 – Matriz Ocupacional Health Safety (OHS)

Probabilidade	Impactes	Grau de Risco (R=PxI)
Elevada (5)	Crítico (5)	Crítico (≥ 20)
Média elevada (4)	Elevado (4)	Elevado (≥ 13 e < 20)
Média (3)	Moderado (3)	Moderado (≥ 5 e < 13)
Médio baixa (2)	Baixo (2)	Baixo (≥ 3 e < 5)
Baixa (1)	Insignificante (1)	Muito baixo (< 3)

A utilização da matriz de risco permite graduar os diferentes níveis de risco, tendo por base as suas variáveis fundamentais que são o impacto, ou seja, as suas potenciais consequências e a probabilidade de ocorrência de cada risco analisado (Barros, 2010). Com a metodologia ANEPC/OHS obtêm-se um ranking de riscos, tal como a metodologia apresentada anteriormente, ranking esse que é obtido através da multiplicação da probabilidade pelo impacto ($P \times I$). Cada nível pertencente quer à probabilidade, quer ao impacto estão classificados de 1 a 5 por ordem crescente relativos ao grau de impacto e de probabilidade (Quadro 5.2). Assim sendo esta metodologia produz scores que variam entre 1, mínimo possível e que significa um risco muito baixo, e 25, máximo possível e que significa risco crítico. A matriz de risco que será utilizada é apresentada no quadro 5.1 e é baseada no grau do impacto e probabilidade do risco em análise, grau esse que deve ser estimado tendo em conta a análise do histórico das ocorrências, bem como a análise geográfica, socioeconómica e das principais infraestruturas do território em estudo. Os critérios de definição dos vários graus de impacto e de probabilidade serão os mesmos utilizados pela ANPC e que estão representados na tabela 3 do Caderno Técnico Nº 9, Guia para a Caracterização de Risco no âmbito da Elaboração de Planos de Emergência de Proteção Civil (ANPC, 2009; pág., 20 e 21).

Após a identificação dos graus de impacto e probabilidade mais adequados e após realização da multiplicação entre o impacto e a probabilidade, é identificado o grau de risco mais adequado que pode ser definido em: muito baixo, baixo, moderado, elevado ou crítico (Quadro 5.2).

Matriz Oregon Emergency Management – OEM

A Matriz Oregon Emergency Management – OEM procura definir prioridades de atuação, identificar medidas de mitigação, selecionar parâmetros para a análise do risco, definir orientações para a informação pública e ajudar a comunidade a reconhecer os riscos aceitáveis.

A matriz baseia-se na avaliação e ponderação de valores em 4 parâmetros, para valores de 24 pontos (mínimo possível), para 240 pontos (máximo possível): História; Vulnerabilidade; Máxima ameaça; Probabilidade.

Os quatro parâmetros de análise apresentam fatores de ponderação:

- História - fator 2;
- Vulnerabilidade - fator 5;
- Máxima ameaça – fator 10;
- Probabilidade – fator 7.

A matriz produz valores de ponderação que variam de 24 (mínimo possível) a 240 (máximo possível).

Esta matriz utiliza três graus para a avaliação (o cenário pode definir o valor a adotar):

- Baixo – com valores entre 1 e 3;
- Médio – com valores entre 4 e 7;
- Alto – com valores entre 8 e 10.

Quadro 5.3 - Matriz Oregon Emergency Management (OEM)

História: Anteriores ocorrências em que foi ativado o Plano de Emergência (PE) ou foram ativadas pelo menos 3 funções do PE ou foi solicitado apoio externo ou foi declarado estado de emergência.		
Baixo	1 a 3 pontos	0 a 1 eventos ocorreram nos últimos 100 anos
Médio	4 a 7 pontos	2 a 3 eventos ocorreram nos últimos 100 anos
Alto	8 a 10 pontos	4 ou mais eventos ocorreram nos últimos 100 anos
Vulnerabilidades: Percentagem da população e propriedades que podem ser afetadas com a manifestação de um perigo de média severidade		
Baixo	1 a 3 pontos	< 1% afetados
Médio	4 a 7 pontos	1 a 10% de afetados
Alto	8 a 10 pontos	> 10% afetados
Máximo Ameaça: Percentagem máxima da população que pode ser afetada na situação do worst-case scenario.		
Baixo	1 a 3 pontos	< 5% afetados
Médio	4 a 7 pontos	5 a 25% de afetados
Alto	8 a 10 pontos	> 25% afetados
Probabilidade: Estimativa da ocorrência de futuros eventos para um determinado período		
Baixo	1 a 3 pontos	Um em cada 75 a 100 anos
Médio	4 a 7 pontos	Um em cada 35 a 75anos
Alto	8 a 10 pontos	Um em cada 10 a 35 anos

Risco Climático

O risco climático foi obtido para três períodos, presente, médio prazo (2041-2070) e longo prazo (2071-2100), através da multiplicação da frequência de ocorrência de um determinado

tipo de evento, pela magnitude das consequências causadas pelos impactos desse evento. Tanto a frequência de ocorrência (atual e futura) de um evento como a magnitude das suas consequências foram avaliadas numa escala de 1 (baixa) a 3 (alta).

A utilização desta matriz de risco tem como finalidade apoiar a priorização dos diferentes riscos climáticos, relativamente a potenciais necessidades de adaptação. A prioridade de um determinado risco foi considerada como sendo função da frequência e da consequência associada a diferentes tipos de eventos e dos seus impactos no município. Foi atribuída maior prioridade à análise e avaliação de riscos que apresentam, no presente ou no futuro, maior frequência e/ou maiores consequências.

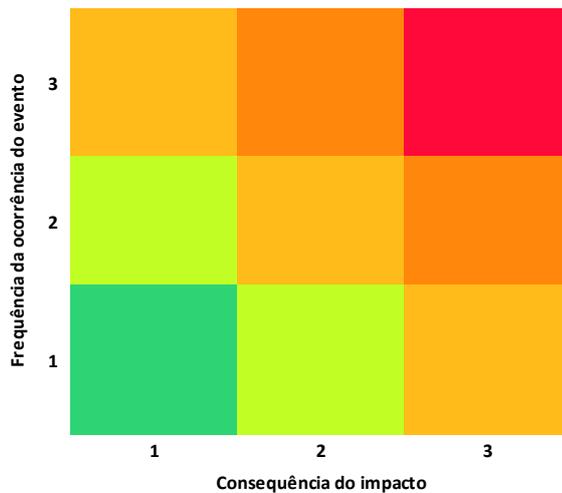


Figura 5.2 – Matriz do Risco Climático

Impactos

Para os eventos meteorológicos extremos que já ocorrem no território de Coimbra foram identificados os impactos e as consequências associados aos mesmos. Em função dos riscos naturais e dos riscos climáticos identificados para o território de Coimbra procedeu-se à projeção dos impactos futuros.

Capacidade de resposta instalada

Procedeu-se à identificação da capacidade de resposta instalada, nomeadamente à identificação das Unidades Orgânicas Municipais e Entidades Externas, com intervenção nas situações extremas de eventos climáticos, planos associados e plataformas nacionais e europeias de apoio à decisão.

5.3. Avaliação dos riscos naturais que tem afetado o território do Município de Coimbra

5.3.1. Fenómenos hidro-meteorológicos

No espaço de Coimbra, consequência dos fenómenos hidro-meteorológicos, destacam-se os movimentos de instabilidade em vertentes e taludes, os processos de erosão hídrica e alguns movimentos de subsidência e colapso de fundamentação cársica. Contudo, são os episódios de cheias e inundações, na dependência do rio Mondego e seus afluentes, ou por dificuldades de escoamento superficial em espaço antropizado, que mais têm afetado a população local (Cunha & Tavares, 2008; Tavares *et. al.* 2013; Pardal *et. al.*, 2016, 2019).

No âmbito do trabalho do projeto Disaster, para os desastres naturais de origem hidrogeomorfológica do Baixo Mondego, no período de 1961-2010, Tavares *et. al.* (2013) identificaram um elevado número de ocorrências, quer associadas a inundações quer associadas a movimentos de massa em vertentes na área da cidade de Coimbra e sua envolvente. Para este período foram identificados no território de Coimbra um total de 1015 eventos de cheias e deslizamentos de vertentes, com 3 feridos, 1 desaparecido, 193 desalojados e 356 evacuados.

Quadro 5.4 – Freguesias com maior número de ocorrências em resultado de eventos hidrometeorológicos, cheias e deslizamento de vertentes, no período de 1961 a 2010 (a partir da Base de Dados DISASTER, Tavares *et. al.* 2013)

Freguesia	Nº de ocorrências
Santa Cruz	208
Santo António dos Olivais	180
Santa Clara	74
Eiras	72
S. Bartolomeu	64
Sé Nova	62
Ceira	43
Almedina	34

As áreas de maior risco de cheias fluviais situam-se no(s):

- Afluentes do Mondego: na Freguesia de Ceira (troço terminal do rio Ceira), vale do rio Fornos, desde Souselas até à confluência com o leito periférico direito, Ribeira de Eiras (Eiras – Adémia), Ribeira de Ançã (S. João do Campo), Ribeira de Coselhas;
- Mondego: Freguesia Torres do Mondego. União de Freguesias de Coimbra, União de Freguesias de Santa Clara e Castelo Viegas; freguesias ribeirinhas da margem esquerda a jusante de Coimbra, União de Freguesias de S. Martinho do Bispo e Ribeira de Frades e União de Freguesias de Taveiro, Ameal e Arzila. Na margem direita União de Freguesias de S. Martinho de Árvore e Lamarosa;

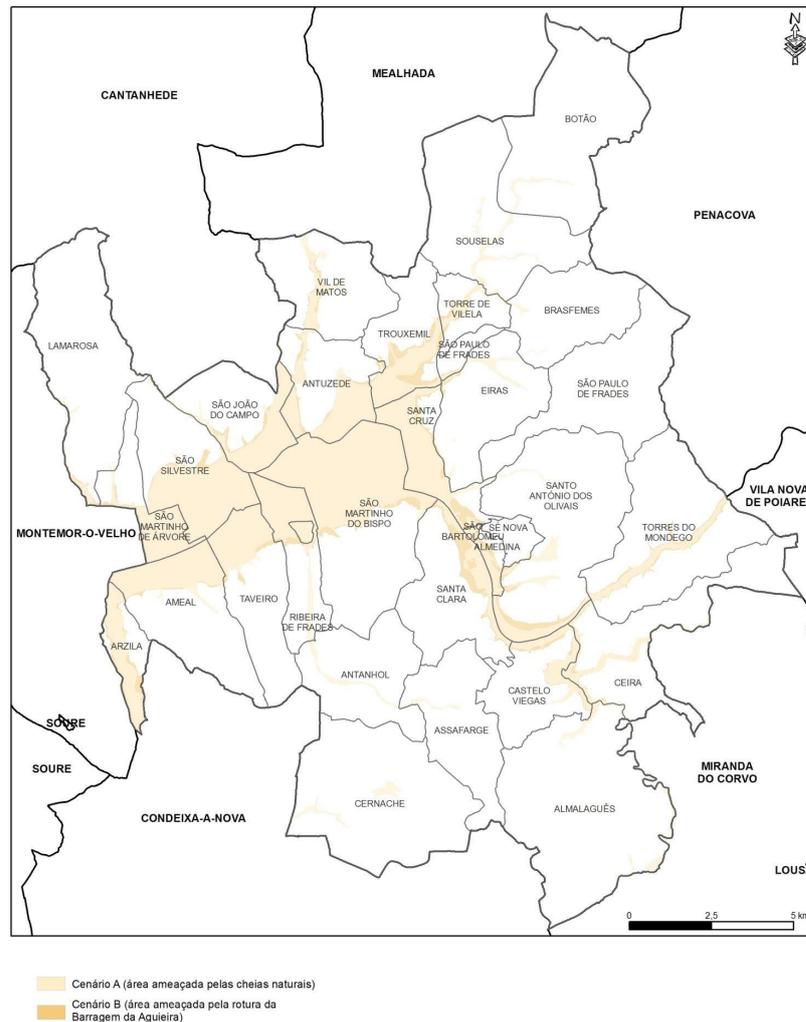


Figura 5.3 – Áreas inundadas para os dois cenários, cheias naturais e rutura da Barragem da Aguieira (PEECIC, 2018)

De acordo com Tavares & Cunha (2008) a cartografia de suscetibilidade de movimentos de massa em vertentes do território do concelho de Coimbra identifica quatro zonas:

- Zonas estáveis - correspondem à maior representação no município com especial incidência a Oeste, nos Campos do Mondego a Norte e Sul da cidade de Coimbra e, enquadrando as margens esquerda e direita, bem como um corredor meridiano;
- Zonas de instabilidade baixa - correspondem a áreas com especial incidência a Norte e Sudoeste da cidade de Coimbra, com especial representação nas áreas urbanas, contínuas e descontínuas, de Coimbra;
- Zonas de suscetibilidade moderada - correspondem a áreas especialmente localizadas a Este da cidade de Coimbra, a Norte (englobando as áreas urbanas descontínuas na Pedrulha e Logo de Deus) em Antuzede – Póvoa do Pinheiro, ao longo de um alinhamento entre Sta. Clara, Pereiros, Almalaguês, Rio de Galinhas e entre S. Martinho do Bispo e Antanhol;
- Zonas de suscetibilidade elevada - correspondem a áreas com características locais particulares, nomeadamente a Este, Norte e Sul da cidade de Coimbra e, com especial concentração e relevância na zona de Ceira-Sobral e Carvalhosas, no vale da Copeira, sul de Almalaguês, Pedrulha e Logo de Deus, dada a ocupação antrópica.

5.3.1.1. Cheias e inundações

O complexo hidráulico constituído pelas barragens Aguieira, Raiva e Fronhas, tem a função, para além de outras de encaixar os volumes de água aí afluentes e regularizar os caudais de cheias afluentes a Coimbra, estando previstos para o Açude Ponte de Coimbra, em regime regularizado, caudais de retorno de 1200 m³/s, para 100 anos, e de 2000m³/s, para 1000 anos.

Contudo, desde 1986, com a entrada em funcionamento em pleno do sistema Aguieira-Raiva-Fronhas-Açude Ponte de Coimbra, ocorreram 10 eventos de cheia, com caudais superiores ao caudal de retorno estabelecido para 100 anos, sendo que um deles ultrapassou os 2000m³/s, o que era previsível para uma situação de retorno de 1000 anos. As cheias de maior caudal máximo instantâneo foram as de 26-27 de janeiro de 2001, com 1990 m³/s; as de 13 de fevereiro de 2016, com 1963,5 m³/s e as de 21 de dezembro de 2019, com 2182,7 m³/s (Figura 5.6 e Quadro 5.5). Em todos estes eventos de cheias, houve desalojados e evacuados, localidades isoladas, rede-viária interrompida, património e agricultura afetados, destruição de diversas infraestruturas e afetação da vida quotidiana das populações, bem como no comércio, na indústria e nos transportes. As cheias de dezembro de 2000 e janeiro de 2001 tiveram um impacto adicional afetando as estruturas hidráulicas, nomeadamente com ocorrência de ruturas nos diques longitudinais e no canal condutor geral.

Quadro 5.5 – As grandes cheias do rio Mondego de 1986 a 2019 (Pardal et. al. 2018, 2019)

Ano Hidrológico	Dia	Caudal Máximo Instantâneo (m ³ /s)
1988/1989	21 de dezembro	1599,0
1994/1995	26 de dezembro	1302,9
1995/1996	9 de janeiro	1228,7
1999/2000	7 de dezembro	1587,0
2000/2001	5 e 6 de janeiro	1613,0
2000/2001	27 e 28 de janeiro	1990,0
2012/2013	30 de março	1278,2
2015/2016	11 de janeiro	1487,20
2015/2016	14 de fevereiro	1963,5
2018/2019	21 de dezembro	2182,7

Para além das cheias do Mondego, registam-se igualmente cheias de magnitude considerável nas bacias hidrográficas dos rios Ceira e Fornos e nas margens das ribeiras de Ançã e Eiras, com inundações de espaços agrícolas e urbanos (Pardal *et al.* 2013).

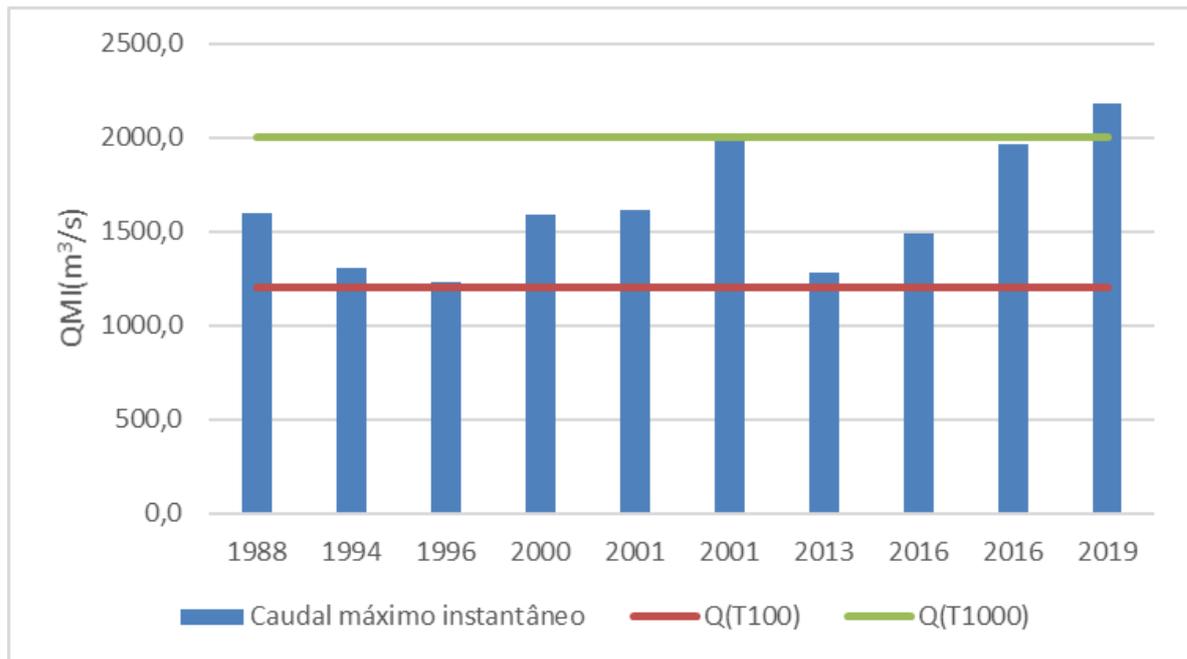


Figura 5.4 - Análise comparativa entre os caudais de retorno para T_{100} (1200 m³/s) e T_{1000} (2000 m³/s), estabelecidos para o Mondego em regime regularizado, e os caudais máximos instantâneos anuais do rio Mondego, registados na secção de escoamento do Açude Ponte de Coimbra (Pardal *et al.* 2018, 2019)

De referir que as cheias rápidas ocorridas em 25 de outubro de 2006, que afetaram todo o território municipal, de grande magnitude nos rios de Fornos, e ocorridas em 25 de novembro de 2006, no rio Ceira, tiveram impactos negativos significativos, nomeadamente com o isolamento de populações, evacuação de pessoas, corte de estradas nacionais, regionais e municipais e destruição de campos e equipamentos agrícolas.



Figura 5.5 - Cheia do Mondego em 13 de fevereiro de 2016, parque Verde



Figura 5.6 – Cheia do rio Ceira em 21 de dezembro de 2019, localidade do Cabouco

Um caso particular foi a cheia ocorrida no rio Ceira, no dia 31 de janeiro de 2015, associada à elevada precipitação nas cabeceiras da Bacia Hidrográfica do Ceira e à rutura de um transvase da Barragem do Alto Ceira para a Barragem de Santa Luzia, na Pampilhosa da Serra, que inundou as localidades ribeirinhas da Freguesia de Ceira. Esta cheia veio demonstrar a necessidade de uma informação antecipada aos serviços municipais de proteção civil, por

parte da EDP e APA, sendo imprescindível um Sistema de Vigilância e Alerta de Recursos Hídricos (SVARH) competente, com uma rede de Estações Hidrométricas, que faça cobertura total da Bacia Hidrográfica do rio Ceira, mas que por analogia, e face às debilidades demonstradas deverá ser extensível a toda a Bacia Hidrográfica do Mondego.

De acordo com os trabalhos desenvolvidos pelo projeto DISASTER (<http://riskam.ul.pt/disaster/>, acesso em 12/07/2016) registou-se um elevado número de ocorrências de cheias nas freguesias de Eiras, Trouxemil, Souselas e Ceira. Esta última registou 46 eventos no referido período, com elevadas perdas ou danos materiais, pessoais ou funcionais e a existência de um número considerável de evacuados e desalojados (Tavares *et. al.*, 2013). De acordo com o referido estudo, o rio Ceira a ribeira de Eiras e o rio dos Fornos são os afluentes do Mondego que têm registado maior número de desalojados e evacuados, em Coimbra.

Os históricos das cheias do Mondego demonstram que as de natureza progressiva são, geralmente, as de maior magnitude. Contudo, nos rios Ceira e Fornos têm sido as cheias do tipo *flash flood* (cheias rápidas) a causarem o maior número de perdas e danos, pela velocidade com que se propagam associadas à dificuldade de resposta atempada por parte da proteção civil.

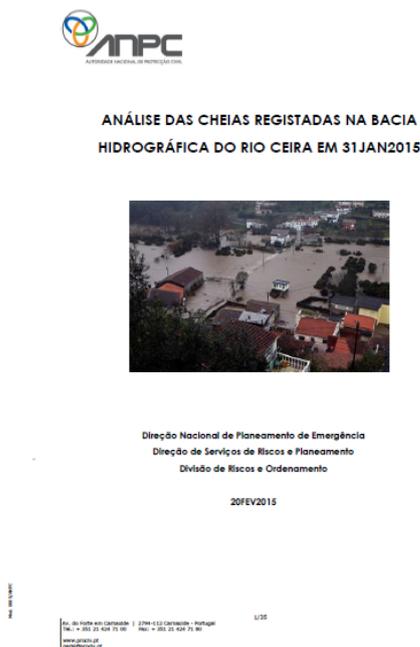


Figura 5.7 – Capa do relatório da cheia do rio Ceira no dia 31 de janeiro de 2015

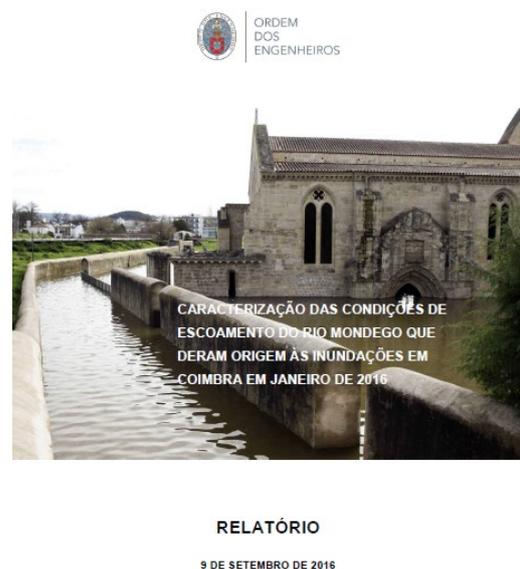


Figura 5.8 – Capa do relatório elaborado pela Ordem dos Engenheiros sobre a cheia de 11 de janeiro de 2016

Refira-se a este propósito que as cheias ocorridas no rio Ceira, no dia 31 de janeiro de 2015, e no Mondego, que inundaram todo o Parque Verde e o Mosteiro de Santa Clara, foram demonstrativas da falta de informação atempada e de uma gestão adequada dos caudais. Desses fenómenos foram elaborados relatórios técnicos, um da responsabilidade da

Autoridade Nacional de Proteção Civil, sobre a cheia do Ceira e outro da responsabilidade da Ordem dos Engenheiros, sobre a cheia do Mondego (Figuras 5.7 e 5.8).

A par das cheias fluviais acresce o risco das situações de precipitação concentrada localmente que têm originado a ocorrência de cheias de origem pluvial, com forte impacto nas infraestruturas urbanas de Coimbra. A zona baixa da cidade tem sofrido várias inundações urbanas, com origem em episódios pluviométricos de elevada intensidade, entre as quais se destacam as de:

- 9 de junho de 2006;
- 25 de outubro de 2006;
- 21 de setembro de 2008.

Todos estes eventos afetaram a zona central da Baixa, junto à Câmara Municipal e à Igreja de Santa Cruz e ruas adjacentes. Santos et. al. (2013), no seu trabalho de “Modelação numérica de cheias fluviais e urbanas na bacia do Mondego” caracterizam um dos eventos desta forma *“No dia 9 de junho de 2006, um evento de precipitação extrema causou graves inundações na cidade. Após o término da precipitação, a água continuou a escoar ao longo dos arruamentos para a Praça 8 de Maio, que é o ponto mais baixo em toda a bacia e onde tende a acumular. A relevância do evento, para o qual foi estimado um tempo de recorrência de 50 anos, resultou em grande medida do facto de a sua duração total, 45 min, ter sido aproximadamente igual ao tempo de concentração da bacia”*.

Este tipo de evento, num cenário de alterações climáticas tenderá a aumentar a sua frequência, pelo que a gestão da rede de drenagem pluvial deverá integrar a variável das alterações climáticas, nas suas componentes de planeamento, dimensionamento, gestão, operação e manutenção.

Em síntese:

- Tavares et. al. (2013) salientam a relevância das inundações em espaço urbano e das cheias progressivas em espaços de interface urbano/rural, assim como os movimentos de massa associados a infraestruturas viárias. De facto, este é um dos maiores riscos naturais do território de Coimbra pelo seu elevado grau de suscetibilidade.
- A distribuição temporal das ocorrências de cheias revela uma diminuição dos impactos por cheias progressivas, com incremento dos relacionados com cheias rápidas. Esta situação tenderá a ser mais gravosa num cenário de alterações climáticas, com períodos de maior expressão da precipitação de grande quantidade num período curto de tempo (Intensidade-Duração-Frequência), em linha com as atuais manifestações destes fenómenos na Europa Mediterrânica e Central (ex: as cheias que ocorreram no sul de França e norte de Itália em 3/10/2020 e na Alemanha Bélgica, Luxemburgo e Países Baixos em agosto de 2021, com mais de 180 mortos e milhões de euros de prejuízos).
- Assim, a redução da precipitação anual, com a sua concentração nos meses de inverno, segundo os cenários estabelecidos no capítulo 4, levará ao aumento da ocorrência de cheias rápidas no rio dos Fornos e de Ceira, que já hoje são os afluentes com maiores perdas e danos, a que se juntam as ribeiras de Coselhas e Eiras. No Mondego, apesar do regime de caudal regularizado, regista-se uma tendência para o aumento da magnitude das cheias.

5.3.1.2. Deslizamento de vertentes

Um acidente geomorfológico é o resultado da alteração da morfologia do terreno, na sequência de acontecimentos que conduzem à rotura e movimentação de grandes quantidades de rocha e/ou de terras sob a ação da força de gravidade. Podem ser responsáveis pela interrupção de vias, pela perda de vidas e desalojados e enormes prejuízos materiais. As intervenções humanas sobre os ecossistemas terrestres desflorestação, industrialização, mudança do leito dos rios, etc. são fatores propiciadores para a ocorrência destes riscos. Os deslizamentos de vertentes podem ter causas diretas, nomeadamente associados a períodos de intensa precipitação, ou causas mistas quando ocorre um factor natural, que normalmente o desencadeia, bem como fatores antrópicos.

As vertentes naturais que se encontram modeladas antropicamente, e os taludes artificiais apresentam, no Município de Coimbra, um largo historial de instabilidade, determinando frequentemente perdas e danos em infraestruturas e equipamentos, em edifícios e logradouros, em linhas de água e canais hidráulicos, em espaços agroflorestais e naturais, nomeadamente os referidos, entre outros, por Tavares (1999), Lourenço & Lemos (2001); Cunha & Dimuccio (2002), Tavares & Soares (2002), Ferreira & Ferreira (2002 e 2004), Tavares (2003b), Lemos & Ferreira (2004), Tavares (2004) e Tavares & Cunha (2006).



Figura 5.9 – Deslizamento de vertente EN17



Figura 5.10 – Deslizamento de vertente

O deslizamento ocorrido, em 27 dezembro de 2000, na Avenida Elísio de Moura, com uma massa de solo da ordem dos 4000 m³, que deslizou pela encosta destruiu e soterrou dois blocos de garagens anexas e, ao atingir o edifício, destruiu os pilares do bloco mais saliente ao nível dos 1.º e 2.º andares. Este evento, responsável por 129 evacuados, foi o de maior magnitude que atingiu o território de Coimbra, nesta classe de risco natural (Lemos & Ferreira, 2004; Tavares et. al., 2013). Este deslizamento, surgiu na consequência de um período de elevada precipitação, tendo-se registado uma precipitação acumulada de 90 mm, nos 8 dias anteriores, e sendo a precipitação observada nesse dia de 15 mm, com uma média nos últimos 5 dias de 12 mm.

No período compreendido entre 2006 e 2019, houve 2021 ocorrências de inundações (fluviais e pluviais), a uma média de 144,6/ano, e 572 movimentos de massa, a uma média de 40,9/ano, com uma tendência de aumento deste último. Os anos com maior número de ocorrências de inundações foram 2006, com 336, 2013, com 216, e 2016, com 207. Os anos com maior

número de movimentos de massa foram os anos de 2013, com 72, 2014, com 76, e 2018, com 76 (Figura 5.11).

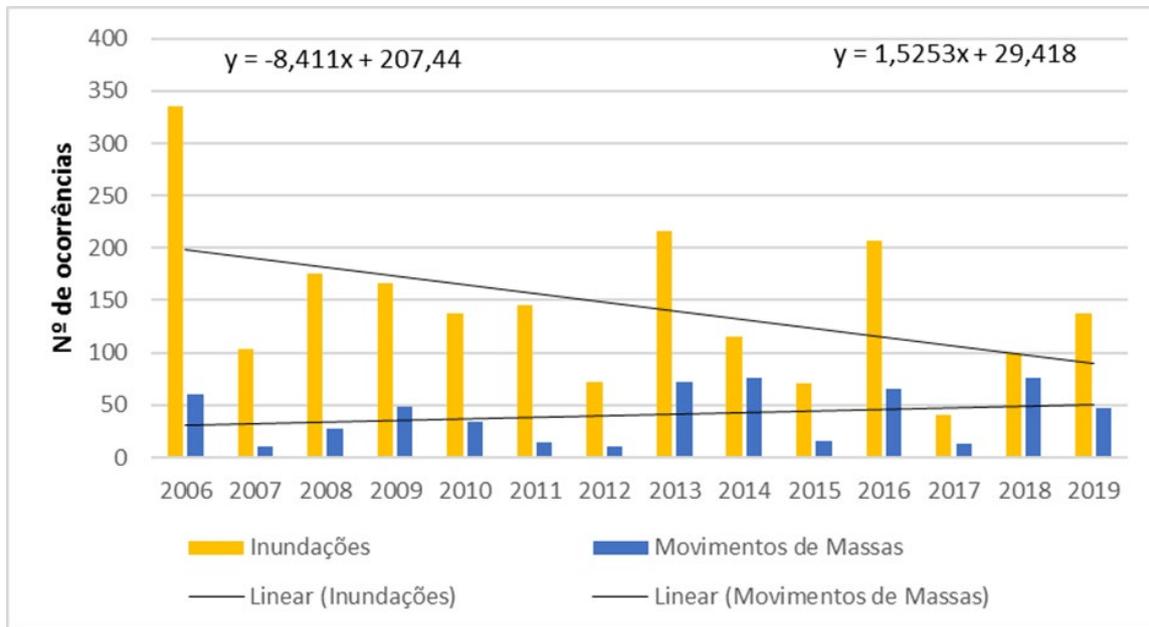


Figura 5.11 – Número de ocorrências anuais de inundações (fluviais e pluviais) e movimentos de massa

Em síntese:

- Face à natureza geomorfológica do território de concelho de Coimbra e ao tipo e áreas de ocupação antrópica constata-se que é necessário atualizar a carta de risco e suscetibilidade dos deslizamentos de vertentes ou movimentos de massa, evitando, desta forma, a ocupação de espaços de elevado risco. Complementarmente deverão ser desencadeadas ações, nomeadamente de particulares, para a implantação de coberto vegetal nas vertentes desnudadas.

5.3.2. Tempestades e ventos fortes

Os cenários associados às alterações climáticas revelam o aumento da frequência de fenómenos meteorológicos extremos, como furacões, tempestades com chuvas intensas em períodos curtos, secas prolongadas e incêndios.

O ciclone de 15 de fevereiro de 1941 que assolou o território continental português, foi um dos mais violentos desde que há recolha de registos meteorológicos (finais do século XIX), cujas rajadas máximas atingiram no Porto 130 km/h, em Coimbra 133 km/h e em Lisboa 127 km/h tendo causado um elevado número de vítimas humanas e avultados danos materiais. De acordo com o estudo realizado por Nunes et. al. (2011) a avaliação dos estragos em Coimbra, tendo por base a “*Relação dos prejuízos e danos sofridos por particulares nas freguesias do concelho de Coimbra, por ocasião do ciclone de 15 de Fevereiro de 1941*”, fez estragos superiores a 5.600.000 escudos, resultando esse valor da avaliação dos prejuízos em casas e outros bens construídos e, sobretudo, dos danos causados nas diversas espécies arbóreas, tendo sido afetados cerca 230 000 pés.

Contudo, mais recentemente, o território do concelho de Coimbra foi afetado por eventos extremos de ventos de natureza ciclónica, em alguns casos com rajadas superiores a 100 km/h, por vezes associados a precipitação intensa, nomeadamente a ciclogénese explosiva Gong e as tempestades Stephanie, Leslie, Fabien, Elsa e Glória, para além do Furacão Ophelia (Quadro 5.6).

Quadro 5.6 - Eventos de meteorologia adversa que atingiram o território de Coimbra, de 2008 a 2019

Dia	Temporal	Área afetada	Impactos
02 de janeiro 2008	Mini-tornado	Vale dos Fornos	Queda de estruturas e árvores, edifícios afetados, rede elétrica e de comunicações afetadas
27-28 de fevereiro 2010	Depressão	Concelho	Queda de estruturas e árvores, edifícios afetados, rede elétrica e de comunicações afetadas
19 de janeiro de 2013	Furacão Gong	Concelho	Queda de estruturas e árvores, edifícios afetados, rede elétrica e de comunicações afetadas, estradas cortadas, inundações
8 e 9 de fevereiro de 2014	Depressão Stephanie	Concelho	Queda de estruturas, árvores, inundações, movimentos de massa
13 de fevereiro de 2016	Mini-tornado	Várias localidades	Queda de estruturas e árvores, edifícios afetados, rede elétrica e de comunicações afetada
15 de outubro de 2017	Furacão Ophelia	Várias freguesias	Incêndios
11 de dezembro de 2017	Tempestade Ana	Concelho	Queda de estruturas e árvores, rede elétrica e de comunicações afetada
13 outubro de 2018	Furacão Leslie	Concelho	Queda de estruturas e árvores, edifícios afetados, rede elétrica e de comunicações afetada
16 de dezembro de 2019	Depressão Daniel	Concelho	Queda de árvores e estruturas, Inundações
18 a 20 de dezembro de 2019	Depressão Elsa	Concelho	Queda de árvores e estruturas, Inundações, movimentos de massa
21 de dezembro de 2019	Depressão Fabien	Concelho	Inundações, movimentos de massa, corte de estradas, evacuados

Os eventos de ventos fortes que ocorreram nos últimos 11 anos, num total de 11, tiveram impactos negativos na sociedade, na vida quotidiana das pessoas e nas organizações. Foram centenas de árvores partidas ou arrancadas (muitas das quais acabaram em cima de carros, casas, cabos elétricos ou estradas), sinais de trânsito derrubados, contentores de resíduos virados e partidos, estradas interrompidas, coberturas de telhados arrancadas, antenas caídas, falhas generalizadas da eletricidade e das redes telefónicas fixas e móveis, bem como afetação do património municipal e privado. O número de ocorrências associadas aos eventos de ventos fortes, queda de árvores e de estruturas, revelam uma tendência para aumentar (Quadro 5.6).

Em 19 de janeiro de 2013, o Furacão Gong, ciclogénese explosiva, com rajadas de 120Km/h em Coimbra, deixou um rasto de destruição no património arbóreo. Na cidade foram afetadas 147 árvores do domínio público, sendo 47 no Parque de Santa Cruz, 18 do domínio privado. No Jardim Botânico dezenas de árvores foram também afetadas, assim como nas Matas Nacionais do Choupal e Vale Canas. Foram, igualmente, afetados milhares de árvores nas localidades fora do perímetro da cidade e nas zonas florestais.



Figura 5.12 - Tempestade Gong 2013 – queda de árvores



Figura 5.13 – Tempestade Ana em 2017- queda de infraestruturas de fornecimento de energia elétrica

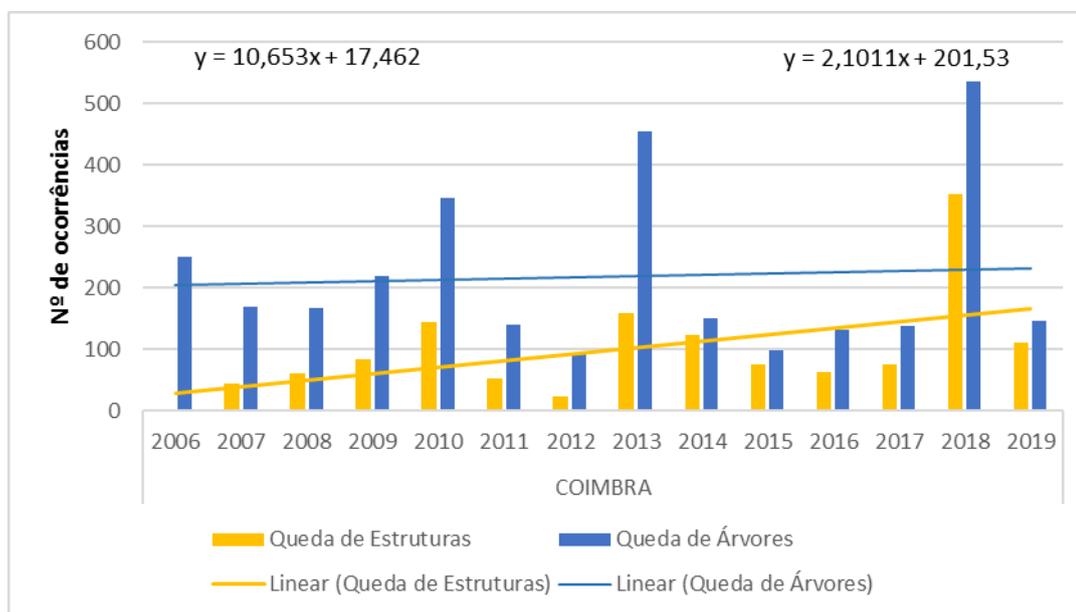


Figura 5.14 – Número de ocorrências associadas aos eventos de ventos fortes. Queda de árvores e de estruturas

No período compreendido entre 2006 e 2019, houve 1363 ocorrências de queda de estruturas, a uma média de 97,6/ano, e 3042 de queda de árvores, a uma média de 217,3/ano. Os anos com maior número de ocorrências de queda de estruturas foram 2010 (143), 2013 (158) e 2018 (353), sendo os de maior número de queda de árvores os anos de 2010 (347), 2013 (455) e 2018 (535) (Figura 5.14).

Em síntese:

- Estes dados revelam uma tendência para o aumento do número de eventos de ventos ciclónicos, em linha com o estabelecido num quadro de alterações climáticas e com as cenarizações projetadas para Coimbra no Capítulo 4.
- Assim, torna-se necessário que as estruturas de mobiliário urbano, e sinalética sejam mais resistentes e com maior capacidade de resposta aos ventos fortes.
- Sobre o património arbóreo municipal, é fundamental uma avaliação da sua condição fitossanitária e a plantação de espécie arbóreas, quer pela natureza da sua copa e da raiz, sejam resistentes aos ventos fortes.

5.3.3. Incêndios florestais

O risco de incêndio resulta de vários fatores que influenciam a ignição e a propagação do incêndio: quantidade ou carga de combustível, humidade e declive. O risco de incêndio florestal (dendrocaustológico) constitui um risco misto, na medida em que, para a sua deflagração e propagação, combina as condições geográficas propícias tais como relevo, vegetação atmosfera e condições humanas.

Cunha et. al. (2006) consideram que o município apresenta suscetibilidade crescente a incêndios florestais. Ainda segundo estes autores, o território de Coimbra tem uma área aproximada de 120 km² com risco de incêndio elevado ou muito elevado. Para este fator contribuem o extenso corredor do meridiano oriental, o sector localizado a sudoeste de Coimbra e, com menor grau de incidência, os espaços agroflorestais em ambas as margens dos campos do Mondego.

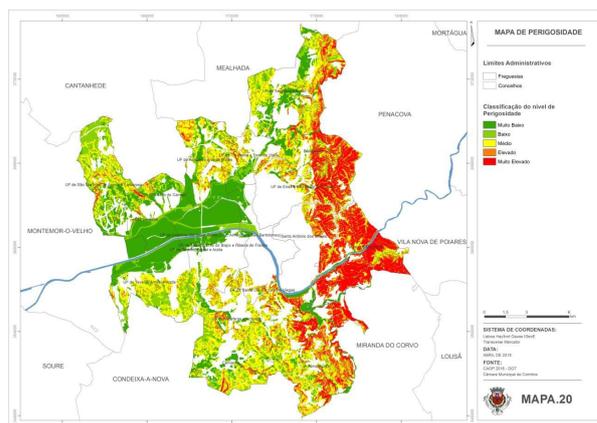


Figura 5.15 – Mapa de perigosidade

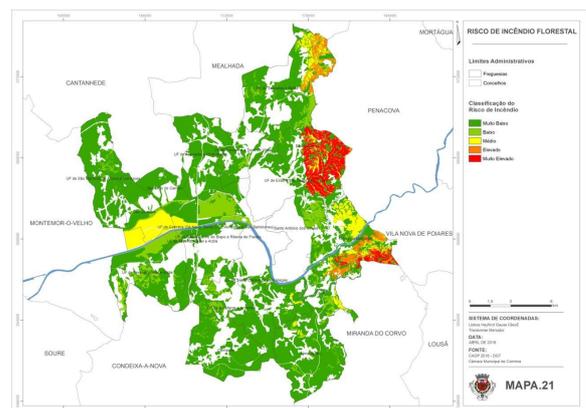


Figura 5.16 – Mapa de risco de incêndio

De acordo com o Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios de Coimbra (PMDFCIC), a distribuição espacial das áreas de risco de incêndio florestal no concelho de Coimbra têm maior representatividade na parte Este do concelho, onde ocorrem as maiores áreas de perigosidade de incêndio elevado e muito elevado, sobretudo nas freguesias de Torres do Mondego, Ceira, Brasfemes e UF Eiras e São Paulo de Frades, o que corresponde à combinação entre a presença de espaços florestais e as áreas de declives mais acentuados.

Estas zonas identificam os locais com maior potencial para que o fenómeno dos incêndios florestais adquira maior magnitude, para jusante ao longo do Mondego, sendo predominantes as áreas de perigosidade de incêndio florestal baixo e muito baixo. Isto deve-se no essencial ao uso predominantemente agrícola do solo (Figuras 5.15 e 5.16).

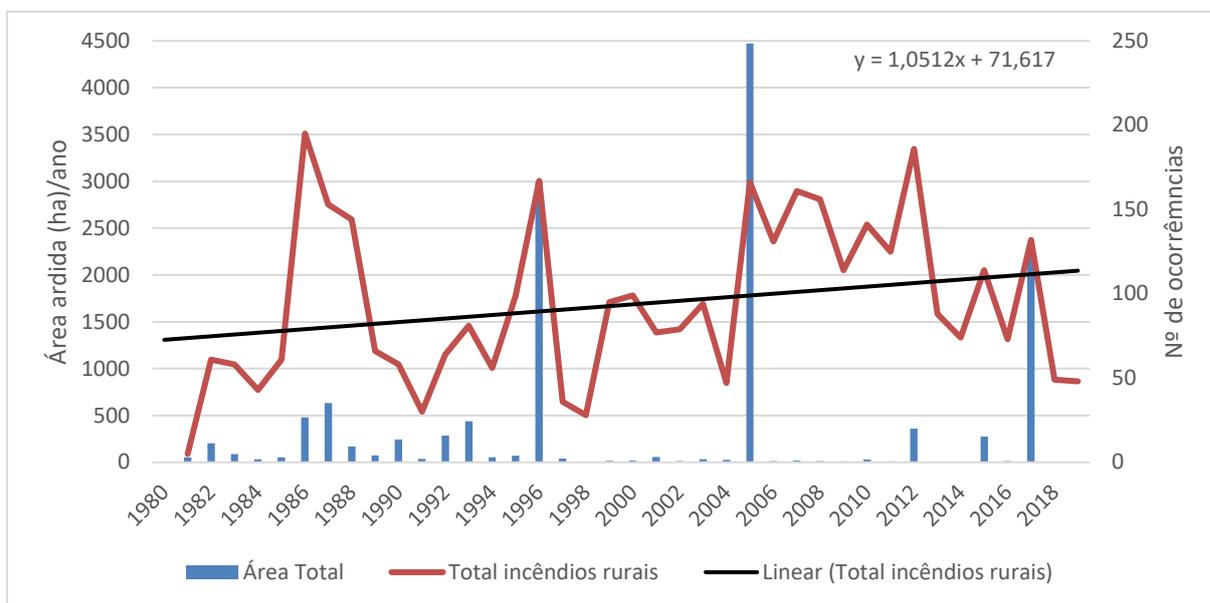


Figura 5.17 – Número de Incêndios rurais ocorridos e área ardida no território do concelho de Coimbra no período de 1980 a 2019

No período de 1980 a 2019 ocorreram 3763 incêndios rurais, a uma média de 96,08/ano, com uma área ardida de 13753,39 ha, a uma média de 343,83 ha/ano. Quando comparado com os períodos de 1980 – 1999 e de 2000 -2019, verifica-se para o segundo período um aumento do número de incêndios, com 2164 eventos e uma área ardida de 7768,24 ha, com uma média de 388,1 ha/ano.

Quadro 5.7 – Número total de Incêndios rurais e média anual, por tipologia, ocorridos no território do concelho de Coimbra, no período de 2001 a 2019

	1980 - 1999		2000 -2019		Total	
	Nº de incêndios	Área ardida (ha)	Nº de incêndios	Área ardida (ha)	Nº de incêndios	Área ardida (ha)
Totais	1599	5985,15	2164	7768,24	3763	13753,39
Média/Ano	79,5	299,26	108,2	388,1	96,08	343,83

Os anos com maior área ardida foram: 1995, com 2991,98 ha; 2005, com 4478,61 ha; 2017, com 2306,3 ha.

Quadro 5.8 – Número total de Incêndios rurais e média anual, por tipologia, ocorridos no território do concelho de Coimbra, no período de 2001 a 2019

	Fogachos	Incêndios florestais	Queimadas	Incêndios agrícolas	Reacendimentos	Total
Totais	1116	100	67	775	29	2087
Média/Ano	58,7	5,3	3,5	40,8	1,5	109,8

No período compreendido entre 2001 e 2019, ocorreram 2087 incêndios rurais, com uma média de 109,8/ano. Neste período verificou-se também o maior número nos fogachos (1116), seguido dos Incêndios agrícolas (775) e Incêndios florestais (100), para um total de área ardida de 7645,82ha (Quadro 5.8).

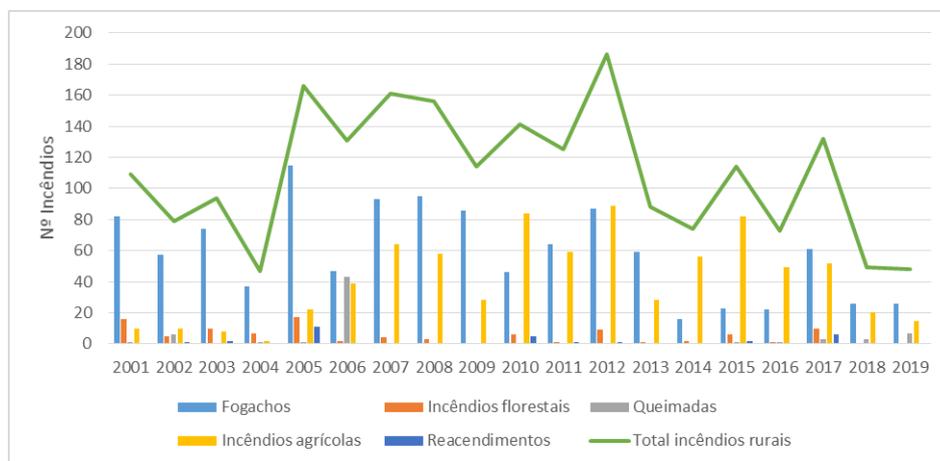


Figura 5.18 - Incêndios rurais ocorridos no território do concelho de Coimbra, no período de 2001 a 2019, e distribuição por tipologia: incêndios florestais, agrícolas, fogachos e queimadas

Quadro 5.9 – Área ardida em hectares (ha), entre 2001 e 2019

Ano	Área Povoamentos	Área Mato	Área Agrícola	Área Fogachos	Área Total (ha)
2001	32.15	11.59	1.52	5.25	45.27
2002	7.35	4.79	1.08	3.15	13.22
2003	23.7	5.91	2.33	6.21	31.95
2004	16.35	8.46	0	2.59	24.81
2005	4034.89	431.5	6.57	5.66	4472.96
2006	2.36	3.64	5.81	4	11.81
2007	2.26	5.67	12.11	2.94	20.05
2008	8.16	2.44	1.18	5.8963	11.78
2009	2.54	1.92	2.96	4.46	7.43
2010	11.78	6.9	9.4	1.06	28.16
2011	0.95	5.16	4.1	3.69	10.21
2012	262.41	95.55	1.08	5.17	359.04
2013	3.66	1.61	0.59	2.25	5.84
2014	2.948	0.867	2.4	0.51	6.21
2015	140.89	127.8	7.11	2.69	275.81
2016	8.96	1.3	1.52	2.26	11.78
2017	2253.99	43.18	4.9	3.97	2302.06
2018	0.5429	2.53	1.29	3.07	4.36
2019	0.66	0.65	1.12	1.31	2.43
Total	6816.55	761.47	67.07	64.83	7645.18

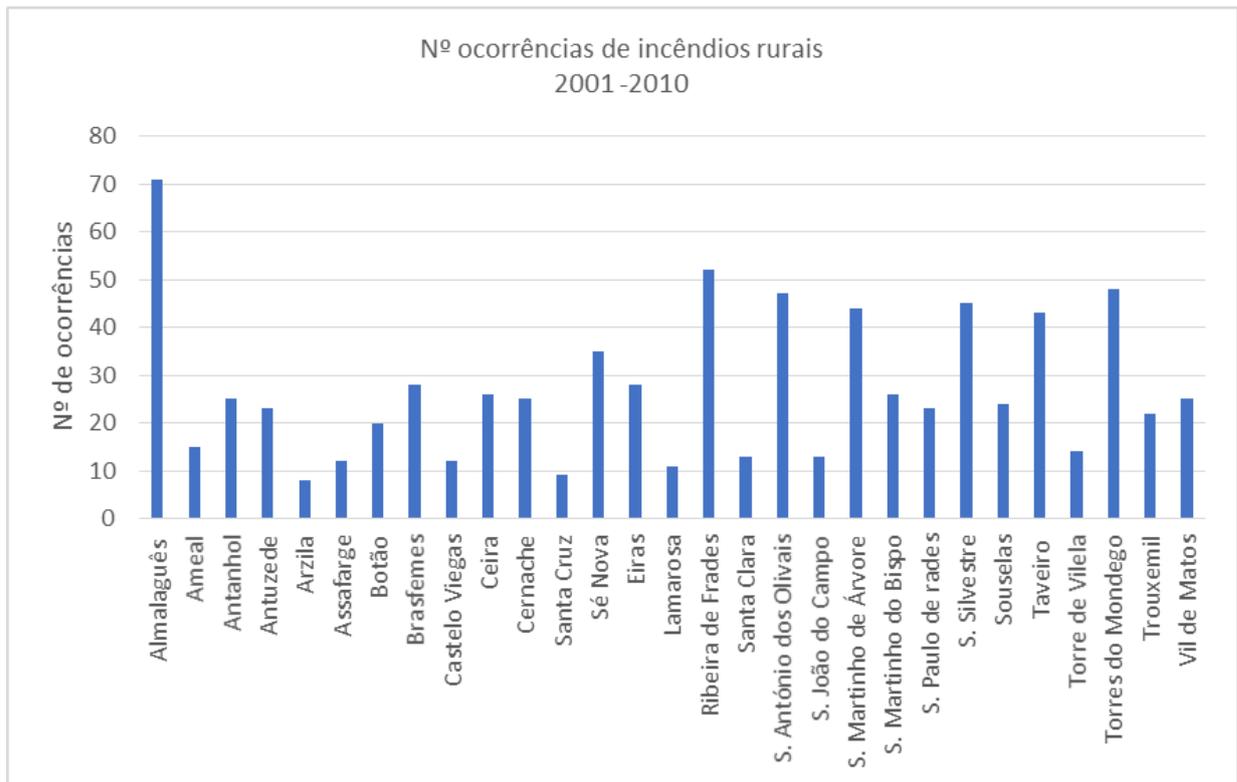


Figura 5.19 – Número de ocorrência de incêndios rurais, por freguesia, no período de 2001 a 2010

Para o período de 2001 a 2010 as freguesias com maior número de incêndios florestais foram: Almalaguês, Torres do Mondego, Ribeira de Frades e Santo António dos Olivais. Quanto à área ardida, o maior valor foi registado na Freguesia de Ceira, com 4182,11 ha.

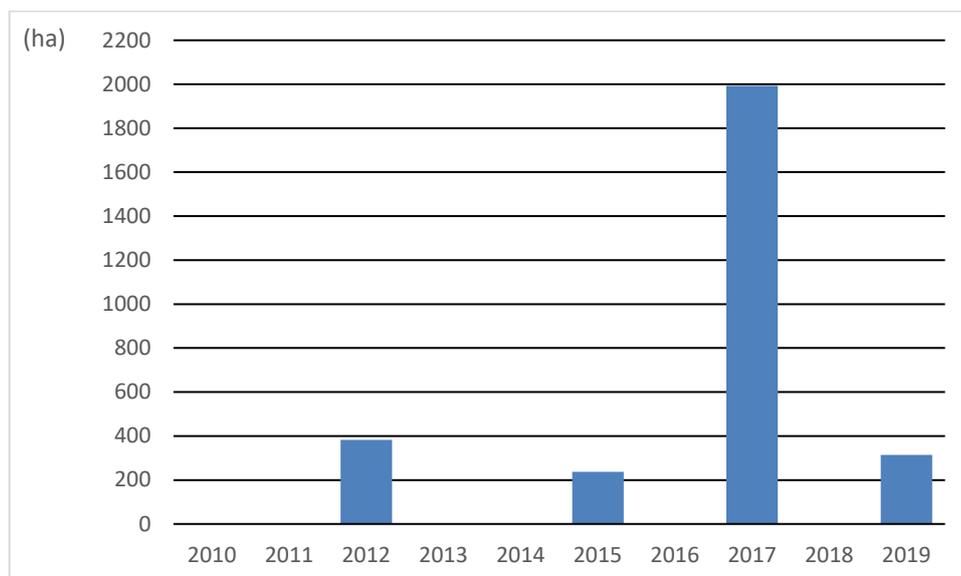


Figura 5.20 – Quantificação da área ardida nos incêndios florestais de 2010 -2019

Estas zonas identificam os locais com maior potencial para que o fenómeno dos incêndios florestais adquira maior magnitude, como aconteceu em agosto de 2017 no incêndio florestal Coimbra – Carvalhosas onde as freguesias de Ceira e Torres do Mondego foram afetadas, ardendo cerca de 544 ha. Para jusante ao longo do Mondego, são predominantes as áreas de perigosidade de incêndio florestal baixo e muito baixo. Isto deve essencialmente ao uso predominantemente agrícola do solo.



Figura 5.21 – Incêndio florestal em agosto 2017



Figura 5.22 – Incêndio florestal num interface rural-urbano em agosto 2017

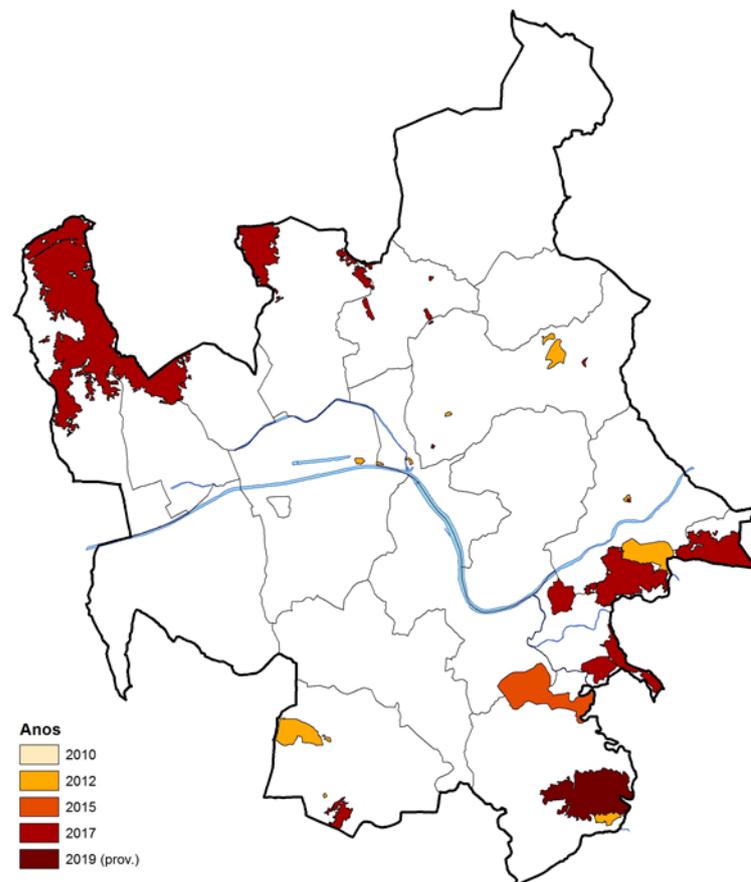


Figura 5.23 – Incêndios Rurais e sua distribuição no território de Coimbra (fonte: ICNF 2020)

Da análise aos incêndios rurais ocorridos no período entre 2010 e 2019 ressalta a situação vivida em 2017, em que as condições meteorológicas verificadas, particularmente adversas, fizeram disparar os registos, tanto no número de ocorrências como, principalmente, no valor da superfície ardida, que atingiu em Coimbra perto de 2000 ha (Figura 5.23).

Recentemente, o Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P. (ICNF) e nos termos do Decreto-Lei n.º 124/2006, de 28 de junho, elaborou e divulgou a classificação do território continental segundo o índice de perigosidade de incêndio rural. A Carta de Perigosidade de Incêndio Rural para o período de 2020 a 2030, daí resultante, projeta a cenarização para o território nacional.

A partir desses dados procedeu-se à elaboração da Carta de Perigosidade para Coimbra, onde se projetam classes de perigosidade média e alta, para o setor oriental e para algumas manchas do território sul do concelho (Figura 5.24).

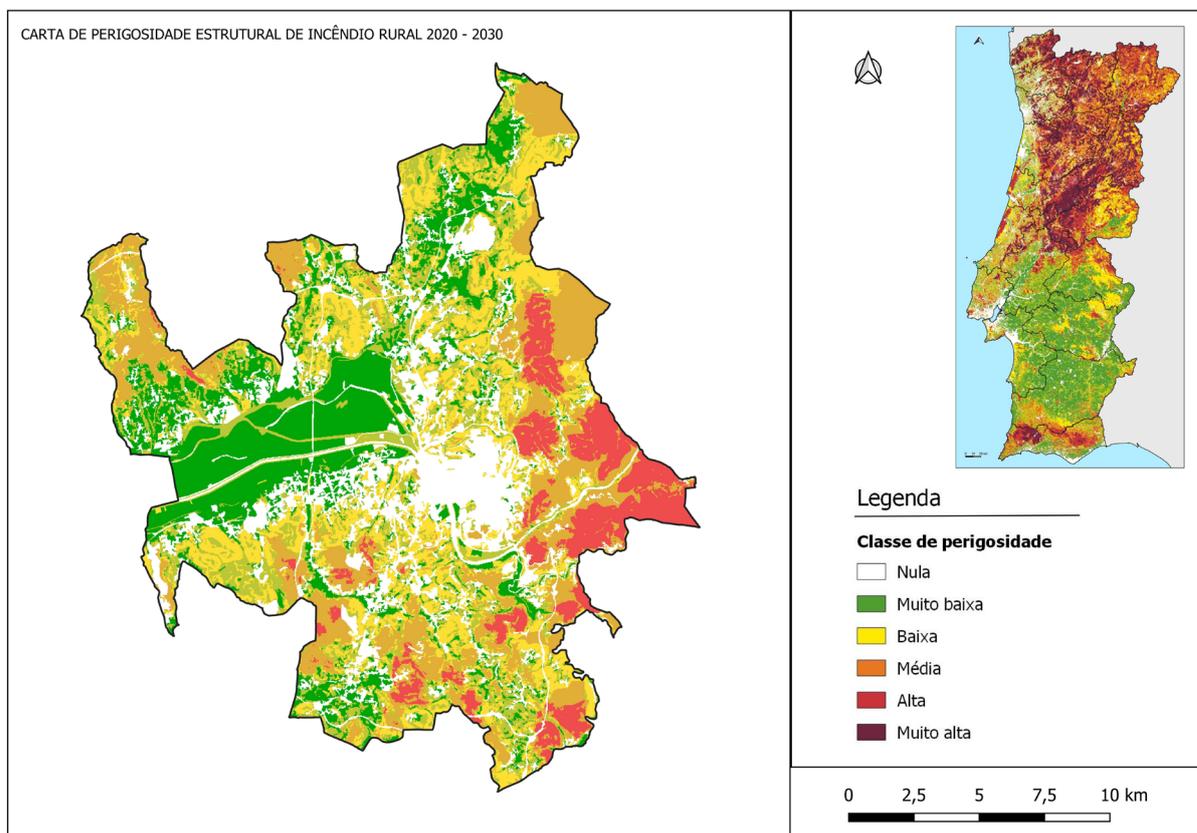


Figura 5.24 – Carta de Perigosidade de Incêndio Rural de Coimbra, para 2020-2030 (produção própria a partir de <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/dfci/inc/cartografia/cartografia-perigosidade-estrutural-2020-2030>)

Em síntese:

- Verifica-se que nos últimos 20 anos ocorreu um aumento do número de incêndios e da área ardida, sendo as Freguesias de Ceira, Torres do Mondego e Santo António dos Olivais onde se regista a maior área ardida.

- Estes resultados, nomeadamente o aumento do número de incêndios, estão em linha com as projeções feitas para Coimbra num cenário de alterações climáticas, com diminuição da precipitação anual, aumento da temperatura e da secura, e extensão do período estival para outubro, associado ao aumento do risco de incêndio.
- A nível da governação e da gestão do risco, do planeamento de emergência e das operações da proteção civil municipal, Companhia Municipal de Bombeiros Sapadores e Serviço Municipal de Proteção Civil, nomeadamente, a execução de faixas de gestão de combustível, vigilância e prontidão na resposta, com exceção para os anos de 2005 e 2017, os resultados permitem-nos concluir que existe uma relação positiva entre o número de ocorrências e a área ardida.
- É fundamental atualizar o Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios de Coimbra (PMDFCIC), tendo como referência a Carta de Perigosidade de Incêndio Rural de Coimbra, para 2020-2030, e reflorestar, com espécies de plantas mais resistentes ao fogo, os espaços de gestão municipal e os terrenos baldios, em articulação com as comissões de compartes.

5.3.4. Temperaturas extremas

A temperatura do ar é dos elementos climáticos que mais condiciona as atividades humanas e os processos biológicos, ao nível do conforto e da saúde. A exposição a ondas de calor e a ondas de frio apresenta aumentos de mortalidade, dependendo da vulnerabilidade das populações expostas, assim como da duração, intensidade e frequência destes paradoxismos térmicos (Mateus, 2014).

As ondas de calor e as ondas de frio são fenómenos climáticos que apresentam impactos económicos e sociais, assim como consequências na saúde humana, originando aumentos da mortalidade, pelo que é importante reduzir a vulnerabilidade face a estes paradoxismos térmicos (Mateus, 2014).

Os estudos desenvolvidos no âmbito da Biometeorologia e da Bioclimatologia Humana mostram alguns dos efeitos que o estado do tempo e o clima podem provocar nos seres humanos. Recorrendo à utilização destes índices, é possível identificar alguns efeitos combinados que os diferentes elementos climáticos podem causar. A aplicação de índices biometeorológicos permite quantificar o conforto humano utilizando modelos teóricos (<http://www.ipma.pt/pt/oclima/biometeo/index.jsp>, consultado em 4/02/2021).

A aplicação de índices biometeorológicos permite quantificar o conforto humano utilizando modelos teóricos. Existem vários índices usados em diversos centros meteorológicos mundiais (WMO, 1972; Steadman, 1984; Steadman, 1979; Kalkstein et. al., 1996).

Na figura 5.29, está representado o esquema de desenvolvimento Universal Thermal Climate Index (UTCI), tendo por base, as variáveis meteorológicas, o modelo de termo-regulação Fiala (Fiala e tal., 1999, 2001, 2003), bem como o modelo de roupa adaptativo desenvolvido por Richards & Havenith, 2007.

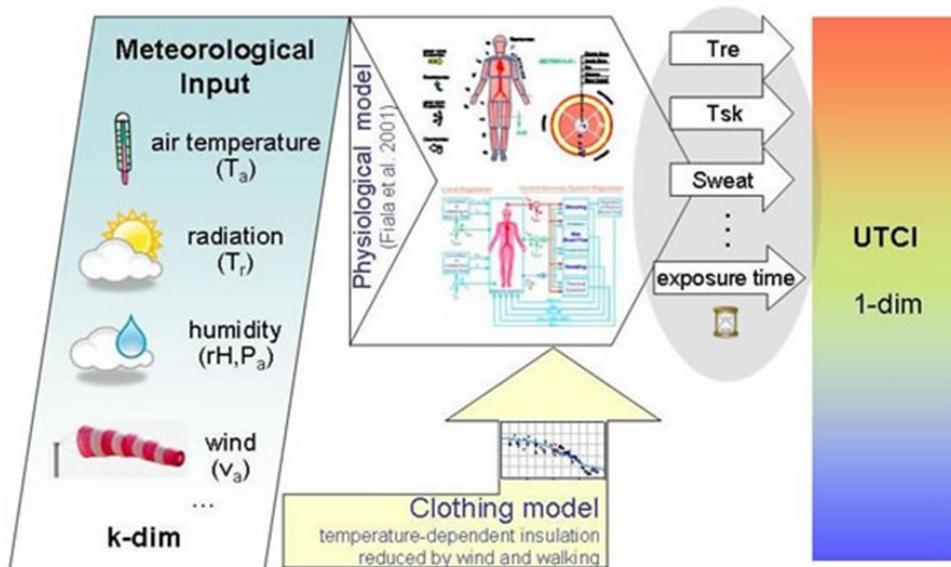


Figura 5.25 – Acesso climático do UTCI, calculado a partir de um modelo termo fisiológico e de um manequim térmico (Ação COST 730) (<http://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/amb.atmosfera/index.bioclima/?page=utci.xml>). Extraído, 4/2/2021).

Atualmente, o Instituto de Meteorologia I.P. monitoriza o Índice Térmico Universal (Universal Thermal Climate Index). As condições de referência para o cálculo do UTCI: Velocidade do vento (v) de 0,5 m/s a 10 metros de altura (aproximadamente 0,3 m/s a 1,1 metros); Temperatura média radiante (TMR) igual à temperatura do ar; A atividade (M) de uma pessoa em movimento com uma velocidade de 4 km/h. Isso equivale a uma taxa de metabolismo de 135 W m⁻²;

A temperatura do UTCI para uma dada combinação de vento, radiação, humidade e temperatura do ar é definida como a temperatura do ar na condição de referência desses mesmos elementos meteorológicos, para o qual o índice é calculado. De acordo com a Ação COST 730, o UTCI foi classificado com a escala representada no Quadro 5.12.

O UTCI divulgado pelo IPMA é o UTCI-observado, estando a ser desenvolvidos no IPMA, I.P., procedimentos para a previsão do índice UTCI, com base em modelos numéricos, com vista à divulgação em breve do índice UTCI-previsto. O UTCI é uma importante ferramenta de informação para o SMPC e para a DIAS, num quadro de eventos extremos de temperaturas.

Quadro 5.10– Temperatura equivalente do UTCI classificada em termos de stress térmico

UTCI (°C)	Classificação de Stress
Superior a +46	Stress por calor extremo
+38 a +46	Stress por calor muito elevado
+32 a +38	Stress por calor elevado
+26 a +32	Stress por calor moderado
+9 a +26	Sem stress térmico
0 a +9	Stress por frio ligeiro
0 a -13	Stress por frio moderado
+ -13 a -27	Stress por frio elevado
-27 a -40	Stress por frio muito elevado
-Inferior a -40	Stress por frio extremo

5.3.4.1. Ondas de calor

As ondas de calor (*sendo a definição do índice de duração da onda de calor, HWDI – Heat Wave Duration Index, segundo a Organização Meteorológica Mundial (WCDMP-No.47, WMO-TD No. 1071), considera-se que 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*), que podem ocorrer em qualquer altura do ano, são mais notórias e sentidas pelos seus impactos quando ocorrem nos meses de verão (junho, julho e agosto). De referir ainda que junho é o mês de verão em que as ondas de calor ocorrem com maior frequência em Portugal Continental (IPMA, 2019, <https://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/clima/index.html?page=onda.calor.xml>).

De acordo com a base de dados internacional EM-DAT11: The OFDA/CRED International Disaster Database, www.emdat.be - Université Catholique de Louvain - Brussels – Belgium <http://www.emdat.be/databas>, o risco natural que mais pessoas matou em Portugal (com exceção para o terramoto de 1 de novembro de 1775), foi a onda de calor de agosto de 2003, com 2696 óbitos, seguido das cheias de Lisboa em 26 de novembro de 1967, com 462 mortos, embora o número possa ter chegado aos 700, e os incêndios de 2017, que totalizaram 109 mortos diretos e 5 indiretos, com uma área ardida de 500 000 ha.

A nível nacional destacam-se, pela intensidade, duração e extensão espacial e também pelos impactos socioeconómicos, as ondas de calor de 10 a 20 de junho de 1981, de 10 a 18 de julho de 1991, de 29 de julho a 15 de agosto 2003, de 30 de maio a 11 de junho 2005 e de 5 a 23 de junho de 2005 (<http://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/clima/index.html?page=onda.calor.xml>).

Mais recentemente e de acordo com o IPMA (2020), o mês de julho de 2020 foi o mais quente dos últimos 90 anos. Como consequência desta situação extrema ocorreram 3 períodos com ondas de calor: de 4 a 13 abrangendo as regiões do interior norte e centro; de 9 a 18, nas regiões do interior norte, centro e sul; de 25 a 31 essencialmente no interior norte.

O estudo desenvolvido por Mateus (2014), *“Ondas de calor e ondas de frio em Coimbra – impactos na mortalidade da população”*, é utilizado como referência no presente trabalho. De acordo com este autor foram identificadas para Coimbra 41 ondas de calor e 9 ondas de frio, no período de 1865 a 2013 (Quadros 5.11 e 5.12).

No presente século, as ondas de calor que atingiram o território de Coimbra com maior duração e impactos sobre a saúde, foram (Mates, 2014):

- de 29 de julho a 3 de agosto de 2003;
- de 11 a 17 de julho de 2006;
- de 4 a 11 de agosto de 2006;
- de 24 a 30 de julho de 2010;
- de 24 a 30 de julho de 2013;
- de 4 a 9 de julho de 2013.

Quadro 5.11 - Ondas de calor registadas em Coimbra, sua duração, média da variação e valor máximo do desvio relativamente à normal climatológica de referência (extraído de Mateus, 2014)

Anos	Ondas de calor	Duração (nº de dias)	Média da variação (°C)	Valor máximo da variação (°C)
1865	5 a 13 de junho	9	9,1	11,1
	25 a 30 de julho	6	9,6	10,7
1870	18 a 23 de junho	6	11,8	15,0
	17 a 23 de julho	7	8,71	12,7
1874	16 a 22 de agosto	7	8,54	12,4
1876	10 a 16 de julho	7	9,06	11,6
1882	30 de julho a 5 de agosto	7	8,63	10,4
1887	8 a 18 de junho	13	6,91	9,7
1890	14 a 19 de junho	6	6,70	8,3
1891	16 a 21 de junho	6	8,57	10,7
1896	30 de junho a 5 de julho	7	8,11	12,2
1901	1 a 7 de agosto	7	7,79	9,1
1911	7 a 14 de junho	8	8,05	9,5
1916	28 de julho a 3 de agosto	7	7,84	9,8
1919	21 a 29 de junho	9	7,77	10,5
1921	10 a 17 de junho	8	7,05	9,6
1926	29 de julho a 9 de agosto	12	7,68	10,7
1928	16 a 21 de julho	6	9,80	11,9
1929	16 a 23 de junho	8	9,81	13,5
1932	4 a 9 de agosto	6	8,80	10,3
1942	1 a 6 de junho	6	9,65	12,2
1944	12 a 19 de junho	8	9,18	13,00
1945	9 a 15 de junho	7	9,57	14,6
1946	28 de julho a 2 de agosto	6	9,10	14,3
1948	23 a 28 de junho	6	11,47	13,9
1949	25 de junho a 6 de julho	12	8,96	12,6
1961	21 a 27 de agosto	7	8,63	12,2
1962	21 a 27 de junho	7	9,37	12,00
	23 a 28 de agosto	6	7,97	13,7
1966	25 a 30 de junho	6	10,47	12,4
1981	12 a 20 de junho	9	12,9	16,8
1989	25 de julho a 1 de agosto	8	9,49	11,8
1991	14 a 19 de julho	6	9,17	11,9
1996	25 a 30 de junho	6	6,87	8,4
2000	12 a 17 de junho	6	9,10	11,00
2003	29 de julho a 3 de agosto	6	8,47	12,3
2006	11 a 17 de julho	7	9,37	11,3
	4 a 11 de agosto	8	8,15	9,6
2010	24 a 30 de julho	7	8,06	11,3
2013	24 a 30 de junho	7	8,90	10,7
	4 a 9 de julho	6	10,17	11,5

Nogueira & Mateus (2013) e Mateus (2014) procederam à análise do impacto do calor nos níveis de mortalidade da população residente no concelho de Coimbra, centrando-se a análise nos valores de temperatura média, máxima e mínima diários registados e no número de óbitos por causas específicas, ocorridos diariamente durante o mesmo período. A contabilização dos óbitos ocorridos foi estabelecida de acordo com a Classificação Internacional das Doenças (CID). Os resultados para as ondas de calor foram:

- de 29 de julho a 3 de agosto de 2003 - apresentou 19 óbitos em excesso. Considerando os 6 dias subsequentes ocorrem mais 63 óbitos em excesso;
- de 11 a 17 de julho de 2006 - apresentou 31 óbitos em excesso. Considerando os 6 dias subsequentes ocorrem mais 28 óbitos em excesso;
- de 4 a 11 de agosto de 2006 - apresentou 31 óbitos em excesso. Considerando os 6 dias subsequentes ocorrem mais 34 óbitos em excesso;
- de 24 a 30 de julho de 2010 – apresentou 34 óbitos em excesso. Considerando os 6 dias subsequentes ocorrem mais 44 óbitos em excesso.

Segundo os mesmos autores, verificou-se ainda que a mortalidade aumentou nos 3 dias após o início dos eventos e prolongou-se nos dias subsequentes. Sobre as principais causas de morte, no que concerne às ondas de calor, verificou-se maior mortalidade nas doenças circulatórias e respiratórias tendo sido maior nos idosos (≥ 65 anos de idade) e nas mulheres (que constituem grande parte da população idosa).

5.3.4.2. Ondas de frio

Ao nível económico, social e de saúde pública o frio e as ondas de frio têm como consequência maior mortalidade por doença isquémica cardíaca e doenças cerebrovasculares aumento de doenças respiratórias, gripes, pneumonias, hipotermia; possíveis incêndios em habitações (em virtude dos sistemas de aquecimento para fazer face às temperaturas mais baixas), mortes e/ou intoxicações por inalação de monóxido de carbono (quando não ocorre uma correta ventilação nas habitações), maior consumo de energia, diminuição da acessibilidade e transportes, acidentes rodoviários (em virtude da existência de gelo, de neve e de nevoeiro), destruição de culturas hortícolas, aumento da morbidade, de internamentos hospitalares e de mortalidade (ARSLVT, 2012 e 2013; Cunha, 2012; Cunha e Leal, 2013; Mateus, 2014; Mateus et al. 2014).

Em fevereiro de 1956 ocorreu um episódio de frio intenso, longo e sem precedentes em Portugal continental, com ondas de frio no período de 3 a 8 de fevereiro de 1956, em alguns locais das regiões de Lisboa e Vale do Tejo e Alentejo Litoral, e no período de 10 a 25 de fevereiro a afetar as regiões do Norte e Centro do território e a região de Lisboa. Esta onda de frio pela sua duração (13 dias nas regiões da Serra da Estrela e nordeste transmontano), extensão espacial, intensidade e severidade, pode ser considerada a mais significativa que foi observada desde 1941. Nos dias 11 e 12 de fevereiro de 1956, registaram-se valores de temperatura mínima extremamente baixos, com todo o território a apresentar valores de temperatura mínima inferior a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (com exceção Cabo Carvoeiro e Sagres). Valores de temperatura mínima inferiores a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ observaram-se nas regiões do interior Norte e Centro: $-16.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ em Penhas da Saúde; $-14.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ em Lagoa Comprida; $-13.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ em Penhas Douradas; $-12.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ na Guarda; $-10.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ em Montalegre; $-10.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ em Miranda do Douro, Moimenta da Beira e Arouca/Serra da Freita; $-16.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, valor de temperatura mínima observado no dia 12, na estação meteorológica de Penhas da Saúde (Serra da Estrela) foi ainda o extremo absoluto da temperatura mínima em Portugal continental.

Depois da onda de frio longa, intensa e severa de fevereiro de 1956, uma exceção notável ocorreu na onda de frio em fevereiro de 1983, com a duração de 9 dias e correspondeu ao período de 8 a 16 de fevereiro, com um nevão a cair em Coimbra no dia 11 desse mês. Esta foi a onda de frio de maior duração regista, desse ano. A onda de frio de fevereiro de 1984 foi a de maior duração depois da onda de frio de 1 de janeiro a 7 de fevereiro de 1954, com duração de 8 dias.

Quadro 5.12 - Ondas de frio registadas em Coimbra, sua duração, média da variação e valor máximo dos desvios de temperatura mínima diária relativamente à normal climatológica de referência (extraído de Mateus, 2014)

Anos	Ondas de frio	Duração (nº de dias)	Média da variação (°C)	Valor máximo dos desvios (°C)
1097	2 a 7 de fevereiro	6	-6,50	-7,4
1917	27 de dezembro a 1 de janeiro de 1918	6	-7,20	-8,8
1933	14 a 20 de dezembro	7	-6,60	-7,6
1941	3 a 9 de janeiro	7	-6,46	-7,9
1954	3 a 8 de janeiro	6	-6,65	-7,9
	31 de janeiro a 7 de fevereiro	8	-7,25	-8,9
1956	6 a 12 de dezembro	7	-5,93	-7,3
1983	8 a 16 de fevereiro	9	-7,69	-9,6
2001	24 a 29 de dezembro	6	-6,42	-7,1

Das 9 ondas de frio identificadas para Coimbra, no período de 1865 a 2013, Marques (2014) determinou que a onda de frio ocorrida de 8 a 16 de fevereiro de 1983, esteve associada a 9 óbitos em excesso, visto que a mortalidade associada ao frio aumentou 7 dias após o início da onda, prolongando-se nos dias subsequentes, sendo que as principais causas de morte se devem a doenças circulatórias e isquémica do coração.



Figura 5.26 – Cidade de Coimbra, nevão de 11 de fevereiro de 1983



Figura 5.27 – Parque da Cidade, nevão de 11 de fevereiro de 1983

Apesar da vaga de frio que assolou Portugal Continental nos primeiros quinze dias de janeiro de 2021, de acordo com o IPMA, a frequência de ocorrência de ondas de frio tem diminuído significativamente nos últimos 35 anos, o que está de acordo com as projeções de cenarização climática realizadas para Coimbra.

Em síntese:

- Assim, considera-se que a nível Municipal é fundamental identificar a localização da população idosa e desfavorecida e vulnerável aos fenómenos de temperaturas extremas;
- Deverá ser desenvolvido um Plano Municipal de Adaptação às Temperaturas Extremas, Ondas de Calor e de Frio.

5.3.5. Secas

As situações de seca constituem uma ocorrência natural associada essencialmente à falta de precipitação, que se verifica todos os anos em diversas regiões do mundo. Contrariamente aos outros desastres naturais, que geralmente atuam de forma rápida e com impactos

imediatos, a seca é o desastre natural de origem meteorológica e climatológica mais complexo, que afeta mais pessoas e durante mais tempo. Os impactos resultantes deste fenómeno variam conforme a escala espacial e temporal. Longos períodos de seca provocam graves prejuízos económicos, nomeadamente ao nível dos sectores agrícola, pecuário e recursos hídricos, originando muitas vezes o desenvolvimento e propagação de pragas e pestes.

As situações de seca são frequentes em Portugal Continental, com consequências gravosas particularmente na agricultura e na pecuária, nos recursos hídricos e no bem-estar das populações. Para Coimbra e sua região, pela falta de dados, torna-se difícil reconstruir o histórico de ocorrência de secas, pelo que se utiliza como referência as indicadas pelo IPMA para o território nacional.

Nos últimos 65 anos, os sete episódios de seca com maior severidade foram: 1943/46, 1965, 1976, 1980/81, 1991/92, 1994/95, 1998/99 e 2004/06. As regiões a Sul do Tejo são as mais vulneráveis e as que têm sido mais afetadas.

Das secas referidas, as mais graves foram:

- Seca 1943-46 - a mais longa, ocorrida nos últimos 65 anos; a seca de 1990 a 92 foi a segunda mais longa; a seca de 2004-06 e de 1980 a 81 foram as terceiras mais longas;
- Seca de 2004 a 06 – a de maior extensão territorial (100% do território afetado) e a mais intensa (tendo em conta os meses consecutivos com seca severa e extrema).

Foi também calculado para Portugal Continental o valor mensal do índice PDSI por décadas, desde 1961 até 2000, de forma a verificar como evoluíram os episódios de seca. Do estudo efetuado resulta a conclusão de que nas duas últimas décadas do século XX observou-se uma intensificação da frequência de secas, em particular nos meses de fevereiro a abril (<https://www.ipma.pt/pt/oclima/observatorio.secas/pdsi/apresentacao/evolu.historica>).

Para Coimbra escasseiam os dados referentes à ocorrência de secas, contudo a seca que assolou o território nacional em 2005, e particularmente o território de Coimbra, obrigou à constituição de uma Comissão Municipal de Acompanhamento, através do Gabinete de Proteção Civil e Segurança Municipal, com a participação de diversas entidades, e à avaliação dos efeitos de situação de seca nas freguesias do município de Coimbra:

“Acta de reunião – 5/04/05

MEDIDAS PARA A MITIGAÇÃO DOS EFEITOS DA SECA

No dia 5 de abril de 2005, pelas 10h30 horas estiveram presentes na Casa Municipal da Proteção Civil / Companhia de Bombeiros Sapadores de Coimbra os seguintes elementos:

Dr. Carlos Encarnação, Presidente da Câmara Municipal de Coimbra; Cor. Carlos Gonçalves, Diretor do Gabinete de Proteção Civil de Segurança Municipal (GPCSM); Maj. José Almeida, Comandante Companhia de Bombeiros Sapadores (CBS); 2º Comandante dos Bombeiros Voluntários de Brasfemes; Comissário Dinis, Chefe da área de Operações e Segurança da Polícia de Segurança Pública; Drª Rita Santos Marques, Técnica Superior da Polícia Municipal; Major João Ramos, Chefe da Guarda Nacional Republicana; Chefe José Matos, Chefe do BSS; Eng.º Nelson Gomes, da Direção Geral dos Recursos Florestais; Eng. Patrício, Chefe de Divisão do DOGIEM da Câmara Municipal de Coimbra; Eng.º Luís Esteves (CBS); Sr. António Cardoso, Presidente da Junta de Freguesia Torres de Mondego; Eng.º Arménio Gadanha, Chefe de Divisão das Águas de Coimbra; Eng.º Celina Ramos de Carvalho, da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro; Dr. Mário José Oliveira, da Delegação de Saúde de Coimbra; Dr. Francisco Ferreira, do Gabinete de Comunicação; Dr. Paulo Jorge Duarte Henriques, da DREC; Dr. António Oliveira, Chefe de Divisão do Aprovisionamento; Eng.º Joana Lopes, do GPCSM; Dr. Jorge Brito, do GPCSM; Nuno Afonso, do GPCSM.

Durante a reunião houve várias intervenções dos representantes presentes, seguidamente expostas: Diretor do Gabinete de Proteção Civil Municipal e Segurança Municipal iniciou a sua intervenção manifestando a preocupação com a situação de Seca, mencionando a importância da cooperação entre as entidades para a resolução deste problema. Começou por fazer referência à falta de água, nas Freguesias de Cernache e de Antanhol, para o abastecimento das populações, e para o combate aos incêndios, nomeadamente no aeródromo de Cernache;

Responsável das Águas de Coimbra; Um dos problemas referidos foi o facto das suas captações serem em profundidade, nomeadamente a de Cernache. Esta última captação apresenta cuidados acrescidos devido às propriedades dos materiais atravessados, neste caso os calcários, que por vezes podem apresentar contaminação por arrastamento; Diretor do Gabinete de Proteção Civil Municipal e Segurança Municipal Referiu-se ao nº de habitantes/famílias que ainda não possuem abastecimento público de água canalizada no Município de Coimbra.

Falou da necessidade de subsidiar as pessoas interessadas em criar pontos de água/reservas de água através do Programa AGRIS.; analisou e deu a conhecer o Plano de SECA, realizado pelo GPCSM.

Responsável das Águas de Coimbra: Referiu-se ao aspecto psicológico de as fontes decorativas pararem de funcionar.

Falou também na possibilidade de se fazerem reduções na pressão da água, durante o período noturno, em determinadas povoações em detrimento de outras, apesar de tudo isto poder acarretar problemas de qualidade de água.

Devido à falta de água nestas alturas nos poços e furos privados, as regas de cultura irão provocar um aumento no consumo na rede pública, sinal de referência de situação de seca meteorológica. Um dos grandes problemas que se coloca é a dificuldade em fazer chegar a água às zonas limítrofes de todo o Concelho, e também a utilização fraudulenta da rede nas regas e no enchimento de piscinas. Para este problema foi solicitada ajuda às forças de segurança presentes para fazer fiscalização. Uma das soluções pensadas para a resolução destes problemas foi o corte do abastecimento durante a noite, solução essa que levanta outros problemas.

Responsável da CCDR Centro Falou na necessidade de homogeneização dos níveis municipais de alerta de SECA com os níveis nacionais; aproveitou para elogiar esta iniciativa de preocupação com a situação de SECA.

Diretor do Gabinete de Proteção Civil Municipal e Segurança Municipal. Em resposta à preocupação da responsável da CCDR, foi dito que essa homogeneização existe entre os dois níveis. Referiu a necessidade de reformular esta comissão, com a integração de elementos do Grupo EDP e da DRABL.

Responsável da CCDR Centro. Aprontou-se em disponibilizar ao GPCSM, por parte da CCDR Centro, toda a informação necessária para avaliar esta situação de SECA.

Diretor do Gabinete de Proteção Civil Municipal e Segurança Municipal. Falou da necessidade de fazer um levantamento dos autotanques existentes no Concelho junto da Sociedade Civil; falou ainda nas medidas de execução imediatas que já foram feitas, nomeadamente o pedido quinzenal, às juntas de Freguesia, de indicação das situações de problema de água.”

Em Coimbra, uma parte substancial da sua agricultura é suportada pelo fornecimento de água através do Aproveitamento Hidroagrícola do Baixo Mondego, o que permite capacidade de resposta às situações de seca. Contudo, as projeções para Coimbra estabelecem uma redução da precipitação e aumento da temperatura média anual, associado ao aumento do número de dias de temperatura elevada e extensão do período estival, e também associado ao agravamento de índice de seca, pelo é expetável o aumento da sua frequência e severidade.

Em síntese:

- A nível municipal urge repensar a gestão da água, numa perspetiva de poupança e usos múltiplos, bem como a conversão de Parques e Jardins, para plantas mais resilientes à seca.

5.3.7. Nevoeiro, Granizo e Geadas

Os eventos meteorológicos adversos de nevoeiro, granizo e geadas, não sendo frequentes, ocorrem no território do concelho de Coimbra. Contudo, como falta um registo histórico da ocorrência deste tipo de eventos, optou-se por considerar os registos constantes da ficha climatológica da Estação Meteorológica de Bencanta, do IPMA, para a normal climatológica de 1971 e 2000, em que o número de dias/ano com nevoeiro é de 31,6, o número de dias/ano com geadas é de 18.7 e o número de dias/ano com granizo é de 2.

Nevoeiro

O nevoeiro consiste na suspensão de partículas de água resultantes da condensação de vapor nas camadas mais baixas da atmosfera. A sua formação a baixa altitude permite o contacto com a superfície terrestre, o que contribui para uma consistente diminuição do campo de visão com consequências negativas em diversas atividades humanas, nomeadamente o aumento da sinistralidade rodoviária (CIM-RC, 2017).

A análise do mapa da (Figura 5.28) permite-nos concluir, para o território do concelho de Coimbra que os pontos/troços críticos com suscetibilidade a nevoeiro e que apresentam maior

sinistralidade rodoviária estão associados a vias localizadas nos vales dos rios Mondego, e Ceira, a que acrescentamos o vale do rio dos Fornos. Verifica-se também que os períodos de maior incidência são os meses de março, abril, setembro, outubro e novembro.

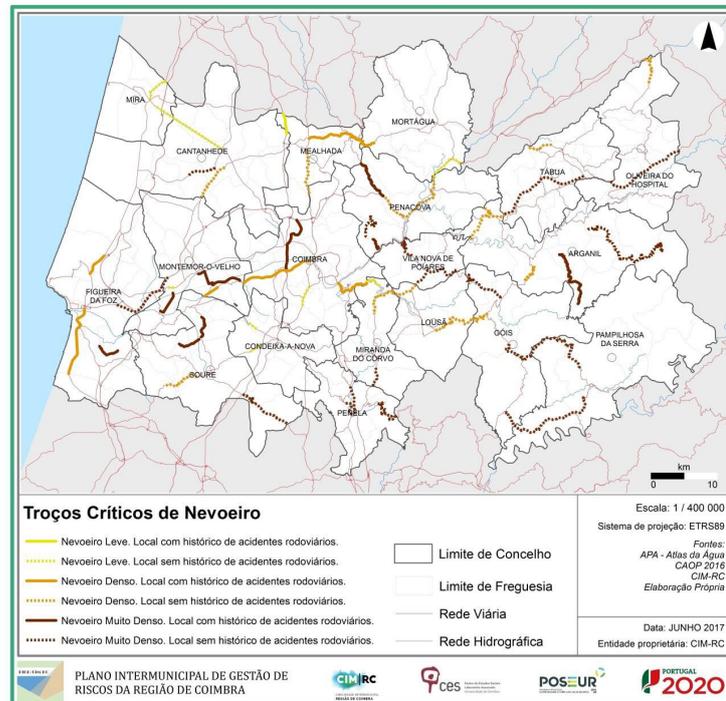


Figura 5.28 – Distribuição geográfica dos pontos e/ou troços críticos de nevoeiro no território da CIM-RC (extraído do Plano Intermunicipal de Gestão de Riscos da Região de Coimbra, 2017)

Granizo

A ocorrência da queda de granizo é um fenómeno de elevada aleatoriedade, mas com grandes impactos negativos. Com ocorrência de inundações, danos nos edifícios e equipamentos, bem como condicionantes de tráfego e encerramento de vias. A sua ocorrência nos meses de março e abril, coincidentes com os períodos do desenvolvimento das plantas, ou em fase de amadurecimento das culturas (ex: frutos), causa um elevado grau de destruição das culturas agrícolas.

Geadas

Existem três tipos de geada: geadas de advecção ou geadas negras, geadas de evaporação e geadas de irradiação ou geadas brancas. Têm como consequência prejuízos na agricultura com perdas parciais ou totais das culturas. Estes eventos ocorrem geralmente no inverno, mas também na primavera.

Em síntese:

- A ocorrência de nevoeiro nos vales do Mondego, Ceira e Fornos, os quais são atravessados por importantes eixos rodoviários, A1, IC, A13, IP3, N111, N110 e N17, é necessário reforçar a sinalética competente, por forma a reduzir a sinistralidade.
- As condições meteorológicas extraordinárias, nomeadamente a queda de granizo e de geada, comprometem as colheitas e/ou as culturas agrícolas e o seu potencial produtivo, causando grandes

prejuízos. Assim, por serem fenómenos de grande aleatoriedade e de incerteza associada, é fundamental a criação de um fundo de compensação aos agricultores.

5.4. Avaliação do grau de risco do território do concelho de Coimbra

Da análise da Matriz de Risco adaptado da Matriz de Risco da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil e da Matriz Occupational Health Safety (ANEPC & OHS), resulta que o risco natural mais elevado está associado às cheias e inundações, seguido dos ciclones e tempestades e incêndios elevados, todos de risco crítico.

Quadro 5.13 – Matriz de avaliação de risco para o concelho de Coimbra (ANPC&OHS e OEM)

Perigo	Matriz ANEPC&OHS			Matriz OEM	
	Probabilidade	Impacto	Grau de Risco (Pxl)	Nível de Risco	Ranking
Cheias e Inundações	Elevado (5)	Crítico (5)	Crítico (25)	229	2º
Ciclones e tempestades	Elevado (5)	Elevada (4)	Crítico (20)	228	3º
Movimentos de massa em vertentes	Média elevada (4)	Moderado (3)	Moderado (12)	115	7º
Incêndios florestais	Elevado (5)	Elevada (4)	Crítico (20)	205	4º
Ondas de calor	Média elevada (4)	Elevado (4)	Elevado (16)	230	1º
Ondas de frio	Média (3)	Moderado (3)	Moderado (9)	184	6º
Secas	Média elevada (4)	Elevada (4)	Elevado (16)	198	5º

Estes perigos têm associado um elevado número de eventos, de que resulta, também um elevado número de ocorrências. Da sua ocorrência resultam elevados constrangimentos no funcionamento da sociedade, com corte de vias de comunicação, corte do fornecimento da energia elétrica e dos serviços de telecomunicações, bem como a inoperacionalidade e destruição de infraestruturas básicas. São de facto riscos que afetam uma parte considerável do território municipal e da sua população.

A aplicação da Matriz do Oregon Emergency Management (OEM) ao Concelho de Coimbra estabelece o risco de ondas de calor para o nível elevado, seguido de cheias e inundações, e depois de ciclones e tempestades.

Contudo, o valor atribuído às ondas de calor (230) resulta de três fatores: a) a elevada percentagem da população que pode ser afetada com a manifestação de um perigo de média severidade; b) a percentagem máxima da população que poderá ser afetada na situação do worst-case scenerio (+25%); c) a probabilidade da ocorrência de futuros eventos num cenário de alterações climáticas.

As duas matrizes ANPC & OHS e OEM são concordantes ao estabelecerem os riscos de inundações, ciclones e tempestades como riscos muito elevados.

Em síntese:

- Os perigos com maior probabilidade de ocorrência em Coimbra são as cheias e as inundações, ciclones e tempestades e incêndios, a que se juntam ondas de calor e secas prolongadas, todos estes fenómenos agravados num quadro atual e futuro de alterações climáticas, de acordo com as projeções de cenários climáticos estabelecidos para Coimbra, no Capítulo 4.

5.5. Risco Climático Presente e Futuro

As figuras 5.29, 5.30, e 5.31 procedem à avaliação do risco climático de Coimbra em função dos eventos meteorológicos e impactos associados, identificando as vulnerabilidades atuais e futuras, no médio prazo (2041 -2070) e no longo prazo (2071 -2100). A linha a tracejado a verde identifica o referencial para a situação de adaptação otimizada do Município e a linha azul a fronteira de tolerância.

Atualmente, os riscos climáticos com maior incidência no território do concelho de Coimbra são tempestades, tornados e ventos fortes, precipitação intensa, e temperaturas altas.

Para o restante século XXI prevê-se, que os riscos que apresentam um potencial de crescimento, que são preocupantes, são os relacionados com temperaturas altas e ondas de calor, tempestades, tornados e ventos fortes, precipitação intensa e secas. Apesar da aleatoriedade da ocorrência de eventos de granizo, de geada e de nevoeiro prevê-se que, terão uma tendência para a manutenção da sua frequência, sendo, contudo, espetável a redução da frequência das temperaturas baixas e ondas de frio. Estes resultados estão em concordância com a cenarização climática do Capítulo 4.

**PI – Precipitação Intensa; TVF – Tempestades e Ventos Fortes; GR – Granizo; GE – Geada;
TA - Temperatura Alta; TB - Temperatura Baixas; SE – Seca; NV - Nevoeiro**

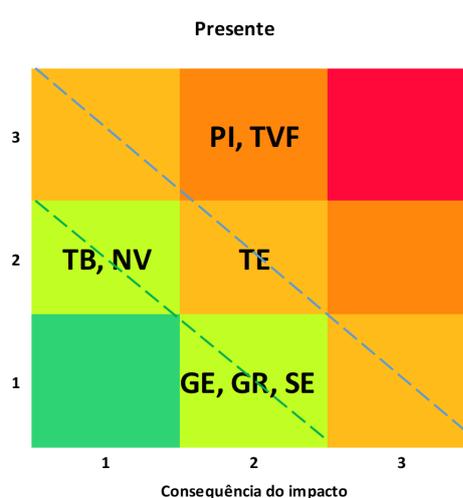


Figura 5.29 – Avaliação do Risco Climático em Coimbra, no Presente

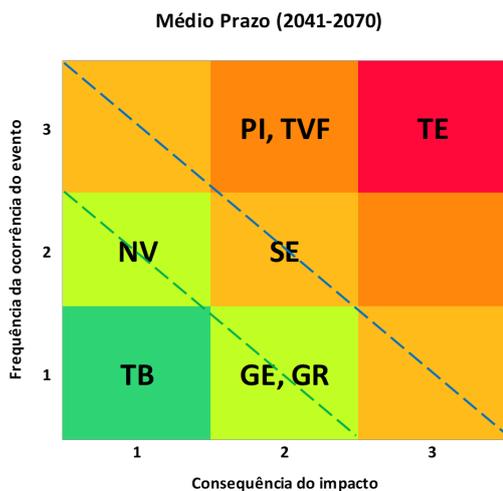


Figura 5.30 – Avaliação do Risco Climático em Coimbra, a médio prazo (2041 - 2070)

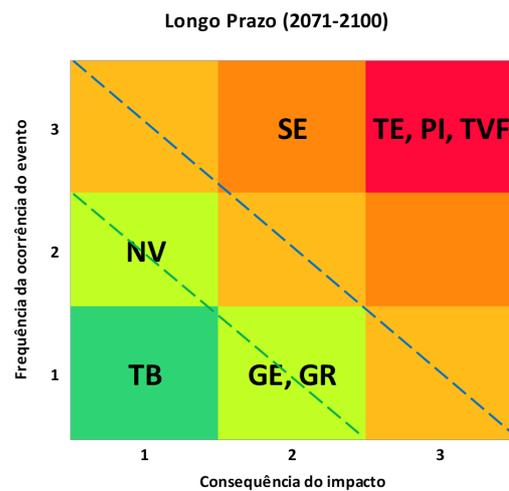


Figura 5.31 – Avaliação do Risco Climático em Coimbra, a longo prazo (2071-2100)

Em resultado da avaliação do risco climático de Coimbra, em função dos eventos meteorológicos para períodos a médio prazo (2041 - 2070) e a longo prazo (2071-2100), é expectável um agravamento dos seus impactos.

A ocorrência de precipitação intensa, cuja frequência futura poderá ser menor, mas de maior magnitude, aumentará as situações de ocorrência de inundações (fluviais e urbanas), bem como de deslizamento de massas de vertentes, provocando danos nos edifícios, equipamentos, infraestruturas e espaço público. A vida quotidiana será profundamente perturbada, com condicionamento/encerramento de vias e interrupção no funcionamento de equipamentos e serviços públicos. A nível da agricultura poderá haver elevados prejuízos por perda de sementeiras e colheitas afetadas.

É sabido que as tempestades, os tornados, e os ventos fortes que, nos últimos anos, têm sido frequentes no território do concelho de Coimbra, afetaram o funcionamento da comunidade local, que se viu privada de comunicações, energia elétrica e com a mobilidade condicionada. Os prejuízos têm sido avultados, tanto no património municipal como no particular, com danos no espaço público, edifícios, queda de estruturas e de árvores, e em veículos. A médio e longo prazo prevê-se o agravamento destes impactos.

A ocorrência de temperatura alta e ondas de calor tem efeitos sobre os sistemas naturais e humanos. O aumento dos incêndios, urbanos e florestais, a perda de biodiversidade e os impactos na saúde humana bem como o aumento da mortalidade, são os impactos de maior crescimento ao longo do século.

As secas tornar-se-ão mais frequentes, com impactos muito significativos na agricultura, com perdas de culturas, e nos sistemas agropecuários, em regime de pecuária extensiva.

Quadro 5.14 – Avaliação do risco climático de Coimbra em função dos eventos meteorológicos e impactos associados

Ref.	Risco Climático	Impactos	Presente	Médio Prazo 2041-2070	Longo Prazo 2041- 2010	Tendência do Risco
PI	Precipitação Intensa	Inundações e/ou deslizamento de massas de vertentes	6	6	9	↑
		Danos nos edifícios, equipamentos, infraestruturas e espaço público				
		Tráfego rodoviário e ferroviário condicionado/encerramento de vias				
		Interrupção no funcionamento de equipamentos e serviços públicos				
		Espaços rurais afetados (sementeiras e colheitas afetadas)				
GR	Granizo	Inundações	2	2	2	→
		Espaços rurais afetados/culturas agrícolas destruídas				
		Danos nos edifícios e equipamentos				
		Tráfego rodoviário e ferroviário condicionado/encerramento de vias				
GE	Geadas	Culturas agrícolas destruídas	2	2	2	→
TVF	Tempestades/Tornados/ Ventos Fortes	Danos nos edifícios, equipamentos e infraestruturas	6	6	9	↑
		Danos no espaço público/queda de estruturas e de árvores				
		Danos na rede elétrica e de comunicações				
		Interrupção no funcionamento de equipamentos e serviços públicos				
		Condicionalismos nas vias de circulação e alteração da mobilidade				
TA	Temperatura Alta/Ondas de Calor	Incêndios urbanos e florestais	4	9	9	↑
		Redução da biodiversidade				
		Aumento do consumo de energia e de água				
		Diminuição do conforto ambiental da cidade				
		Alteração do estilo de vida e danos na população - saúde				
TB	Temperaturas Baixas/Ondas de Frio	Aumento do consumo de energia/sistemas de climatização	2	1	1	↓
		Alteração do estilo de vida e danos na população - saúde				
SE	Seca	Espaços rurais afetados (sementeiras e colheitas afetadas, agropecuária)	2	4	6	↑
		Redução da biodiversidade				
		Escassez de água				
		Perda de solos				
NV	Nevoeiro	Aumento da sinistralidade rodoviária	2	2	2	→

Em síntese:

- Os riscos climáticos prioritários para Coimbra, e sem prejuízo dos outros, são precipitação intensa, tempestades, tornados e ventos fortes, temperaturas altas e ondas de calor.
- Num quadro de alterações climáticas, umas mantêm-se ou diminuem (temperaturas baixas/ondas de frio), outras poderão diminuir a frequência, (precipitações intensas, embora aumente a sua intensidade e magnitude), e outros aumentam (tempestades, tornados, ventos fortes, temperatura alta, ondas de calor e secas, bem como a magnitude dos seus impactos negativos).
- A estes riscos estão associados impactos negativos de natureza ambiental, social e financeira. Em alguns eventos, as perdas de bens, de património particular e municipal é enorme, bem como a perturbação do normal funcionamento das comunidades.

5.6. Impactos associados aos eventos meteorológicos extremos

5.6.1. Impactos atuais

Os eventos climatológicos extremos, nomeadamente os de natureza hidrometeorológica e tendo por referência os últimos 20 anos, provocaram no território do Município de Coimbra prejuízos na ordem de milhões de euros.

Os eventos meteorológicos ocorridos em janeiro e fevereiro de 2016, dos quais resultaram inundações e deslizamentos de vertentes, causaram prejuízos no património municipal no valor de 1.932.930,53€.

Mais recentemente, o Leslie, que atingiu o centro de Portugal, em 13 outubro de 2018, causou 27 feridos, 61 deslocados e prejuízos na ordem dos 120 milhões de euros. Em Coimbra, os danos em infraestruturas e equipamentos municipais foram cerca de 727.563,54€. Este valor não inclui os custos com os meios operacionais, para operações de limpeza, desobstrução e socorro.

Contudo, para a maioria dos eventos climatológicos não foi possível apurar o valor das perdas económicas. Os valores apurados não incluem os custos com os meios operacionais, para operações de limpeza, desobstrução e socorro. Assim, e para uma avaliação mais precisa dos prejuízos acusados pelos desastres naturais, é fundamental o município possuir uma plataforma específica, que funcione como base de dados e onde todas as unidades orgânicas municipais possam carregar os elementos referentes às ocorrências e perdas no património municipal.

Quadro 5.15 – Danos em infraestruturas e equipamentos municipais causados por eventos de meteorologia adversa em 2016 e 2018

Ano	Data	Motivo	Impacto económico
2016	11 de janeiro	Cheias e inundações	1.932.930,53€
2016	13 de fevereiro	Cheias e inundações	
2018	13 de outubro	Furacão Leslie	727.563,54€

5.6.2. Impactos futuros

5.6.2.1. Impactos negativos (ameaças)

As projeções das alterações climáticas projetadas irão manter e/ou agravar as vulnerabilidades do Município de Coimbra, podendo mesmo dar origem a novas vulnerabilidades. Os principais impactos serão:

- aumento da perturbação da vida quotidiana e alterações nos estilos de vida;
- condicionalismos à utilização de espaços de recreio e lazer;
- aumento das cheias rápidas e inundações em meio urbano (habitações, comércio e serviços) e em espaço rural;
- aumento dos deslizamentos de massas de vertentes;
- aumento das operações de evacuação de pessoas, de habitações, comércio e serviços, nomeadamente nas zonas ribeirinhas;
- aumento do número de desalojados e da necessidade do realojamento de pessoas;
- aumento dos processos erosivos, assoreamento e obstrução das linhas de água;
- aumento de danos nas infraestruturas hidráulicas;
- afetação dos sistemas de fornecimento e tratamento de água e esgotos;
- condicionamento de acesso a zonas de recreio e lazer (Ex: Parque Verde);
- aumento dos condicionalismos de mobilidade, com vias encerradas e degradadas;
- condicionamento da circulação dos transportes públicos devido a inundações, deslizamento de vertentes ou queda de árvores e estruturas;
- aumento dos danos em equipamentos, infraestruturas e vias de comunicação;
- aumento do número de queda de árvores, ramadas, estruturas e danos em veículos aparcados no espaço público e ainda outros bens;
- aumento da frequência de operações de limpeza e desobstruções de vias e de infraestruturas, parques e jardins;
- aumento dos períodos sem energia elétrica e/ou telecomunicações;
- redução da quantidade de água disponível e alterações nas restrições ao abastecimento e consumo de água;
- diminuição da qualidade dos recursos hídricos;
- aumento do consumo de água para rega e uso doméstico (temperaturas elevadas e ondas de calor);
- aumento dos custos de água para consumo humano e industrial, para rega e limpeza do espaço público;
- aumento do número de incêndios urbanos e rurais, estes com perda de biodiversidade, redução do potencial florestal, perdas de rendimento e aumento da propagação das espécies invasoras;
- aumento das áreas de erosão e perdas de solo;
- degradação dos ecossistemas ecológicos, terrestres e aquáticos, e perda de biodiversidade;
- redução do conforto térmico dos edifícios e do conforto bioclimático devido às temperaturas elevadas;
- aumento do consumo de energia elétrica para climatização, com impacto no ambiente e na economia familiar (ondas de calor) e potencial aumento das emissões de GEE;
- aumento da tendência para a ocorrência de pragas em animais e plantas, e de doenças originárias de climas tropicais e subtropicais;
- afetação do turismo;
- aumento de episódios de excedências de ozono e dos índices de ultravioleta (UV);
- aumento dos danos na saúde e da mortalidade (ex: ondas de calor) e pressão sobre as unidades de saúde em caso de catástrofe;
- aumento das perdas e de produtividade agrícolas;
- aumento das despesas associadas às operações de resgate, evacuação e socorro, limpeza e desobstrução das vias e espaço público, realojamentos e apoios às pessoas necessitadas;
- aumento da necessidade de investimento público na recuperação de infraestruturas, equipamentos, edifícios e espaço público;
- aumento de indemnizações e agravamentos de seguros;

- aumento da vulnerabilidade da população social e economicamente desfavorecida, nomeadamente idosos, imunodeprimidos, bem como de agricultores, de produtores florestais e de empresas promotoras de atividades ao ar livre.

5.6.2.2. Impactos positivos (oportunidades)

Associado aos riscos climáticos foram identificados diversos impactos negativos. Contudo, e num quadro de alterações climáticas, os riscos climáticos identificados também se podem traduzir numa oportunidade para tornar a cidade e o Município mais resiliente, com a melhoria da capacidade de resposta às comunidades locais e entidades públicas, através de (a/o):

- melhorar dos processos de planeamento e gestão do território e promover uma boa governança territorial;
- ajustar à nova realidade climática o regulamento municipal sobre a salvaguarda da construção em leito de cheia e em zonas de recarga de aquíferos;
- aumentar a área verde e melhorar o conforto térmico urbano;
- aumentar a área permeável da cidade;
- aumentar a arborização e captação/acesso a estruturas verdes e azuis para controlo da temperatura e sombra, com consequências positivas ao nível da introdução de espécies nativas e sequestro de CO₂;
- recuperar/requalificar os espaços naturais da cidade, bosques, bosquetes, parques e jardins;
- plantar espécies de plantas autóctones no espaço público e cedência, através do Horto Municipal, a particulares;
- promover medidas de combate a espécies exóticas de cariz invasor, animais e plantas;
- aumentar a diversidade biológica, nos espaços florestais e baldios, através da plantação de espécies autóctones mais resistentes aos fogos florestais;
- implementar medidas de combate à erosão nas zonas mais vulneráveis e requalificar as áreas de solo degradado;
- valorizar a frente ribeirinha do Mondego, com implementação de medidas para uma menor pressão urbanística sobre os recursos hídricos;
- valorizar e requalificar os vales fluviais dos rios Ceira e Fornos e das ribeiras de Coselhas e Eiras;
- desenvolver um Plano Municipal de Limpeza, desobstrução das linhas de água e secções de escoamento e regularização fluvial e controlo de cheias;
- construir bacias de retenção para mitigar as inundações repentinas, reduzindo a vulnerabilidade das áreas de risco;
- melhorar os sistemas de drenagem, com implementação de novas soluções técnicas e materiais;
- utilizar as águas pluviais e reutilizar as águas residuais tratadas noutros usos;
- aumentar a rede de percursos pedonáveis e clicáveis;
- melhorar a mobilidade e a oferta do transporte público;
- organizar o espaço público e as suas infraestruturas para uma melhor resposta aos eventos climáticos extremos;
- melhorar a climatização, a eficiência energética, e a reabilitação dos edifícios e equipamentos, através de incentivos financeiros e de elementos normativos;
- adaptar os planos setoriais de emergência à nova realidade climática e riscos naturais decorrentes;
- fomentar o consumo de água da torneira;
- potenciar as águas balneares, Praia Fluvial do Rebolim e Praia Fluvial de Palheiros e Zorro, através da extensão da época balnear (aumento da temperatura e do período estival);
- fomentar a capacidade instalada de energias renováveis, solar térmico e fotovoltaico, aproveitando o aumento da temperatura e das horas de sol;
- promover na comunidade escolar as temáticas das alterações climáticas;
- desenvolver planos de contingência para as temperaturas extremas (ondas de calor e ondas de frio);
- aumentar o nível de informação à comunidade sobre as respostas e comportamentos a ter em situação de catástrofe;
- alterar as práticas agrícolas e promover o consumo dos produtos endógenos;
- prevenir as doenças infecciosas transmitida por vetores, de alergias e associadas à exposição solar.

5.7. Capacidade de resposta instalada

Da análise realizada ao número de eventos meteorológicos, extremos e ocorrências associadas, registados nas últimas décadas em Coimbra, ressalta a capacidade de resposta do Município de Coimbra, através do Serviço Municipal de Proteção Civil e da Companhia Municipal de Bombeiros Sapadores, complementada pelos diferentes serviços municipais e pelas entidades externas.

Quadro 5.16 – Eventos de meteorologia adversa e ativação dos planos de emergência

Ano	Data	Motivo	Tipo de Plano de Emergência
2005	21 de agosto	Incêndio florestal de grandes dimensões (zona Este da cidade)	PME
2006	29 de dezembro	Declaração situação de alerta na baixa de Coimbra (prédios a desconstruir)	PME
2009	16 de novembro	Cheias e inundações no Rio dos Fornos	PME
2013	18 de janeiro	Ciclone Gong – Tempestade e Inundações	PME
2013	26 de março	Inundações no Rio dos Fornos	PME
2014	7 de fevereiro	Cheias no Rio Mondego	PEECI
2015	31 de janeiro	Cheias no Rio Ceira – rotura de barragem Alto Ceira	PEECI
2015	13 ou 20 de julho	Incendio florestal Conraria	PME
2015	1 de setembro	Incêndio Florestal – Quinta Colaço (Almalaguês)	PME
2016	11 de janeiro	Cheias e inundações	PEECI
2016	13 de fevereiro	Cheias e inundações	PEECI
2016	7 de maio	Prevenção de Risco de cheias	PEECI
2017	12 de dezembro	Tempestade Ana	PME
2017	23 de julho	Incêndio florestal das Carvalhosas	PME
2017	11 de agosto	Incêndio florestal São Silvestre, Vil de Matos e Carvalhosas	PME
2018	8 de março	Cheias e Inundações	PEECI
2018	13 de outubro	Furacão Leslie	PME
2019	18 de dezembro	Cheias/Tempestade Elsa e Fabien	PEECI/PME
2020	20 de janeiro	Tempestade Glória	(não foi ativado)

Esta capacidade de resposta, célere e eficaz, tem permitido mitigar os impactos negativos, reduzir os prejuízos e retomar a vida quotidiana num curto período. Sempre que a natureza dos eventos e a sua magnitude o justificou, o Município acionou os planos de emergência, nomeadamente durante a ocorrência de cheias e inundações, incêndios e ventos fortes (Quadro 5.16). A este propósito, refira-se à capacidade de resposta operacional nas cheias do

Mondego e do Ceira em 21 de dezembro de 2019, com a evacuação de 2788 pessoas residentes nas localidades ribeirinhas da margem esquerda a jusante de Coimbra.

Estes instrumentos de gestão da emergência e do risco têm-se revelado de extrema importância na eficácia das respostas, na mitigação dos impactos, na recuperação e no retomar da normalidade da vida quotidiana no mais curto espaço de tempo possível.



Figura 5.32 – Operações de estabilização de um deslizamento de vertente



Figura 5.33 – Ação de limpeza dos arruamentos e casas no Cabouco.

Atualmente, o Município de Coimbra possui uma considerável capacidade de resposta aos eventos meteorológicos adversos e riscos associados, que se repartem pela capacidade operacional dos seus serviços, comissões de proteção civil e planos de emergência, a saber:

Serviços Municipais:

- Companhia Municipal de Bombeiros Sapadores;
- Serviço Municipal de Proteção Civil;
- Serviço de Polícia Municipal;
- Departamento de Espaço Público, Mobilidade e Trânsito;
- Departamento de Edifícios e Equipamentos Municipais;
- Departamento de Desenvolvimento Social, Saúde e Ambiente (DAS, DHS, DIAS);
- Departamento de Finanças (DCL);
- SMTUC - Serviços Municipalizados de Transportes Urbanos de Coimbra;
- Águas de Coimbra.

Comissões:

- Comissão Municipal de Proteção Civil;
- Comissão Municipal de Defesa da Floresta (CMDF).
- Comissão Municipal de Saúde.

Sempre que se justifique, e complementarmente, a resposta é dada em conjunto com diversas entidades externas, com ativação de planos regionais e recurso à informação de diversas plataformas:

Entidades externas:

- Juntas de Freguesia;
- Administração Regional de Saúde do Centro;
- Centros de Saúde e Hospitais;
- Instituto Nacional de Emergência Médica (INEM);
- Cruz Vermelha Portuguesa;
- Comando Distrital de Operações de Socorro de Coimbra/ANEPC;
- Bombeiros Voluntários de Coimbra;
- Bombeiros Voluntários de Brasfemes;
- Polícia de Segurança Pública;
- Guarda Nacional Republicana;
- Forças Armadas;
- Instituto de Conservação da Natureza e Florestas (ICNF);
- Águas do Centro Litoral;
- Centro Distrital da Segurança Social de Coimbra;
- Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro (DRAPC);
- Agência Portuguesa do Ambiente/Administração da Região Hidrográfica do Centro;
- Infraestruturas de Portugal (Vias rodoviárias e ferroviárias);
- Energias de Portugal (EDP);
- Empresas de telecomunicações;
- Instituições de Particular de Solidariedade Social (IPSS);
- Órgãos de comunicação.

União Europeia

A nível europeu existe o Mecanismo de Proteção Civil da União Europeia (MPCU), criado em 2001, que é acionado quando um país sozinho não consegue responder a uma catástrofe, sendo que os Estados participantes avançam e prestam assistência.

O Centro de Coordenação de Resposta de Emergência (CCRE) é o coração do MPCU, que está em funcionamento 24 horas por dia, 7 dias por semana. Coordena a prestação de assistência aos países afetados pela catástrofe, com equipamentos de socorro, conhecimentos especializados, equipas de intervenção e equipamento específico. O CCRE consegue assegurar uma rápida implementação do auxílio de emergência através de uma ligação direta às autoridades nacionais de proteção civil.

O CCRE também fornece ferramentas de comunicação e de acompanhamento de emergência através do Sistema Comum de Comunicação e de Informação de Emergência (CECIS), uma aplicação baseada na Web de alerta e notificação que permite o intercâmbio de informação em tempo real.

Plataformas de informação:

A – Portugal

- IPMA - Instituto Português do Mar e da Atmosfera;
- SVARH - Sistema de Vigilância e Alerta de Recursos Hídricos – aplicação RIOS;
- SNIRH - Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos;
- ANEPC - Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil;
- CIM SADGE - Sistema de Apoio à Decisão e Gestão de Emergência da CIM-RC.

B – Europa

O Copernicus “European Union's Earth Observation Programme” (<https://www.copernicus.eu/en/copernicus-services>). E fornece serviços gratuitos de acesso direto a dados de satélite sobre: atmosfera, meio marinho, meio terrestre, alterações climáticas, segurança e emergência.



Alterações Climáticas: A Plataforma Copernicus (C3S) é realizado pelo Centro Europeu para as Previsões Meteorológicas a Médio Prazo (ECMWF) em nome da Comissão Europeia. O ECMWF é uma organização intergovernamental independente que serve os seus membros e Estados cooperantes e a comunidade em geral. O Serviço de Monitorização das Alterações Climáticas do Copernicus (C3S) apoia a sociedade prestando informações fidedignas sobre o clima passado, presente e futuro na Europa e no resto do mundo (<https://www.ecmwf.int/>);

Emergência: O Serviço de Gestão de Emergências do Copernicus (EMS Copernicus) fornece a todos os intervenientes envolvidos na gestão de catástrofes naturais, em situações de emergência de origem humana e em crise humanitária, informações geoespaciais atuais e precisas derivadas de teledeteção por satélite e completadas por fontes de dados abertos ou *in situ* disponíveis (<https://emergency.copernicus.eu/>).

O EMS do Copernicus tem duas componentes:

- A de cartografia do serviço (EMS do Copernicus - Cartografia), que tem uma cobertura mundial e fornece aos intervenientes supracitados (sobretudo autoridades da Proteção Civil e agências de ajuda humanitária) mapas baseados em imagens de satélite;
- O EMS do Copernicus - Cartografia pode apoiar todas as fases do ciclo de gestão de emergência: preparação, prevenção, redução dos riscos de catástrofe, resposta a emergências e recuperação.

- A de informação de alerta precoce; que consiste em três sistemas diferentes:
 - Sistema Europeu de Sensibilização para as Inundações (EFAS), que fornece uma panorâmica das inundações em curso ou previstas na Europa com uma antecedência máxima de 10 dias (The European Flood Awareness System (EFAS), <https://www.globalfloods.eu/>);
 - Sistema Europeu de Informação sobre Incêndios Florestais (EFFIS), que fornece informações em tempo próximo do real e históricas sobre incêndios florestais e regimes de incêndios florestais nas regiões da Europa, Médio Oriente e Norte de África (European Forest Fire Information System (EFFIS) <https://www.copernicus.eu/en/european-forest-fire-information-system>);
 - Observatório Europeu da Seca (EDO), que fornece informações relevantes em termos de seca e alertas precoces para a Europa (<https://www.copernicus.eu/en/european-drought-observatory>).

Atmosfera: O Serviço de Monitorização da Atmosfera do Copernicus (CAM5) fornece dados e informações contínuos sobre a composição da atmosfera. O serviço descreve a situação atual, prevê a situação à posteriori e analisa coerentemente os registos de dados retrospectivos relativos aos últimos anos, apoiando muitas aplicações em diversos domínios, nomeadamente saúde, monitorização do ambiente, energias renováveis, meteorologia e climatologia. Os serviços incidem sobre cinco domínios principais: Qualidade do ar e composição da atmosfera; Camada de ozono e radiação ultravioleta; Emissões e fluxos de superfície; Radiação solar; Forçagem climática (<https://www.copernicus.eu/en/copernicus-services/atmosphere>).

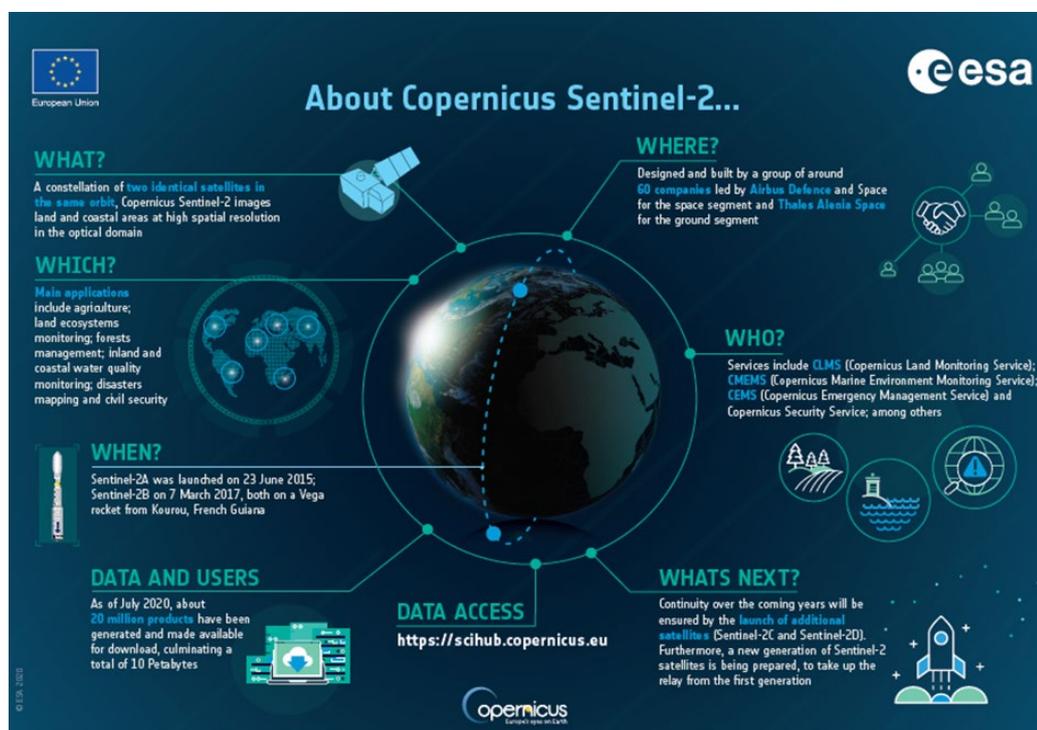


Figura 5.34 – Diagrama funcional do Copernicus Sentinel2

(<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/news/-/article/copernicus-sentinels-help-monitor-ship-traffic>, 10/01/2021)

Sistema global de informações:

- Sistema Global de Sensibilização para as Inundações (GloFAS) (Global Flood Awareness System (GloFAS) - <https://www.globalfloods.eu/>);
- Sistema Global de Informação sobre Incêndios (GWIS) (Global Wildfire Information System (GWIS) - <https://gwis.jrc.ec.europa.eu/>);
- Observatório Mundial da Seca (GDO) (Global Drought Observatory - <https://edo.jrc.ec.europa.eu/gdo/php/index.php?id=2001>).

Planos:

Os Planos de Emergência de Proteção Civil são documentos nos quais as autoridades de Proteção Civil, nos seus diversos níveis, definem as orientações relativamente ao modo de atuação dos vários organismos, serviços e estruturas. Estas orientações pela natureza são imprescindíveis numa resposta à reposição da normalidade, de forma a minimizar os efeitos de um acidente grave ou catástrofe sobre as vidas, a economia, o património e o ambiente. Este plano permite organizar, orientar, facilitar, agilizar e uniformizar as ações necessárias à resposta. Permite, igualmente, antecipar os cenários suscetíveis de desencadear um acidente grave ou catástrofe, definindo a estrutura organizacional e os procedimentos para preparação e aumento da capacidade de resposta à emergência (<http://planos.proci.pt/Pages/PlanosEmergencia.aspx>, 19/10/2020).

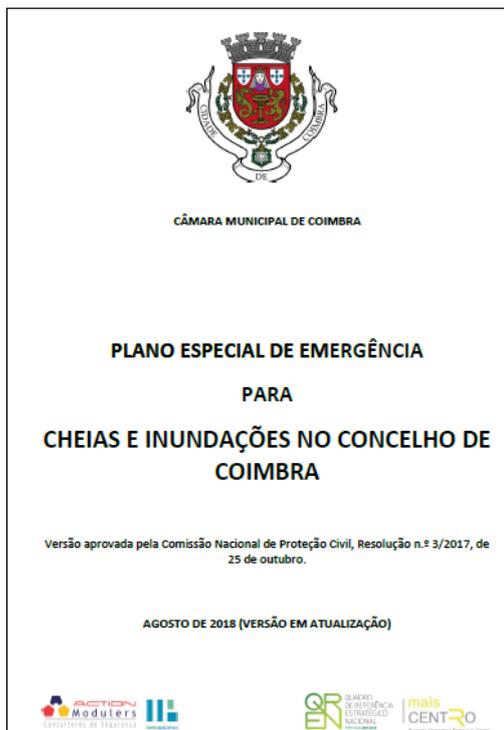


Figura 5.35 – Capa Plano Especial de Emergência para o Risco de Cheias e Inundações



Figura 5.36 – Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios

O Município de Coimbra possui um conjunto de instrumentos que integram o sistema municipal de proteção civil, a saber:

- Plano Diretor Municipal (que nos seus estudos de caracterização identificam as áreas de risco, como por ex. inundáveis e as de suscetibilidade em movimentos de massa);
- Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil de Coimbra;
- Plano Especial de Emergência para o Risco de Cheias e Inundações (PEECI);
- Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios de Coimbra (PMDFCIC);
- Plano Operacional Municipal (POM) 2017 (que faz parte do Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios);
- Estratégia Municipal de Saúde.

Outros planos:

- Plano Distrital de Emergência e Proteção Civil de Coimbra;
- Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PNDFCI);
- Plano de Gestão de Risco de Inundação RH4 – Mondego, Vouga e Liz;
- Plano Intermunicipal de Gestão de Riscos da Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra (PIGR-RC);
- Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas da CIM Região de Coimbra.

5.8. Conclusão

Num quadro de alterações climáticas, e apesar da existência de alguma incerteza associada, a probabilidade de ocorrerem eventos meteorológicos adversos é muito grande, nomeadamente precipitação intensa, secas prolongadas, vagas de calor, ventos fortes e ciclónicos.

Os dados disponíveis para Coimbra, sobre o número de ocorrências resultantes da meteorologia adversa, como precipitação intensa, tempestades e ventos fortes, e temperatura alta, revelam uma elevada frequência.

Destes eventos resultaram elevados custos, pelos prejuízos causados e pelos meios operacionais da proteção civil e dos serviços municipais mobilizados. Esta situação tenderá a agravar-se ao longo do século de acordo com os cenários estabelecidos para Coimbra.

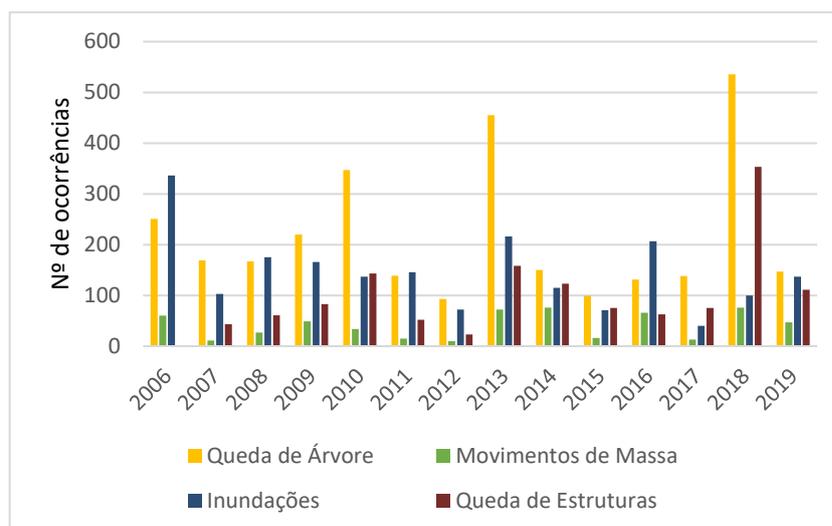


Figura 5.37 – Meteorologia adversa. Ocorrências registadas em Coimbra no período de 2006 a 2019

Assim, considera-se necessário tornar o território municipal e a sociedade mais resilientes aos riscos climáticos, adequar as políticas municipais a esta nova realidade e preparar os serviços municipais para uma resposta articulada e eficaz, de forma a minimizar os impactos negativos sobre os sistemas humanos, ambientais e urbanos, através das seguintes ações:

- Promover reuniões regulares entre os diferentes atores, para melhor conhecimento das funções e das responsabilidades de cada um, em emergência, e dos planos de emergência;
- Solicitar à APA a implementação de um Sistema de Vigilância e Alerta de Recursos Hídricos (SVARH) competente, com uma rede de Estações Hidrométricas, que faça cobertura total da Bacia Hidrográfica do Mondego;
- Melhorar a articulação a nível de informação entre CMC e entidades externas;
- Rever o Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil de Coimbra, do Plano Especial de Emergência para o Risco de Cheias e Inundações (PEECI) e do Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios de Coimbra (PMDFCIC), tendo em consideração os cenários climáticos estabelecidos para Coimbra até ao final do século;
- Dotar as CBSM e o SMPC de meios humanos para tratamento da informação de natureza meteorológica e de meios informáticos para acesso direto ao Copernicus “European Union’s Earth Observation Programme” (<https://www.copernicus.eu/en/copernicus-services>);
- Criar uma plataforma municipal para o registo das ocorrências das catástrofes naturais e dos impactos sociais e económicos bem como das perdas no património municipal;
- Implementar um sistema de gestão da água, numa perspetiva de poupança e de usos múltiplos, associada à transformação/conversão de Parques e Jardins, para plantas mais resilientes à secura;
- Alterar a natureza/estrutura do mobiliário urbano e da sinalética, e a tipologia do património arbóreo de forma a tornarem-se mais resistentes aos ventos fortes;
- Reflorestar, com espécies de plantas mais resistentes ao fogo, nos espaços de gestão municipal e nos terrenos baldios, em articulação com as comissões de compartes;
- Atualizar a carta de risco no que concerne aos deslizamentos de vertentes ou movimentos de massa, evitando, desta forma, a ocupação de espaços de elevado risco;
- Elaborar o Plano Municipal de Adaptação às Temperaturas Extremas, Ondas de Calor e de Frio;
- Implementar um plano de intervenção nos edifícios municipais, com vista a torná-los energeticamente eficientes e resistentes aos fenómenos de meteorologia adversa;
- Aumentar os meios e o nível de informação ao município.

CAPÍTULO 6 | ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO

6.1. Introdução

Nos Capítulos 4 e 5 procedeu-se à projeção da cenarização climática até 2100, para os cenários CRP4.5 e CRP8.5, e à avaliação dos principais impactos, vulnerabilidades e riscos climáticos atuais e futuros identificados para o Município de Coimbra.

Num quadro de alterações climáticas, em que as projeções para o Município de Coimbra apontam para um agravamento da severidade de eventos meteorológicos extremos (temperaturas elevadas, secas, redução da precipitação, tempestades e ventos fortes), os impactos negativos afetarão a vida quotidiana causando prejuízos no património do estado, das autarquias e dos particulares.

O presente Capítulo apresenta um conjunto de opções de mitigação e adaptação aos impactos, vulnerabilidades e riscos climáticos, cujo objetivo é tornar o Município de Coimbra mais resiliente às alterações climáticas, tendo-se realizado para o efeito:

- No dia 2 de setembro de 2020 - reunião da Equipa de Projeto para inventariar os projetos municipais, em curso ou programados, que se enquadram na estratégia de mitigação/adaptação às alterações climáticas;
- No dia 18 de fevereiro de 2021 - reunião de trabalho, presidida pelo Sr. Presidente da CMC, Dr. Manuel Machado, coadjuvado pelo Sr. Vice-presidente, Dr. Carlos Cidade, onde estiveram chefias e técnicos das seguintes unidades orgânicas: Departamento de Planeamento e Estudos Estratégicos; Departamento de Espaço Público, Mobilidade e Trânsito; Departamento de Edifícios e Equipamentos Municipais; Departamento de Desenvolvimento Social, Saúde e Ambiente; Departamento de Educação, Desporto e Juventude, Serviço Municipal de Proteção Civil; Companhia Municipal de Bombeiros Sapadores; Serviços Municipalizados de Transportes Urbanos de Coimbra; Águas de Coimbra. Na referida reunião foi apresentado o trabalho já realizado e foram definidos os critérios para identificação, classificação e priorização das medidas a implementar.
- No dia 22 de fevereiro - apresentação dos trabalhos já desenvolvidos, na Reunião do Executivo Municipal.
- No dia 15 de julho - reunião da Equipa de Projeto para análise dos contributos da sociedade e das suas organizações enviados ao Município durante o processo de consulta pública.

Complementarmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica de boas práticas, de medidas e de estratégias de combate às alterações climáticas implementadas em municípios portugueses e cidades estrangeiras.



Figura 6.1 – Reunião realizada em 18 de fevereiro de 2021, no Salão Nobre dos Paços do Concelho, sobre o PMAC

6.2. Metodologia

O Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC) define adaptação como *“O processo de adaptação ao clima real ou esperado e os seus efeitos. Nos sistemas humanos, a adaptação visa moderar ou evitar danos ou explorar oportunidades benéficas. Em alguns sistemas naturais, a intervenção humana pode facilitar a adaptação ao clima esperado e aos seus efeitos”*. E a mitigação como a *“intervenção humana através de estratégias, opções ou medidas para reduzir a fonte ou aumentar os sumidouros de gases com efeitos de estufa, responsáveis pelas alterações climáticas”*.

A resposta municipal às alterações climáticas passa pela implementação integrada de medidas de mitigação e de adaptação. O desenvolvimento das estratégias e a avaliação de opções de mitigação e de adaptação deverão ter em atenção os diferentes setores identificados pelo Município:

- Agricultura;
- Biodiversidade;
- Economia;
- Energia;
- Florestas;
- Saúde;
- Segurança de Pessoas e Bens;
- Transportes e Comunicações;
- Recursos Hídricos;

- Educação para a Cidadania Ambiental;
- Outros (Ordenamento do Território, Gestão de Resíduos, etc.).

As opções de adaptação passíveis de integrar o PMAC de Coimbra foram caracterizadas, de acordo com o manual para a 'Avaliação de Opções de Adaptação', do projeto ClimAdaPT.Local, através dos critérios que abaixo se referem:

A - Tipo de ação/opção

As opções de mitigação/adaptação foram descritas de acordo com o tipo de ações que promovem, nomeadamente:

- **Infraestruturas 'cinzentas'** - *Correspondem a intervenções físicas ou de engenharia com o objetivo de tornar edifícios e outras infraestruturas mais bem preparados para lidar com eventos extremos. Este tipo de opções foca-se no impacto direto das alterações climáticas sobre as infraestruturas (por exemplo, temperatura, inundações, subida do nível médio do mar) e têm normalmente como objetivos o 'controlo' da ameaça (por exemplo, diques, barragens) ou a prevenção dos seus efeitos (por exemplo, ao nível da irrigação ou do ar condicionado);*
- **Infraestruturas 'verdes'** - *Contribuem para o aumento da resiliência dos ecossistemas e para objetivos como o de reverter a perda de biodiversidade, a degradação de ecossistemas e o restabelecimento dos ciclos da água. Utilizam as funções e os serviços dos ecossistemas para alcançar soluções de adaptação mais facilmente implementáveis e de melhor custo-eficácia que as infraestruturas 'cinzentas'. Podem passar, por exemplo, pela utilização do efeito de arrefecimento gerado por árvores e outras plantas, em áreas densamente habitadas; pela preservação da biodiversidade como forma de melhorar a prevenção contra eventos extremos (por exemplo, tempestades ou fogos florestais), pragas e espécies invasoras; pela gestão integrada de áreas húmidas; e, pelo melhoramento da capacidade de infiltração e retenção da água;*
- **Infraestruturas "azuis"** – *Este conceito é apresentado como sendo os fluxos de água que fornecem múltiplas funções e serviços ambientais. Pelo que se consideram que os rios, canais e zonas húmidas são os principais componentes das áreas azuis num ecossistema urbano.*
- **Opções 'não estruturais' (ou 'soft')** - *Correspondem ao desenho e implementação de políticas, estratégias e processos. Podem incluir, por exemplo, a integração da adaptação no planeamento territorial e urbano, a disseminação de informação, incentivos económicos à redução de vulnerabilidades e a sensibilização para a adaptação (e contra a má-adaptação). Requerem uma cuidadosa gestão dos sistemas humanos subjacentes e podem incluir, entre outros: instrumentos económicos (como mercados ambientais), investigação e desenvolvimento (por exemplo, no domínio das tecnologias), e a criação de quadros institucionais (regulação e/ou guias) e de estruturas sociais (por exemplo, parcerias) apropriadas.*

Recentemente, em algumas cidades, foi avaliada a integração das Infraestruturas Azuis (IA) com as Infraestruturas Verdes (V), que deu origem resulto às chamadas Infraestruturas Azuis e Verdes (IAV). Doravante, no presente trabalho, será utilizado o termo IAV.

B- Âmbito

As opções de mitigação/adaptação identificadas como sendo relevantes para posterior avaliação foram caracterizadas de acordo com o seu âmbito e objetivos gerais, a saber:

- melhorar a capacidade adaptativa do município: inclui desenvolver a sua capacidade institucional, de forma a permitir uma resposta integrada e eficaz às alterações climáticas. Isto pode significar, por exemplo, a compilação da informação necessária e

a criação das condições fundamentais (de cariz regulatório, institucional e de gestão) para levar a cabo ações de adaptação.

Alguns exemplos de ações que melhoram a capacidade adaptativa incluem:

- Recolha e partilha de informação (investigação, monitorização e divulgação de dados e registos do município, promoção da sensibilização através de iniciativas de educação e formação);
 - Criação de um quadro institucional favorável (normas e regulamentos, legislação, guias de melhores práticas, sistemas de controlo interno, desenvolvimento de políticas, planos e estratégias apropriadas);
 - Criação de estruturas sociais favoráveis (mudanças nos sistemas de organização municipal, formação de recursos humanos especializados, parcerias e promoção da participação pública).
- diminuir as vulnerabilidades e/ou aproveitar oportunidades: implica desenvolver ações concretas que reduzam a sensibilidade e/ou exposição do município ao clima (atual ou projetado) e que permitam aproveitar oportunidades que surjam ou possam vir a surgir. Este tipo de opções pode variar desde soluções simples de baixo custo ('low-tech') até infraestruturas de grande envergadura, sendo fundamental considerar o motivo, a prioridade e a viabilidade das ações a implementar.

Alguns exemplos deste tipo de ações de adaptação incluem:

- Aceitar os impactos e incorporar as perdas resultantes dos riscos climáticos, como por exemplo aceitando que certos sistemas, comportamentos e atividades deixarão de ser sustentáveis num clima diferente;
- Compensar os danos através da partilha (ou distribuição) dos riscos e perdas (por exemplo, por via de seguros);
- Evitar ou diminuir a exposição aos riscos climáticos (por exemplo, através da construção de novas defesas contra inundações e outros eventos extremos, relocando comunidades e atividades associadas ou alterando-as);
- Explorar novas oportunidades (como sejam mudar de atividade ou, mesmo, alterar práticas e/ou produtos de forma a tirar proveito de alterações nas condições climáticas).

6.3. Identificação e classificação das opções de adaptação

O Programa Municipal para as Alterações Climáticas tem como visão definir o caminho estratégico do Município de Coimbra, ao integrar-se no roteiro para a transição climática e ao tornar-se mais resiliente às alterações climáticas.

A concretização da visão estratégica deverá ser alcançada por via de quatro objetivos fundamentais:

- implementar medidas de mitigação e de adaptação às alterações climáticas;
- aumentar a capacidade adaptativa e de resposta aos eventos climáticos extremos;
- melhorar o nível de informação à comunidade na resposta aos eventos climáticos extremos;
- reforçar a governança, com o envolvimento da sociedade na política municipal de combate às alterações climáticas.

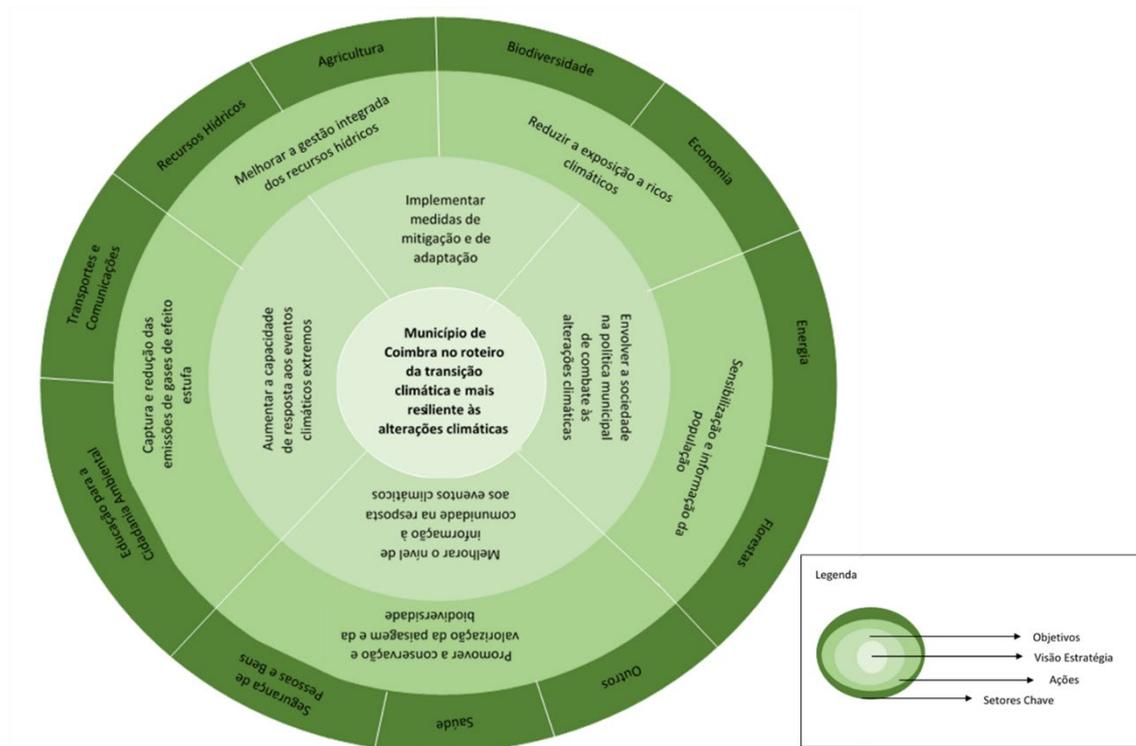


Figura 6.2 – Visão estratégica do Município de Coimbra, objetivos e ações para o combate às alterações climáticas

O processo de identificação e caracterização de potenciais opções de mitigação e adaptação, que permitam ao município responder aos impactos, vulnerabilidades e riscos climáticos identificados nas análises efetuadas nos Capítulos anteriores, resultam das reuniões da Equipa de Projeto, realizadas em 2 de setembro de 2020, em 18 de fevereiro e 16 de julho de 2021, e do processo de consulta pública. Assim, foram identificadas 92 medidas de mitigação e adaptação, integradas em 5 grandes ações estratégicas, a saber:

- Capturar e reduzir as emissões de GEE;
- Reduzir a exposição a riscos climáticos;
- Promover a conservação e valorização da paisagem e da biodiversidade;
- Melhorar a gestão integrada dos recursos hídricos;
- Sensibilizar e informar da população.

Refira-se, também, que nos últimos anos o Município de Coimbra realizou e/ou tem em curso um conjunto de intervenções que se enquadram com a estratégia de combate às alterações climáticas, por via da mitigação e/ou adaptação, como a obra de desassoreamento da albufeira do Açude Ponte de Coimbra, que permite mitigar o efeito das cheias aumentando a capacidade de encaixe da albufeira em situação de cheias, a introdução de autocarros elétricos, que para além de contribuírem para a mobilidade sustentável, reduzem as emissões GEE e promovem a descarbonização dos transportes públicos, que em conjunto com a concretização da construção dos troços urbano e suburbano do Metrobus do Mondego, do Sistema de Mobilidade do Mondego, e a melhoria da eficiência energética dos edifícios, ao qual se juntam outros projetos, colocam Coimbra no bom caminho da transição climática.

Quadro 6.1 - Projetos a decorrer ou previstos no âmbito do Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano de Coimbra (PEDU de Coimbra), com impactos positivos na redução das emissões gases de efeito estufa

Projeto	Breve Descrição	Objetivos	Metas
1ª Fase do PEDU			
Ciclovia de Coimbra – Coimbra B / Vale das Flores / Portela	1ª fase da rede ciclável de Coimbra. Inicia-se junto da estação ferroviária de Coimbra B e do futuro interface de Coimbra-Norte e segue em canal próprio ao longo da Av. Marginal até à Ponte-açude (troço Coimbra B).	Construir 14,5 km de ciclovia	Reduzir as emissões de GEE em 1951,3 t/CO ₂ (em 2023)
Postos de estacionamento de bicicletas	Rede de Postos de Estacionamento, com a integração de lógicas multimodais do tipo Bicicleta/Transporte Público ou Bicicleta/Transporte Público/Pedonal		Redução de emissão de gases com efeito de estufa em 431,2 t/ CO ₂ (em 2023)
Caminhos pedonais Cruz de Celas-Baixa, Arregaça e Loios	"Caminhos Pedonais Cruz de Celas -Baixa / Arregaça e Lóios"	Construir 3,5 km de vias dedicadas a mobilidade suave	Reduzir as emissões de GEE em 25,3 t/CO ₂ (em 2023)
Caminhos pedonais St. Clara/Calçada de S.ta Isabel	Requalificação da Calçada de Santa Isabel, situada em Santa Clara, junto ao Mosteiro de Santa Clara-a-Nova.	Construir 0,48 km de vias dedicadas a mobilidade suave	Reduzir as emissões de GEE em 3,86 t/CO ₂ (em 2023)
Interface intermodal Coimbra Norte - 1ª fase	"Interface Intermodal Coimbra Norte -1ª Fase da melhoria da rede de interfaces dos transportes públicos coletivos de passageiros em meio urbano, incluindo intervenções em estacionamento		Reduzir as emissões de GEE em 4916,1 t/CO ₂ (em 2023)
Informação em Tempo Real	Sistema que disponibilize informação ao público, relativa à oferta de transporte público, correta, fiável e em tempo real.		Reduzir a emissão de GEE em 731,4 t/CO ₂ (em 2023)
Integração tarifária	Integração tarifária num sistema multimodal de transportes públicos de passageiros. Melhoria e adaptação do sistema de Bilhética "Coimbra conVIDA", do Município de Coimbra, tornando-o no sistema multimodal para o Concelho de Coimbra e com características que possibilitem no futuro a compatibilidade com o sistema multimodal da Comunidade Intermunicipal - Região de Coimbra.		Reduzir a emissão de GEE em 731,4 t/CO ₂ (em 2023)
2ª Fase do PEDU			
Circular na Alta	Projeto-piloto que contribuirá para a melhoria da mobilidade suave e acessibilidade pedonal nesta área e que terá, também, repercussões na melhoria da qualidade do ar. Prevê-se o condicionamento do acesso viário à Alta de Coimbra, através da consolidação do sistema de restrição e redução da circulação automóvel na zona de acesso condicionado.		Redução de emissão de GEE em 263,0 t/CO ₂ (em 2023)
Gestão de Tráfego	Esta ação visa dotar a cidade de Coimbra de soluções relacionadas com a gestão inteligente do tráfego.		Redução de emissão de GEE em 1421,2 t/CO ₂ (em 2023)
Mobilidade digital	Esta ação, em próxima articulação com a gestão inteligente do tráfego, visa dotar Coimbra de um conjunto de dispositivos que visam prestar informação aos utentes em tempo real		Redução de emissão de GEE em 438 t/CO ₂ (em 2023)

Quadro 6.2 - Caracterização geral das opções de mitigação e adaptação identificadas para o Município de Coimbra

ID	Ações	Medidas	Tipo			Natureza		Âmbito		Sectores-chaves											
			IC	IAV	NE	MIT	ADT	MCA	DV/AO	AGR	BIO	ECO	ENE	FLO	SAÚ	SPB	TC	RH	ECA	Out	
A1	Captura e redução das emissões de gases de efeito estufa	Substituição da frota de autocarros de transportes públicos movidos a energias renováveis (20 miniautocarros e 28 standard até 2025 – Redução de cerca de 2.000 t/CO ₂ Eq/ano)			X	X			X				X					X			
		Favorecer a transferência modal do TI para o TP através da construção de uma rede de interfaces intermodais, extensão da rede de TP, integração tarifária e campanhas de sensibilização (redução de cerca de 180 t/CO ₂ Eq/ano)			X	X			X				X					X			
		Instalar um sistema de cogeração na cobertura dos edifícios da Guarda Inglesa dos SMTUC	X			X			X	X				X					X		
		Renovar a frota ligeira municipal para veículos elétricos, 50% até 2030			X	X				X				X					X		
		Aumentar o número de postos de carregamento elétrico	X			X				X				X					X		
		Dar continuidade ao programa de melhoria do desempenho energético, da climatização e do conforto térmico nos edifícios municipais, parque habitacional e escolas	X			X	X		X					X		X					
		Implementar sistemas de utilização de energia renovável nos edifícios municipais, bairros sociais e escolas de ensino básico	X			X					X			X	X						

ID	Ações	Medidas	Tipo			Natureza		Âmbito		Sectores-chaves										
			IC	IAV	NE	MIT	ADT	MCA	DV/AO	AGR	BIO	ECO	ENE	FLO	SAÚ	SPB	TC	RH	ECA	Out
		Criar um programa de apoio às instituições de apoio aos idosos e cidadãos desfavorecidos e/ou portadores de deficiência, ao associativismo cultural e desportivo, para intervenções de melhorias no desempenho energético e conforto térmico dos seus edifícios			X		X		X				X		X					
		Continuar a alteração do sistema de iluminação pública para lâmpadas de baixo consumo - 100% de cobertura em 2030, e implementar um sistema de telegestão iluminação LED para a adaptação da intensidade das luminárias em função das horas do dia, da presença de tráfego ou peões	X				X		X				X							
		Dar continuidade ao projeto “Cidade Sustentável – Autoconsumo Fotovoltaico”			X	X			X				X							
		Integrar nos instrumentos de gestão do território e nos regulamentos medidas de sustentabilidade energética dos edifícios			X				X				X							
		Dar continuidade à criação de zonas na cidade de emissão reduzida de GEE	X			X		X					X							X
		Aumentar a utilização da rede pedonal e clicável, ampliando a rede existente, melhorando o seu nível de conforto e instalando meios mecânicos para vencer desníveis acentuados	X			X			X						X		X			
		Aumentar o número de estacionamento para bicicletas, incluindo nos estabelecimentos escolares	X			X			X								X			

ID	Ações	Medidas	Tipo			Natureza		Âmbito		Sectores-chaves										
			IC	IAV	NE	MIT	ADT	MCA	DV/AO	AGR	BIO	ECO	ENE	FLO	SAÚ	SPB	TC	RH	ECA	Out
		Elaborar o “Regulamento municipal de apoio ao incentivo para aquisição de bicicletas”			X	X			X								X			
		Implementar um sistema de oferta de bicicletas partilhadas – bicicletas ecológicas	X			X			X								X			
		Dar continuidade ao Plano Municipal de Arborização		X		X			X	X										
		Aumentar em 30% as áreas verdes urbanas, relativamente ao existente em 2020, recorrendo a espécies autóctones. Reforçar a qualidade dos espaços verdes, provendo a biodiversidade e a permeabilidade dos solos		X		X			X	X					X					
		Promover a economia circular, assegurando uma maior eficiência na utilização dos diferentes recursos naturais e promovendo a redução e valorização dos resíduos sólidos urbanos			X	X	X		X		X							X	X	
		Aderir ao Programa Municípios Zero Resíduos			X	X		X												X
		Implementar a gestão eletrónica de recolha do lixo - Criação de um sistema de gestão inteligente de resíduos sólidos, com monitorização da recolha e otimização dos circuitos de recolha e consequentemente dos recursos humanos e materiais (plataforma tecnológica que integre a frota, georreferenciação dos contentores e sensores de enchimento)	X			X			X											X

ID	Ações	Medidas	Tipo			Natureza		Âmbito		Sectores-chaves										
			IC	IAV	NE	MIT	ADT	MCA	DV/AO	AGR	BIO	ECO	ENE	FLO	SAÚ	SPB	TC	RH	ECA	Out
		Implementar a compostagem doméstica de resíduos orgânicos e verdes	X			X			X											X
		Implementar o sistema de recolha de bio resíduos	X			X			X											X
		Rever o Regulamento de Recolha e Transporte de Resíduos Urbanos e de Limpeza e Higiene Públicas do Município de Coimbra e prever a criação de incentivos à redução de resíduos sólidos (imposição de cotas per capita e de custos associados ao excesso de produção de resíduos)				X	X		X											
		Aderir ao Pacto dos Autarcas				X	X		X			X								
		Criar a Agência de Energia de Coimbra, com abrangência intermunicipal, com vista a promover a inovação e o exercício de boas práticas por parte dos agentes do mercado e dos cidadãos em geral, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da região de Coimbra, através da utilização inteligente da energia e da sua interface com o ambiente				X	X		X			X								
		Criar o Plano de Mobilidade Urbana Sustentável				X	X		X			X					X			

ID	Ações	Medidas	Tipo			Natureza		Âmbito		Sectores-chaves										
			IC	IAV	NE	MIT	ADT	MCA	DV/AO	AGR	BIO	ECO	ENE	FLO	SAÚ	SPB	TC	RH	ECA	Out
		Recuperar as zonas verdes integradas em logradouros da cidade, através da celebração de protocolos com associações de proprietários, com incentivos e apoios técnicos dado pelo Município		X		X	X	X	X		X									X
		Aumentar a capacidade de resistência aos eventos meteorológicos extremos das infraestruturas de trânsito, mobiliário urbano, sistemas de comunicação, geração e transporte de energia	X				X	X											X	
		Aumentar a capacidade de resistência/resiliência dos edifícios municipais (novas construções ou reabilitação) aos eventos meteorológicos extremos	X				X	X											X	
		Promover a prevenção de incêndios, nomeadamente através da análise e modelação/simulação do risco de incêndios florestais			X		X		X				X						X	
		Aumentar a capacidade de resposta à ocorrência dos incêndios florestais e rurais e inundações através do aumento dos meios operacionais (terrestres e aquáticos), pontos de água, sistemas de vigilância e televigilância, entre outros			X		X	X	X				X						X	
		Desenvolver, em articulação com as entidades competentes (ICNF), um plano de ordenamento florestal para o território de Coimbra			X		X		X		X		X							X

ID	Ações	Medidas	Tipo			Natureza		Âmbito		Sectores-chaves										
			IC	IAV	NE	MIT	ADT	MCA	DV/AO	AGR	BIO	ECO	ENE	FLO	SAÚ	SPB	TC	RH	ECA	Out
		Reflorestar, com espécies de plantas mais resistentes ao fogo (autóctones), os espaços de gestão municipal e os terrenos baldios, em articulação com as Comissões de Compartes e Juntas de Freguesia		X		X	X	X	X		X			X		X				X
		Criar um prémio de boas práticas florestais (melhor projeto florestal)			X		X		X				X					X		
		Modelar hidrologicamente as sub-bacias hidrográficas do território de Coimbra, para determinação do risco de cheias, inundações, e áreas alagáveis			X	X			X	X							X		X	
		Integrar a variável das alterações climáticas nas componentes de planeamento, dimensionamento, gestão, operação e manutenção da rede de drenagem pluvial	X			X	X		X								X		X	
		Melhorar as condições de escoamento das águas pluviais em zonas críticas de cheia (coletores e bacias de retenção)	X			X	X	X	X								X		X	
		Identificar e cartografar os efeitos das ilhas de calor no território			X		X	X							X					X
		Elaborar a cartografia de risco para as temperaturas extremas (ondas de calor e de frio), com identificação da população vulnerável			X		X	X	X						X	X				
		Implementar um sistema de alerta e um plano de contingência de proteção à população vulnerável, em situações de temperaturas extremas e elevada radiação solar			X		X	X	X						X	X				

ID	Ações	Medidas	Tipo			Natureza		Âmbito		Sectores-chaves										
			IC	IAV	NE	MIT	ADT	MCA	DV/AO	AGR	BIO	ECO	ENE	FLO	SAÚ	SPB	TC	RH	ECA	Out
		Integrar a componente das alterações climáticas na Estratégia Municipal de Saúde			X		X		X						X					
		Desenvolver e implementar a "Plataforma Municipal para os Riscos e Catástrofes" - Base de dados para registo das catástrofes naturais, tecnológicas, químicas e biológicas (identificação; duração; meios mobilizados; impactos humanos, sociais, económicos/financeiros e ambientais)			X	X	X		X							X				X
		Atualizar, com a integração da componente das alterações climáticas no Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil de Coimbra; Plano Especial de Emergência para o Risco de Cheias e Inundações (PEECI); Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios de Coimbra (PMDFCIC)			X	X	X		X				X		X		X			X
		Elaborar o Plano de Gestão dos Riscos Naturais, Mistos e Tecnológicos			X	X	X	X								X				X
		Dotar a CBSM e o SMPC de meios necessários informáticos e tecnológicos para o tratamento de informação de natureza meteorológica para acesso direto ao Copernicus "European Union's Earth Observation Programme" e a outras bases de dados de organizações internacionais.			X		X		X							X				

ID	Ações	Medidas	Tipo			Natureza		Âmbito		Sectores-chaves										
			IC	IAV	NE	MIT	ADT	MCA	DV/AO	AGR	BIO	ECO	ENE	FLO	SAÚ	SPB	TC	RH	ECA	Out
		Melhorar a articulação e o nível de informação entre as diferentes entidades com responsabilidades de proteção civil (CMC, JF, CDOS, APA, ICNF, CRSS, ARSC, Bombeiros, Forças de Segurança, etc.)			X		X		X							X				X
		Melhorar, em articulação com a APA, o Sistema de Vigilância e Alerta dos Recursos Hídricos (SAVRH), para a rede hidrográfica principal e secundária, e a gestão dos caudais de ponta de cheia do rio Mondego			X		X		X							X		X		X
		Implementar, à escala local, uma rede de monitorização da qualidade do ar, dos UV, dos meteoros, com recurso a dataloggers	X				X		X	X						X	X			
		Reforçar a sinalética competente para as situações de ocorrência de nevoeiro nos vales do Mondego, Ceira e Fornos.	X			X	X									X				
		Elaborar uma nova carta de risco e de suscetibilidade dos deslizamentos de vertentes ou movimentos de massa			X	X	X		X							X				X
		Articular as ações municipais de combate aos períodos de seca com a futura Estratégia Intermunicipal de Combate à Seca (PIAAC, CIM-RC)			X		X		X	X			X		X		X			X
		Reforçar, com as autoridades de saúde, a vigilância dos insetos que transportam doenças como o dengue, a malária e o vírus Zika e dos focos potenciais de outras doenças			X		X		X						X	X				
		Articular com a CIM-RC a criação de sistemas intersectoriais de vigilância epidemiológica (PIAAC, CIM-RC)			X		X		X						X	X				

ID	Ações	Medidas	Tipo			Natureza		Âmbito		Sectores-chaves											
			IC	IAV	NE	MIT	ADT	MCA	DV/AO	AGR	BIO	ECO	ENE	FLO	SAÚ	SPB	TC	RH	ECA	Out	
A3	Promover a conservação e valorização da paisagem e da biodiversidade	Preservar e promover os parques, os jardins e as matas de Coimbra, enquanto refúgio da população em situações extremas de calor		X		X	X		X		X				X				X		
		Preservar a variabilidade e o património genético da flora e fauna autóctone		X			X		X		X			X							
		Promover o controlo e a erradicação das espécies exóticas de cariz invasora		X		X			X		X			X							
		Avaliar a condição fitossanitária do património arbóreo Municipal		X		X	X		X		X					X					
		Promover as práticas tradicionais de agricultura e de conservação do solo e a agroecologia		X			X		X	X		X									
		Alargar a área das hortas urbanas, elaborar um regulamento para a sua criação distribuição, e implementar a “horta da minha escola”		X			X		X	X	X	X								X	X
		Incentivar o consumo de produtos agrícolas de produção local				X	X		X			X									
		Desenvolver, em articulação com a DRAPc e associações representantes dos agricultores, medidas de combate às pragas (ex: Bactéria Xylella Fastidiosa, vespa asiática, nemátodo da madeira, lagarta-do-pinheiro)				X	X		X	X					X						
		Elaborar, um manual de boas práticas agro-florestal e de proteção ao solo em colaboração com os organismos representantes do setor				X	X		X						X						
Valorizar ecologicamente os vales fluviais dos rios de Ceira e Fornos e das ribeiras de Coselhas, Cernache, Eiras e Cernache	X				X		X		X								X		X		

ID	Ações	Medidas	Tipo			Natureza		Âmbito		Sectores-chaves											
			IC	IAV	NE	MIT	ADT	MCA	DV/AO	AGR	BIO	ECO	ENE	FLO	SAÚ	SPB	TC	RH	ECA	Out	
		Implementar parcerias com a UC e IPC no estudo da ecologia urbana, os serviços de ecossistemas em contexto urbano conceito e a identificação de medidas/ações baseadas no conceito “Nature-based solutions”			X			X			X							X		X	
A4	Melhorar a gestão integrada dos recursos hídricos	Transformar/convertir o coberto vegetal dos Parques e Jardins, para plantas mais resistentes/resilientes à seca		X			X		X		X							X			
		Implementar sistemas produtivos menos exigentes em água e composto orgânico		X			X		X	X				X				X			
		Melhorar a eficácia da gestão da água e a redução das perdas: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Alargar o sistema de telemetria a todo o município até 2026 (cerca de +75000 clientes); ➤ Reabilitar as condutas e ramais de água; ➤ Melhorar a gestão de pressões, complementado com um sistema de gestão em função da procura 	X				X		X									X		X	
		Promover a eficiência do uso da água pelos clientes através da disponibilização de uma APP para consulta dos consumos	X				X		X										X		
		Implementar medidas regulamentares de proteção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos (aquíferos)			X														X		
		Aproveitar as águas pluviais e residuais tratadas para usos não potáveis	X				X		X										X		

ID	Ações	Medidas	Tipo			Natureza		Âmbito		Sectores-chaves											
			IC	IAV	NE	MIT	ADT	MCA	DV/AO	AGR	BIO	ECO	ENE	FLO	SAÚ	SPB	TC	RH	ECA	Out	
		Criar um plano de ação de limpeza, desobstrução, desassoreamento e reposição de margens, diques e motas das linhas de água, acautelando o melhoramento das condições de escoamento em zonas críticas de cheia	X			X	X		X								X	X			
		Implementar, em articulação com a APA, um plano de manutenção, por períodos de 10 anos, do desassoreamento da albufeira do Açude Ponte de Coimbra	X			X	X		X								X	X			
A5	Sensibilização e informação da população	Criar o Conselho Municipal de Acompanhamento do PMAC			X	X	X		X										X		
		Criar o “Prémio Jovem para a Sustentabilidade”			X	X	X		X										X		
		Criar um prémio anual, para reconhecer empresas, organizações da sociedade civil e outras instituições ou atores do setor público e privado que se destaquem na promoção do desenvolvimento sustentável			X	X	X		X											X	
		Elaborar o Plano Municipal de Educação e sensibilização ambiental, dirigido à comunidade escolar, à população e suas organizações, integrando a componente das alterações climáticas, e aspetos como o ciclo urbano da água, biodiversidade, gestão de resíduos, mobilidade sustentável, serviços de ecossistemas, etc.			X	X	X		X											X	

ID	Ações	Medidas	Tipo			Natureza		Âmbito		Sectores-chaves										
			IC	IAV	NE	MIT	ADT	MCA	DV/AO	AGR	BIO	ECO	ENE	FLO	SAÚ	SPB	TC	RH	ECA	Out
		Implementar um sistema de informação meteorológica online (site da CMC e paragens dos autocarros), a partir de dados fornecidos pelo IGUC, ESAC, CIM-RC e IPMA	X				X	X								X				
		Implementar a plataforma “A nossa pegada carbónica”			X		X	X										X	X	
		Elaborar um manual de informação à população sobre os procedimentos e as medidas de autoproteção a observar na ocorrência de eventos meteorológicos			X			X								X				
		Criar um serviço especializado em energia para o apoio à adesão e aconselhamento do consumidor final e elaborar manual de orientações técnicas para o aumento da eficiência energética para o edificado (novas construções e reabilitação) de orientações para a população implementar boas práticas e estratégias para a redução do consumo energético e melhoria do conforto térmico			X	X	X	X				X								
		Elaborar manual de orientações técnicas para o aumento da resiliência do edificado aos eventos meteorológicos extremos			X	X	X	X	X			X				X				X
		Promover campanhas de sensibilização para a importância da redução e valorização dos resíduos			X	X	X	X										X	X	

ID	Ações	Medidas	Tipo			Natureza		Âmbito		Setores-chaves										
			IC	IAV	NE	MIT	ADT	MCA	DV/AO	AGR	BIO	ECO	ENE	FLO	SAÚ	SPB	TC	RH	ECA	Out
		Realizar ações de formação, no âmbito da saúde ocupacional, para os funcionários municipais, sobre os procedimentos/comportamentos a ter durante os eventos extremos de temperatura			X										X					
		Elaborar o plano de comunicação e divulgação do PMAC			X	X	X		X							X				
		Promover a divulgação dos avisos e medidas sanitárias emanadas pelo ICNF, DRAPC e DGS			X		X		X	X										
		Promover a ação “Um domingo sem carros”, na qual se prevê que em determinada zona da cidade, uma vez por mês, não poderá haver circulação automóvel			X	X			X								X		X	
		Promover a Candidatura ECOXXI - Municípios sustentáveis			X	X	X	X	X										X	
		Comemorar efemérides com envolvimento da população, como o Dia Mundial da Agricultura, o Dia Mundial da Árvore e da Floresta, o Dia Mundial da Água, o Dia Mundial do Ambiente, o Dia sem carros, etc.			X	X	X		X										X	

Abreviaturas

- **Tipo:** IC - Infraestruturas Cinzentas; IAV - Infraestruturas Azuis e Verdes; NE - Opções Não Estruturais;
- **Natureza:** MIT – Mitigação; ADP - Adaptação;
- **Âmbito:** MCA - Melhorar a Capacidade Adaptativa; DV/AO - Diminuir a Vulnerabilidade e/ou Aproveitar Oportunidades;
- **Setores-chave:** AGR – Agricultura; BIO – Biodiversidade; ECO – Economia; ENE – Energia; FLO – Florestas; SAÚ – Saúde; SPB – Segurança de Pessoas e Bens; TC – Transportes e Comunicações; RH – Recursos Hídricos; ECA – Educação para a Cidadania Ambiental; Outros - ordenamento do território, gestão de resíduos, etc.

CAPÍTULO 7 | PROGRAMA DE AÇÃO

7.1. Implementação e monitorização

Tendo por base a identificação e caracterização das medidas a implementar, realizada no capítulo 6, e para colmatar as vulnerabilidades existentes e previstas face aos modelos desenvolvidos, procedeu-se à avaliação e priorização das opções identificadas estabelecendo os respetivos prazos de implementação, responsáveis pela sua concretização e monitorização, representado no Quadro 7.1, sendo os critérios a aplicar definidos da seguinte forma:

- Opção de mitigação e/ou adaptação - designação da medida a levar a cabo;
- Prioridade - a hierarquização das medidas de mitigação e adaptação municipal encontra-se definida numa escala de 1 a 3. Sendo 1 o valor de prioridade mais alta e o 3 de prioridade mais baixa;
 - 1- Medidas que envolvam a redução ou captura de GEE e/ou que se integrem no roteiro para a transição climática;
 - 2- Medidas que aumentem a resiliência do Município e da comunidade aos eventos climáticos extremos;
 - 3- Todas as outras medidas.
- Escala - indicação do nível que cada medida de mitigação e/ou adaptação ou domínio temático diz respeito:
 - Nível 1: escala de âmbito estratégico, visão de longo prazo;
 - Nível 2: escala de âmbito imaterial, que pode compreender estudos de suporte a planos de ação, de concretização mais complexa;
 - Nível 3: escala de âmbito operacional, de concretização pouco complexa.
- Previsão de Implementação - indicação genérica da data prevista de início da implementação da medida;
- Responsável - identificação da(s) estrutura(s) orgânica(s) municipal e/ou entidade(s) responsável(eis) pela implementação;
- Esforço: avalia a magnitude da intervenção no território, encargos financeiros e o grau de esforço para os serviços municipais e/ou entidade(s):
 - P – Pequeno;
 - M – Médio;
 - G – Grande.
- Monitorização: Prazo previsto para a revisão, após o início do processo de implementação, a realizar pelo serviço(s) responsável(eis), através de um relatório que integre o grau de concretização e justifique desvios, a apresentar ao Vereador do respetivo pelouro

Quadro 7.1 - Implementação e acompanhamento das opções de mitigação e de adaptação para o Município de Coimbra

ID	Medidas	Prioridade	Escala	Previsão de implementação	Responsável	Esforço	Monitorização (previsão)
A1. CAPTURA E REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE CO2							
1	Substituição da frota de autocarros de transportes públicos movidos a energias renováveis (20 miniautocarros e 28 standard até 2025 – Redução de cerca de 2.000 t/CO ₂ Eq/ano)	1	Nível 3	Até 2025	SMTUC	M	5 anos
2	Favorecer a transferência modal do TI para o TP através da construção de uma rede de interfaces intermodais, extensão da rede de TP, integração tarifária e campanhas de sensibilização (redução de cerca de 180 t/CO ₂ Eq/ano)	1	Nível 3	Em execução	SMTUC	M	5 anos
3	Instalar um sistema de cogeração na cobertura dos edifícios da Guarda Inglesa dos SMTUC	1	Nível 3	Até 2025	SMTUC	M	5 anos
4	Renovar a frota ligeira municipal para veículos elétricos, 50% até 2030	1	Nível 3	Até 2030	DF/GGFM	M	5 anos
5	Aumentar o número de postos de carregamento elétrico	1	Nível 1	Até 2025	DMT	M	5 anos
6	Dar continuidade ao programa de melhoria do desempenho energético, da climatização e do conforto térmico nos edifícios municipais, parque habitacional e escolas	1	Nível 1	Até 2030 (100% cobertura)	DEEM	G	5 anos
7	Implementar sistemas de utilização de energia renovável nos edifícios municipais, bairros sociais e escolas de ensino básico	1	Nível 1	Até 2030 (100% cobertura)	DEEM	G	5 anos
8	Criar um programa de apoio às instituições de apoio aos idosos e cidadãos desfavorecidos e/ou portadores de deficiência, ao associativismo cultural e desportivo, para intervenções de melhorias no desempenho energético e conforto térmico dos seus edifícios	3	Nível 2	Até 2025 (renovável)	CMC	M	5 anos
9	Continuar a alteração do sistema de iluminação pública para lâmpadas de baixo consumo - 100% de cobertura em 2030, e implementar um sistema de telegestão iluminação LED para a adaptação da intensidade das luminárias em função das horas do dia, da presença de tráfego ou peões	1	Nível 3	Até 2030 (100% cobertura)	DOAD	M	5 anos
10	Dar continuidade ao projeto “Cidade Sustentável – Autoconsumo Fotovoltaico”	3	Nível 2	Em execução	CMC	P	5 anos

ID	Medidas	Prioridade	Escala	Previsão de implementação	Responsável	Esforço	Monitorização (previsão)
11	Integrar nos instrumentos de gestão do território e nos regulamentos medidas de sustentabilidade energética dos edifícios	3	Nível 1	Novo PDM	DPEE	P	Sem previsão de revisão
12	Dar continuidade à criação de zonas na cidade de emissão reduzida de GEE	2	Nível 1	Em execução	DMT	M	5 anos
13	Aumentar a utilização da rede pedonal e ciclável, ampliando a rede existente, melhorando o seu nível de conforto e instalando meios mecânicos para vencer desníveis acentuados	1	Nível 1	Em execução	DIEP	M	5 anos
14	Aumentar o número de estacionamento para bicicletas, incluindo nos estabelecimentos escolares	1	Nível 3	Até 2025	DMT	M	5 anos
15	Elaborar o “Regulamento municipal de apoio ao incentivo para aquisição de bicicletas”	1	Nível 1	Até 2025	DMT	M	5 anos
16	Implementar um sistema de oferta de bicicletas partilhadas – bicicletas ecológicas	1	Nível 3	Até 2025	DMT	P	5 anos
17	Dar continuidade ao Plano Municipal de Arborização	1	Nível 3	Em execução	DEVJ	P	5 anos
18	Aumentar em 30% as áreas verdes urbanas, relativamente ao existente em 2020, recorrendo a espécies autóctones. Reforçar a qualidades dos espaços verdes, provendo a biodiversidade e a permeabilidade dos solos	1	Nível 1	Até 2030	DEVJ	G	5 anos
19	Promover a economia circular, assegurando uma maior eficiência na utilização dos diferentes recursos naturais e promovendo a redução e valorização dos resíduos sólidos urbanos	1	Nível 1	Até 2023	DSSA	G	5 anos
20	Aderir ao Programa Municípios Zero Resíduos	1	Nível 2	Até 2023	DSA	P	5 anos
21	Implementar a gestão eletrónica de recolha do lixo - Criação de um sistema de gestão inteligente de resíduos sólidos, com monitorização da recolha e otimização dos circuitos de recolha e consequentemente dos recursos humanos e materiais (plataforma tecnológica que integre a frota, georreferenciação dos contentores e sensores de enchimento)	1	Nível 3	Até 2025	DSA	G	5 anos
22	Implementar a compostagem doméstica de resíduos orgânicos e verdes	1	Nível 3	Até 2025	DSA	P	5 anos

ID	Medidas	Prioridade	Escala	Previsão de implementação	Responsável	Esforço	Monitorização (previsão)
23	Implementar o sistema de recolha de bio resíduos	1	Nível 3	1ª fase até 2023	DSA	M	5 anos
24	Rever o Regulamento de Recolha e Transporte de Resíduos Urbanos e de Limpeza e Higiene Públicas do Município de Coimbra e prever a criação de incentivos à redução de resíduos sólidos (imposição de cotas per capita e de custos associados ao excesso de produção de resíduos)	3	Nível 3	Até 2025	DSA	P	5 anos
25	Aderir ao Município ao Pacto dos Autarcas	1	Nível 2	Até 2025	DEPMT	P	5 anos
26	Criar a Agência de Energia de Coimbra, com abrangência intermunicipal, com vista a promover a inovação e o exercício de boas práticas por parte dos agentes do mercado e dos cidadãos em geral, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da região de Coimbra, através da utilização inteligente da energia e da sua interface com o ambiente.	1	Nível 1	Até 2025	DEPMT	G	5 anos
27	Criar o Plano de Mobilidade Urbana Sustentável	1	Nível 1	Até 2025	DMT	G	5 anos
28	Eliminar o uso de plásticos descartáveis nos serviços municipais: garrafas, copos, talheres de plástico e palhinhas que têm um elevado impacto ambiental e podem ser substituídos por alternativas reutilizáveis.	3	Nível 3	Até 2023	CMC	P	5 anos
A2. REDUZIR A EXPOSIÇÃO A RISCOS CLIMÁTICOS							
29	Integrar nos instrumentos de gestão do território e nos regulamentos medidas de mitigação e de adaptação às alterações climáticas, nomeadamente: <ul style="list-style-type: none"> • Introdução de indícios de impermeabilização mais restritivos; • Aumento da permeabilidade do solo urbano e conversão de espaços permeabilizados; • Atualizar o cadastro da estrutura verde e ecológica existente no município; • Rever as medidas normativas e regulamentares de ocupação do espaço público face à intensificação de fenómenos de precipitação intensa e vento forte. 	2	Nível 2	Novo PDM	DPEE	P	Sem prazo de revisão

ID	Medidas	Prioridade	Escala	Previsão de implementação	Responsável	Esforço	Monitorização (previsão)
30	Plantar, no espaço urbano, espécies arbóreas, que pela natureza da sua copa e da raiz, sejam mais resistentes aos ventos fortes	3	Nível 3	Até 2030	DEVJ	P	5 anos
31	Consolidar e expandir os Corredores Verdes, integrados na Estrutura Verde macro da cidade. Reforço e redesenho da arborização linear enquanto fator de difusão da biodiversidade, de conectividade entre as diferentes componentes da estrutura ecológica municipal, de resgate de dióxido de carbono e de minimização das ilhas de calor.	1	Nível 1	Até 2030	DEPMT	G	5 anos
32	Recuperar as zonas verdes integradas em logradouros da cidade, através da celebração de protocolos com associações de proprietários, com incentivos e apoios técnicos dado pelo Município	2	Nível 3	Até 2030	DEVJ	M	5 anos
33	Aumentar a capacidade de resistência aos eventos meteorológicos extremos das infraestruturas de trânsito, mobiliário urbano, sistemas de comunicação, geração e transporte de energia	2	Nível 3	Até 2030	DOAD	M	5 anos
34	Aumentar a capacidade de resistência/resiliência dos edifícios municipais (novas construções ou reabilitação) aos eventos meteorológicos extremos	2	Nível 3	Até 2030	DEEM	M	5 anos
35	Promover a prevenção de incêndios, nomeadamente através da análise e modelação/simulação do risco de incêndios florestais	2	Nível 2	Em execução	SMPC/CMBS	P	5 anos
36	Aumentar a capacidade de resposta à ocorrência dos incêndios florestais e rurais e inundações através do aumento dos meios operacionais (terrestres e aquáticos), pontos de água, sistemas de vigilância e televigilância, entre outros	2 e 3	Nível 3	Em execução	CMBS	P	5 anos
37	Desenvolver, em articulação com as entidades competentes (ICNF), um plano de ordenamento florestal para o território de Coimbra	2	Nível 2	Até 2025	CMC/ICNF	P	Sem prazo definido

ID	Medidas	Prioridade	Escala	Previsão de implementação	Responsável	Esforço	Monitorização (previsão)
38	Reflorestar, com espécies de plantas mais resistentes ao fogo (autóctones), os espaços de gestão municipal e os terrenos baldios, em articulação com as Comissões de Compartes e Juntas de Freguesia	2	Nível 3	Em execução	SMPC	P	5 anos
39	Criar um prémio de boas práticas florestais (melhor projeto florestal)	3	Nível 2	Até 2023	CMC	P	Sem prazo definido
40	Modelar hidrologicamente as sub-bacias hidrográficas do território de Coimbra, para determinação do risco de cheias, inundações, e áreas alagáveis	2	Nível 2	Até 2023	SMPC	P	5 anos
41	Integrar a variável das alterações climáticas nas componentes de planeamento, dimensionamento, gestão, operação e manutenção da rede de drenagem pluvial	2	Nível 2	Até 2023	AC	P	5 anos
42	Melhorar as condições de escoamento das águas pluviais em zonas críticas de cheia (coletores e bacias de retenção)	2	Nível 3	Até 2025	AC e CMC	M	5 anos
43	Identificar e cartografar os efeitos das ilhas de calor no território	2	Nível 2	Até 2023	DSA	P	5 anos
44	Elaborar a cartografia de risco para as temperaturas extremas (ondas de calor e de frio), com identificação da população vulnerável	2	Nível 2	Até 2023	DIAS	P	5 anos
45	Implementar um sistema de alerta e um plano de contingência de proteção à população vulnerável, em situações de temperaturas extremas e elevada radiação solar	2	Nível 2	Até 2023	DIAS	P	5 anos
46	Integrar a componente das alterações climáticas na Estratégia Municipal de Saúde	1	Nível 2	Em execução	DSA	P	Sem prazo definido
47	Desenvolver e implementar a "Plataforma Municipal para os Riscos e Catástrofes" - Base de dados para registo das catástrofes naturais, tecnológicas, químicas e biológicas (identificação; duração; meios mobilizados; impactos humanos, sociais, económicos/financeiros e ambientais)	2	Nível 2	Até 2023	DSII/CIC	P	5 anos

ID	Medidas	Prioridade	Escala	Previsão de implementação	Responsável	Esforço	Monitorização (previsão)
48	Atualizar, com a integração da componente das alterações climáticas no Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil de Coimbra; Plano Especial de Emergência para o Risco de Cheias e Inundações (PEECI); Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios de Coimbra (PMDFCIC)	1	Nível 2	Até 2025 (revisão)	SMPC	M	Sem prazo definido
49	Elaborar o Plano de Gestão dos Riscos Naturais, Mistos e Tecnológicos	2	Nível 2	Até 2025	SMPC	P	10 anos
50	Dotar a CBSM e o SMPC de meios necessários informáticos e tecnológicos para o tratamento de informação de natureza meteorológica para acesso direto ao Copernicus “European Union’s Earth Observation Programme” e a outras bases de dados de organizações internacionais.	3	Nível 2	Até 2023	SMPC/CBSM	P	5 anos
51	Melhorar a articulação e o nível de informação entre as diferentes entidades com responsabilidades de proteção civil (CMC, JF, CDOS, APA, ICNF, CRSS, ARSC, Bombeiros, Forças de Segurança, etc.)	3	Nível 3	Até 2023	SMPC/CBSM	P	5 anos
52	Melhorar, em articulação com a APA, o Sistema de Vigilância e Alerta dos Recursos Hídricos (SAVRH), para a rede hidrográfica principal e secundária, e a gestão dos caudais de ponta de cheia do rio Mondego	3	Nível 3	Até 2023	SMPC/CBSM/APA	P	5 anos
53	Implementar, à escala local, uma rede de monitorização da qualidade do ar, dos UV, dos meteoros, com recurso a dataloggers	3	Nível 1	Até 2025	DSA	P	5 anos
54	Reforçar a sinalética competente para as situações de ocorrência de nevoeiro nos vales do Mondego, Ceira e Fornos.	3	Nível 3	Até 2025	DOAD	P	5 anos
55	Elaborar uma nova carta de risco e de suscetibilidade dos deslizamentos de vertentes ou movimentos de massa	3	Nível 2	PDM (revisão)	DPEE	P	5 anos
56	Articular as ações municipais de combate aos períodos de seca com a futura Estratégia Intermunicipal de Combate à Seca (PIAAC, CIM-RC)	3	Nível 2	PIAAC/CIM-RC (integrar)	CMC/CIM-RC	P	Sem prazo definido

ID	Medidas	Prioridade	Escala	Previsão de implementação	Responsável	Esforço	Monitorização (previsão)
57	Reforçar, com as autoridades de saúde, a vigilância dos insetos que transportam doenças como o dengue, a malária e o vírus Zika e dos focos potenciais de outras doenças	3	Nível 2	Até 2023	CMC/ARSC	P	Sem prazo definido
58	Articular com a CIM-RC a criação de sistemas intersectoriais de vigilância epidemiológica (PIAAC, CIM-RC)	3	Nível 2	PIAAC/CIM-RC (integrar)	CMC/CIM-RC	P	Sem prazo definido
A3. PROMOVER A CONSERVAÇÃO E VALORIZAÇÃO DA PAISAGEM E DA BIODIVERSIDADE							
59	Preservar e promover os parques, os jardins e as matas de Coimbra, enquanto refúgio da população em situações extremas de calor	3	Nível 1	Em execução	DEVJ	M	5 anos
60	Preservar a variabilidade e o património genético da flora e fauna autóctone	3	Nível 1	Articular com entidades externas	CMC/ICNF/UC/ESAC	P	5 anos
61	Promover o controlo e a erradicação das espécies exóticas de cariz invasora	3	Nível 3	Em execução	DEJV	P	5 anos
62	Avaliar a condição fitossanitária do património arbóreo Municipal	2	Nível 2	Até 2023	DEJV	P	5 anos
63	Promover as práticas tradicionais de agricultura e de conservação do solo e a agroecologia	3	Nível 2	Até 2023	DEJV/ESAC	P	5 anos
64	Alargar a área das hortas urbanas, elaborar um regulamento para a sua criação distribuição, e implementar a “horta da minha escola”	3	Nível 2	Em execução	DHS/DEJV/DE	P	5 anos
65	Incentivar o consumo de produtos agrícolas de produção local	3	Nível 2	Até 2023	GAI	P	5 anos
66	Desenvolver, em articulação com a DRAPc e associações representantes dos agricultores, medidas de combate às pragas (ex: Bactéria Xylella Fastidiosa, vespa asiática, nemátodo da madeira, lagarta-do-pinheiro)	3	Nível 2	Em execução	SMPC/DEVJ	P	5 anos
67	Elaborar, um manual de boas práticas agro-florestal e de proteção ao solo em colaboração com os organismos representantes do setor	3	Nível 2	Até 2023	SMPC/DEVJ	P	5 anos
68	Valorizar ecologicamente os vales fluviais dos rios de Ceira e Fornos e das ribeiras de Coselhas, Cernache, Eiras e Cernache	1	Nível 1	Até 2025 (em articulação com a APA)	DOAD/DEVJ/DA	G	5 anos

ID	Medidas	Prioridade	Escala	Previsão de implementação	Responsável	Esforço	Monitorização (previsão)
69	Implementar parcerias com a UC e IPC no estudo da ecologia urbana, os serviços de ecossistemas em contexto urbano conceito e a identificação de medidas/ações baseadas no conceito "Nature-based solutions"	3	Nível 2	Até 2025	DEVJ	P	5 anos
A4. MELHORAR A GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS							
70	Transformar/converter o coberto vegetal dos Parques e Jardins, para plantas mais resistentes/resilientes à secura	2	Nível 1	Até 2025	DEVJ	M	5 anos
71	Implementar sistemas produtivos menos exigentes em água e composto orgânico	3	Nível 2	Sem data definida	Em articulação: Associações de Agricultores /DRAPC	M	Sem prazo definido
72	Melhorar a eficácia da gestão da água e a redução das perdas: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Alargar o sistema de telemetria a todo o município até 2026 (cerca de +75000 clientes); ➤ Reabilitar as condutas e ramais de água; ➤ Melhorar a gestão de pressões, complementado com um sistema de gestão em função da procura 	2	Nível 3	Em execução	AC	G	5 anos
73	Promover a eficiência do uso da água pelos clientes através da disponibilização de uma APP para consulta dos consumos	3	Nível 1	Até 2025	AC	M	5 anos
74	Implementar medidas regulamentares de proteção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos (aquíferos)	3	Nível 2	PDM (revisão)	DPEE	P	Sem prazo definido
75	Aproveitar as águas pluviais e residuais tratadas para usos não potáveis	3	Nível 3	Até 2025	DOAD	M	5 anos
76	Criar um plano de ação de limpeza, desobstrução, desassoreamento e reposição de margens, diques motas das linhas de água, acautelando o melhoramento das condições de escoamento em zonas críticas de cheia	2	Nível 2	Até 2025	DOAD	M	5 anos
77	Implementar, em articulação com a APA, um plano de manutenção, por períodos de 10 anos, do desassoreamento da albufeira do Açude Ponte de Coimbra	2	Nível 2	Sem data definida	APA/CMC	G	Sem prazo definido

ID	Medidas	Prioridade	Escala	Previsão de implementação	Responsável	Esforço	Monitorização (previsão)
A5. SENSIBILIZAÇÃO E INFORMAÇÃO DA POPULAÇÃO							
78	Criar o Conselho Municipal de Acompanhamento do PMAC	3	Nível 2	Até 2022	CMC	P	4 anos (ciclo autárquico)
79	Criar o “Prémio Jovem para a Sustentabilidade”	3	Nível 2	Até 2022	CMC	P	4 anos
80	Criar um prémio anual, para reconhecer empresas, organizações da sociedade civil e outras instituições ou atores do setor público e privado que se destaquem na promoção do desenvolvimento sustentável	3	Nível 2	Até 2022	CMC	P	5 anos
81	Elaborar o Plano Municipal de Educação e sensibilização ambiental, dirigido à comunidade escolar, à população e suas organizações, integrando a componente das alterações climáticas, e aspetos como o ciclo urbano da água, biodiversidade, gestão de resíduos, mobilidade sustentável, serviços de ecossistemas, etc.	3	Nível 2	Até 2023	DEC	P	5 anos
82	Implementar um sistema de informação meteorológica online (site da CMC e paragens dos autocarros), a partir de dados fornecidos pelo IGUC, ESAC, CIM-RC e IPMA	3	Nível 3	Até 2023	DSII/CIC	P	5 anos
83	Implementar a plataforma “A nossa pegada carbónica”	3	Nível 2	Até 2023	DSII/CIC	P	5 anos
84	Elaborar um manual de informação à população sobre os procedimentos e as medidas de autoproteção a observar na ocorrência de eventos meteorológicos	3	Nível 2	Até 2023	SMPC	P	5 anos
85	Criar um serviço especializado em energia para o apoio à adesão e aconselhamento do consumidor final e elaborar manual de orientações técnicas para o aumento da eficiência energética para o edificado (novas construções e reabilitação) de orientações para a população implementar boas práticas e estratégias para a redução do consumo energético e melhoria do conforto térmico	3	Nível 2	Até 2023	DEEM	P	5 anos
86	Elaborar manual de orientações técnicas para o aumento da resiliência do edificado aos eventos meteorológicos extremos	3	Nível 2	Até 2023	DEEM	P	5 anos
87	Promover campanhas de sensibilização para a importância da redução e valorização dos resíduos	3	Nível 2	Em execução	DSA	P	5 anos

ID	Medidas	Prioridade	Escala	Previsão de implementação	Responsável	Esforço	Monitorização (previsão)
88	Realizar ações de formação, no âmbito da saúde ocupacional, para os funcionários municipais, sobre os procedimentos/comportamentos a ter durante os eventos extremos de temperatura	3	Nível 2	Até 2023	DDRH	P	5 anos
89	Elaborar o plano de comunicação e divulgação do PMAC	3	Nível 2	Até 2023	DPCO	P	5 anos
90	Promover a divulgação dos avisos e medidas sanitárias emanadas pelo ICNF, DRAPC e DGS	3	Nível 2	Até 2023	DPCO	P	5 anos
91	Promover a Candidatura ECOXXI - Municípios sustentáveis	3	Nível 2	Até 2023	DSA	P	5 anos
92	Comemorar efemérides com envolvimento da população, como o Dia Mundial da Agricultura, o Dia Mundial da Árvore e da Floresta, o Dia Mundial da Água, o Dia Mundial do Ambiente, o Dia sem carros, etc.	3	Nível 2	A partir de 2022	CMC	P	5 anos

.2. Identificação dos principais instrumentos de financiamento

O orçamento de longo prazo da UE para os próximos sete anos apoiará a transição ecológica. Dos 2 biliões de euros do quadro financeiro plurianual 2021-2027 e do NextGenerationEU, 30 % destinam-se a programas de apoio à ação climática. O Mecanismo de Recuperação e Resiliência, que financiará os programas nacionais de recuperação dos Estados-Membros no âmbito do instrumento NextGenerationEU, consagra 37 % dos seus 723,8 mil milhões de euros (em preços correntes) à ação climática.

Embora, a médio e longo prazo, as políticas climáticas da UE gerem benefícios que superam claramente os custos desta transição, podem exercer uma pressão adicional sobre as famílias vulneráveis, as microempresas e os utilizadores dos transportes a curto prazo. A Lei Europeia do Clima relaciona-se com um conjunto de instrumentos legislativos que permitem uma transição socialmente justa, pelo que, foi criado um novo **Fundo Social para a Ação Climática**, cujo objetivo é disponibilizar financiamento específico aos Estados-Membros, para que estes ajudem as pessoas a financiar investimentos em eficiência energética, em novos sistemas de aquecimento e arrefecimento e numa mobilidade mais ecológica. Este Fundo disponibilizará 72,2 mil milhões de euros de financiamento aos Estados-Membros para o período 2025-2032.

Existem outros instrumentos de financiamento específicos geridos, a nível comunitário, que contemplam apoios concretos em matéria de adaptação e são eles:

- **Programa LIFE** – possui um subprograma dedicado à ação climática que prevê como um dos três domínios prioritários a adaptação às alterações climáticas, e é ainda complementado por instrumentos financeiros específicos como o Natural Capital Financing Facility (NCFF);
- **Programa INTERREG** - mecanismo europeu de cooperação territorial que integra como objetivos temáticos o combate às alterações climáticas o ambiente e eficiência de uso de recursos;
- **Horizonte 2020** - Programa Quadro de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico (I&DT) - centraliza os apoios à investigação a nível europeu para as diversas áreas, integrando num desafio societal a ação climática, o ambiente e a eficiência de recursos e de matérias-primas.
- **Programa URBACT III** - programa europeu de cooperação territorial, de aprendizagem coletiva e troca de experiências em torno da promoção do desenvolvimento urbano sustentável e integrado e inclui a adaptação às alterações climáticas como um dos tópicos de intercâmbio de boas práticas entre municípios dos Estados-Membros.

O Plano de Recuperação e Resiliência (PRR) | Recuperar Portugal, Construindo o Futuro é um programa de aplicação nacional, com um período de execução até 2026, que será financiado por recursos totais de 16,6 mil M€, distribuídos por cerca de 14 mil M€ de subvenções e 2,7 mil M€ de empréstimo. Este programa tem como objetivo o aumento da resiliência, cujas reformas e investimentos estão agrupadas em torno de três dimensões estruturantes, a Resiliência, a Transição Climática e a Transição Digital (legislação conexa: Despacho n.º 2702-B/2021 | Constitui o Comité Coordenador para as iniciativas da Bioeconomia; Decreto-Lei n.º 29-B/2021, de 4 de maio, que Estabelece o modelo de governação dos fundos europeus atribuídos a Portugal através do PRR; Resolução n.º 46-B/2021, de 4 de maio, que cria a Estrutura de Missão «Recuperar Portugal»).

O atual Quadro de Apoio do Portugal 2020, em particular o Programa Sustentabilidade e Uso Eficiente dos Recursos (POSEUR) inclui diversas oportunidades de financiamento da adaptação às alterações climáticas.

O Programa de Desenvolvimento Rural 2020 - PDR 2020, que contempla uma área dedicada ao ambiente, eficiência no uso dos recursos e clima inclui o apoio a ações dedicadas à conservação do solo, ao uso eficiente da água, à modernização do regadio, bem como à proteção e reabilitação de povoamentos florestais.

Os Programas Operacionais Regionais financiam ações que contribuem para a redução das vulnerabilidades climáticas e para o aumento da resiliência, como é, por exemplo, o caso da utilização de infraestruturas verdes e ações de drenagem e minimização de riscos de cheias e inundações.

Através do Programa de Ação para a Adaptação às Alterações Climáticas P-3AC, que possui objetivos de curto e médio prazo de 2020 a 2030, o Estado pretende mobilizar os instrumentos de financiamento existentes e apoiar os exercícios de definição de políticas transversais e setoriais, de instrumentos de política e/ou de financiamento futuros, no sentido de orientar a implementação de ações de caráter mais estrutural que contribuam para reduzir a vulnerabilidade do território e da economia aos impactos das alterações climáticas, minimizando esses impactos.

Adicionalmente, existem ainda importantes fontes de financiamento nacionais que apoiam a adaptação e complementam os instrumentos comunitários, com destaque para:

- **Fundo Ambiental** - tem por finalidade apoiar políticas ambientais para a prossecução dos objetivos do desenvolvimento sustentável, contribuindo para o cumprimento dos objetivos e compromissos nacionais e internacionais, designadamente os relativos às alterações climáticas. Este programa de financiamento apoia a concretização de projetos de adaptação visando, em particular, a redução das vulnerabilidades a incêndios e a prevenção dos efeitos do aumento da temperatura e da formação de ilhas de calor nas cidades, projetos emblemáticos de adaptação às alterações climáticas na interface cidades e recursos hídricos, bem como projetos focados na redução dos efeitos das alterações climáticas na orla costeira e na prevenção de riscos de inundações.
- **Fundo Florestal Permanente** - destinado a apoiar a gestão florestal sustentável nas suas diferentes valências, é um instrumento financeiro relevante para a concretização dos objetivos da Estratégia Nacional para as Florestas e de outras medidas de política setorial, incluindo as ações de prevenção dos fogos florestais e a instalação de povoamentos com interesse no combate à desertificação e na adaptação às alterações climáticas.

7.3. Comissão de Acompanhamento

A implementação do PMAC também deverá ser acompanhada por entidades externas, pelo que se propõe a constituição de uma Comissão de Acompanhamento.

A criação da Comissão é da competência da Câmara Municipal, a que preside.

Esta Comissão terá um carácter consultivo de acompanhamento e de apoio à decisão. Cabe à Câmara Municipal de Coimbra definir a sua composição, sugerindo-se um representante das seguintes entidades:

- Câmara Municipal de Coimbra;
- Assembleia Municipal de Coimbra;
- Conselho Municipal da Juventude de Coimbra;
- Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra;
- Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro;
- Universidade de Coimbra;
- Instituto Politécnico de Coimbra;
- Administração Regional de Saúde do Centro;
- Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro;
- Agência Portuguesa do Ambiente/Administração da Região Hidrográfica do Centro;
- Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas;
- Proteção Civil;
- Forças de Segurança;
- Outras entidades de reconhecido mérito
- Conselho Municipal da Juventude de Coimbra

Objetivos da Comissão:

- Acompanhar a implementação do PMAC;
- Permitir a partilha de conhecimentos e perspetivas;
- Identificar lacunas de informação e de conhecimento;
- Emitir contributos e propostas de melhorias;

Funcionamento da Comissão:

- O Sr. Presidente de Câmara ou o Vereador com competência delegada preside e dirige as reuniões;
- A Comissão reúne uma vez por ano;
- As reuniões são secretariadas, sendo elaborada ata;
- As reuniões são marcadas com 15 dias de antecedência e a convocatória enviada por email;
- A Comissão poderá desenvolver trabalhos com o objetivo de reunir sinergias e encontrar formas de financiamento para a implementação das medidas previstas no PMAC e já transformadas em projetos;
- Sempre que se justifique poderão ser convidadas entidades e/ou personalidades de elevado mérito técnico-científico.

Mandato da Comissão:

- Corresponderá ao período do mandato autárquico, 4 anos.

7.4. Comunicação e divulgação

A comunicação institucional do PMAC obriga à elaboração de um Plano de Comunicação e Divulgação, que deverá ser coordenado pela Divisão de Protocolo e Comunicação.

O Plano de Comunicação e Divulgação terá como objetivos:

- Disseminar informação sobre o PMAC;
- Contribuir para sensibilizar a população e os diferentes atores para as vulnerabilidades e impactos das alterações climáticas e para a necessidade de adotar medidas mitigadoras e adaptativas;
- Divulgar as ações de sensibilização e educação ambiental;
- Divulgar informação de autoproteção aquando da ocorrência de eventos climáticos extremos.

CAPÍTULO 8 | CONCLUSÃO

Os relatórios do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC) vieram alertar para a necessidade da redução, com urgência, das emissões dos GEE e de limitar as alterações climáticas a 1,5 °C, nomeadamente para reduzir a probabilidade de ocorrência de fenómenos meteorológicos extremos e de atingir pontos de inflexão.

Este organismo no seu relatório especial de 2018 refere a necessidade do reforço da resposta mundial à ameaça das alterações climáticas, do desenvolvimento sustentável e dos esforços para erradicar a pobreza, numa base científica sólida para combater as alterações climáticas e demonstra a necessidade de intensificar rapidamente a ação climática e prosseguir a transição para uma economia neutra do ponto de vista do clima. O Acordo de Paris das Nações Unidas veio estabelecer metas para a redução dessas emissões, comprometendo mais de 190 países a manter o aumento da temperatura global bem abaixo de 2 °C - e idealmente não mais que 1,5 °C - acima dos níveis pré-industriais.

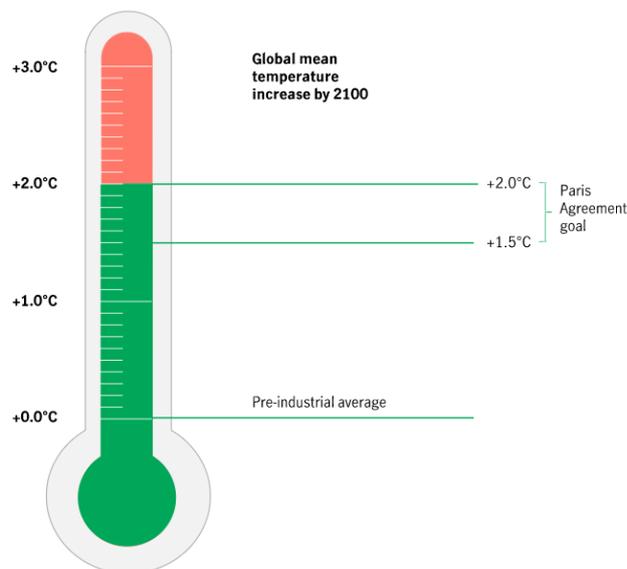


Figura 8.1 - Metas estabelecidas pelo Acordo de Paris para a temperatura (Fonte: Manulife IM, UN Framework Convention on Climate Change. For illustrative purposes only, <https://www.manulifeim.com/institutional/ca/en/global-climate-strategy>)

Recentemente, o Secretário-Geral do World Meteorological Organization, Prof. Petteri Taalas, veio alertar para a necessidade de serem implementados mais esforços para a redução dos gases de efeitos estufa, ao dizer *“This year is the fifth anniversary of the Paris Agreement on Climate Change. We welcome all the recent commitments by governments to reduce greenhouse gas emissions because we are currently not on track and more efforts are needed”*.

A Plataforma Intergovernamental Científica e Política sobre a Biodiversidade e os Serviços Ecosistémicos (IPBES, do inglês Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) revelou, no seu relatório de avaliação mundial sobre a biodiversidade e os serviços dos ecossistemas, uma diminuição da biodiversidade a nível mundial, constituindo as alterações climáticas o terceiro principal fator de perda de biodiversidade.

De facto, o efeito antrópico, enquanto forçador das alterações do clima, continua a fazer sentir-se a nível global, na Europa e em Portugal. O primeiro semestre de 2020 foi o segundo mais quente do planeta, desde que há registos, com uma anomalia da temperatura média do ar de +1.07 °C, depois do semestre de 2016, com anomalia de +1.12 °C. A temperatura média global em 2020 está definida em cerca de 1,2 °C acima do nível pré-industrial (1850-1900). Segundo os dados do Copernicus Climate Change Service, na Europa o primeiro semestre de 2020 foi o mais quente de sempre, com uma anomalia da temperatura de +1.73°C. Em Portugal, e de acordo com o IPMA, a temperatura média do mês de julho foi superior a +2,5 °C. em relação ao valor da normal 1971 – 2000.

Os benefícios de uma ação imediata para proteger as pessoas e o planeta são evidentes: ar mais limpo, cidades mais frescas e mais verdes, cidadãos mais saudáveis, consumo e faturas de energia mais reduzidos, criação de emprego, oportunidades para tecnologias e setores industriais mais amigos do ambiente, mais espaço para a natureza, preservação da biodiversidade, e um planeta mais saudável que podemos deixar às gerações futuras.

Resulta do diagnóstico feito a nível mundial e das projeções estabelecidas, que o desafio central da transição ecológica consista em garantir que os benefícios e oportunidades dela decorrentes estejam ao dispor de todos, tão rápida e equitativamente quanto possível, pelo que, é imperativo a implementação de diferentes instrumentos políticos que permitam tornar a sociedade e as suas organizações mais resilientes. Para alterar o rumo das alterações climáticas e tornar a sociedade mais resiliente é necessário unir esforços através das organizações internacionais, governos nacionais e locais. O Acordo de Paris veio estabelecer metas para a redução dessas emissões. E mais recentemente, a Europa através do Plano de Recuperação prevê 30 % dos fundos da UE, a maior percentagem de sempre do orçamento europeu, na luta contra as alterações climáticas, e recentemente o Governo português apresentou o Plano de Recuperação e Resiliência.

O aumento da capacidade da resiliência nacional é o somatório das capacidades instaladas nas diferentes estruturas administrativas do Estado e da sociedade civil. A resiliência constrói-se a partir das estruturas locais, cabendo às autarquias um papel central e fundamental na implementação das suas medidas, ações e projetos que possam transformar os sistemas locais mais resilientes e mais competentes na resposta às situações adversas.

Assim, o Município de Coimbra, em linha de orientação com a política climática Europeia e Nacional, e num quadro de alterações climáticas, cujas projeções apontam para um agravamento da severidade de eventos meteorológicos extremos (temperaturas elevadas, secas, redução da precipitação, tempestades e ventos fortes), elaborou o presente Programa Municipal para as Alterações Climáticas, com o objetivo de contribuir solidariamente para a redução das vulnerabilidades sociais, territoriais e ambientais.

O Programa Municipal para as Alterações Climáticas tem como objetivo geral definir o caminho estratégico do Município de Coimbra ao integrar-se no roteiro para a transição climática e ao tornar-se mais resiliente, através da concretização de quatro objetivos: Implementar medidas de mitigação e de adaptação às alterações climática; Aumentar a capacidade adaptativa e de resposta aos eventos climáticos extremos; Melhorar o nível de

informação à comunidade na resposta aos eventos climáticos extremos; Reforçar a governança, com o envolvimento da sociedade na política municipal de combate às alterações climáticas.

Da cenarização climática feita para Coimbra, para os períodos de 2011 a 2040, 2041 a 2070 e 2071 a 2100, feita a partir dos modelos climáticos designados por Representative Concentration Pathways (RCP), considerando dois cenários, um mais moderado (RCP 4.5) e um mais extremo (RCP 8.5), destaca-se:

- Diminuição da precipitação média anual (-23,6%/ano, no pior cenário), com a redução do período húmido e o aumento do período estival, podendo este estender-se a outubro;
- Aumento das temperaturas mínimas, máximas e médias anuais, podendo a temperatura variar entre +1,7°C e 3.9 °C, em função do RCP. Aumento do número de dias de verão ($T_{25} \geq \text{°C}$), do número de dias com temperaturas muito altas ($T_{35} \geq \text{°C}$), do número de dias com noites tropicais ($T_{20} \geq \text{°C}$) e o aumento da frequência das ondas de calor;
- Aumento da frequência e severidade das secas, que conjugado com os períodos de temperaturas elevadas irá potenciar o aumento do risco de incêndio;
- Aumento da ocorrência de fenómenos extremos de meteorologia adversa, em particular de precipitação excessiva, principalmente no inverno, e da frequência de tempestades, com ventos ciclónicos associados. Os eventos de cheias rápidas (flash flood), de natureza destrutiva, e de deslizamentos de massas/vertentes tornar-se-ão mais frequentes, sendo que as cheias progressivas poderão ser menos frequentes, mas de maior magnitude.

Da avaliação do risco climático de Coimbra, em função dos eventos meteorológicos para períodos a médio prazo (2041 - 2070) e a longo prazo (2071-2100), foram identificados como prioritários: precipitação intensa, tempestades, tornados e ventos fortes, temperaturas altas e ondas de calor. É exetável um agravamento dos seus impactos, nomeadamente: inundações e/ou deslizamento de massas de vertentes; danos nos edifícios, equipamentos e infraestruturas; danos no espaço publico, com queda de estruturas e árvores; danos na rede elétrica e de comunicações; condicionalismos nas vias de circulação e alteração da mobilidade; perturbação no funcionamento de equipamentos e serviços públicos; espaços rurais afetados (sementeiras e colheitas); incêndios urbanos e florestais; redução da biodiversidade; aumento do consumo de energia e de água; diminuição do conforto ambiental da cidade; alteração do estilo de vida e danos na saúde; escassez de água; perda de solos.

O Município de Coimbra, há uns anos a esta parte, tem vindo a implementar medidas e a lançar projetos com vista à redução dos GEE e à construção de uma sociedade descarbonizada, através de projetos de mobilidade sustentável com autocarros elétricos, apoios financeiros à sociedade civil para a colocação de painéis fotovoltaicos, melhorias no desempenho energético dos edifícios municipais e parque habitacional, entre outros. Os projetos constantes do Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano de Coimbra, que já se encontram em fase de implementação e/ou estão previstos, são um exemplo de uma boa prática, pois irão permitir uma redução das emissões de GEE, na ordem das 10883,77 t/CO₂, até 2030.

Assim, e com objetivo contribuir, ainda mais, para a redução das emissões de GEE e preparar uma resposta mais eficaz aos fenómenos climáticos extremos, foram identificadas, para o PMAC, cinco grandes ações estratégicas. Por sua vez, estas integram 92 medidas de mitigação e adaptação, para o presente e para o futuro, que abrangem setores chave, como a agricultura, a biodiversidade, a economia, a energia, as florestas, a saúde, a segurança de

peças e bens, os transportes e comunicações, os recursos hídricos, a educação para a cidadania, entre outros (ordenamento do território, gestão de resíduos, etc.). As medidas preconizadas, que se encontram nos quadros resumos que se seguem, irão permitir:

- reduzir as emissões de gases de efeito estufa e tornar o concelho mais descarbonizado;
- melhorar o conforto térmico e reduzir os consumos energéticos;
- reduzir os impactos dos efeitos de meteorologia adversa;
- reduzir as vulnerabilidades climáticas e tornar o Município mais resiliente;
- aumentar as áreas verdes, valorizar os recursos hídricos e ordenar a floresta;
- integrar a componente das alterações climáticas nos instrumentos de gestão do território, no Plano de Emergência e planos setoriais;
- melhorar o nível de informação à sociedade.

O PMAC terá um alcance temporal até ao ano 2030. A sua monitorização será feita pelos serviços municipais e a sua implementação será acompanhado por uma comissão a criar para o efeito.

Num Mundo em que se esgotam os recursos naturais e escasseia a água para consumo humano, os glaciares e as calotes polares derretem, o nível mar sobe, a perda de biodiversidade é uma constante, avançam as epidemias, a área de solos agricultáveis diminui, as desigualdades entre os povos acentuam-se, a temperatura aumenta, o clima altera-se fora dos padrões normais, o Programa Municipal para as Alterações Climáticas é o contributo do Município de Coimbra, à escala local, para mitigar o impacto do Homem no clima, para que as gerações atuais e futuras possam usufruir do Planeta Terra.

A1. CAPTURA E REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

- M1.** Substituição da frota e autocarros de transportes públicos movidos a energias renováveis
- M2.** Favorecer a transferência modal do TI para o TP através da construção de uma rede de interfaces intermodais, extensão da rede de TP, integração tarifária
- M3.** Instalar um sistema de cogeração na cobertura dos edifícios dos SMTUC
- M4.** Renovar a frota ligeira municipal para veículos elétricos, 50%
- M5.** Aumentar o número de postos de carregamento elétrico
- M6.** Dar continuidade ao programa de melhoria do desempenho energético, da climatização e do conforto térmico nos edifícios municipais, parque habitacional e escolas
- M7.** Implementar sistemas de utilização de energia renovável nos edifícios municipais, bairros sociais e escolas de ensino básico
- M8.** Criar um programa de apoio às instituições para intervenções de melhorias no desempenho energético e conforto térmico dos seus edifícios
- M9.** Continuar a alteração do sistema de iluminação pública para lâmpadas de baixo consumo e implementar um sistema de telegestão iluminação LED
- M10.** Dar continuidade ao projeto “Cidade Sustentável – Autoconsumo Fotovoltaico”
- M11.** Integrar nos instrumentos de gestão do território e nos regulamentos medidas de sustentabilidade energética dos edifícios
- M12.** Dar continuidade à criação zonas de na cidade de emissão reduzida de GEE
- M13.** Aumentar a utilização da rede pedonal e ciclável e instalando meios mecânicos para vencer desníveis acentuado
- M14.** Aumentar o número de estacionamento para bicicletas, incluindo nos estabelecimentos escolares
- M15.** Elaborar o “Regulamento municipal de apoio ao incentivo para aquisição de bicicletas”
- M16.** Implementar um sistema de oferta de bicicletas partilhadas
- M17.** Dar continuidade ao Plano Municipal de Arborização
- M18.** Aumentar em 30% as áreas verdes urbanas, recorrendo a espécies autóctones
- M19.** Promover a economia circular, assegurando uma maior eficiência na utilização dos diferentes recursos naturais
- M20.** Aderir ao Programa Municípios Zero Resíduos
- M21.** Implementar a gestão eletrónica de recolha de resíduos
- M22.** Implementar a compostagem doméstica de resíduos orgânicos e verdes
- M23.** Implementar o sistema de recolha de bio resíduos
- M24.** Rever o Regulamento de Recolha e Transporte de Resíduos Urbanos e de Limpeza e Higiene Públicas e prever a criação de incentivos à redução de resíduos sólidos
- M25.** Aderir ao Pacto dos Autarcas
- M26.** Criar a Agência de Energia de Coimbra
- M27.** Criar o Plano de Mobilidade Sustentável
- M28.** Eliminar o uso de plásticos descartáveis nos serviços municipais

A2. REDUZIR A EXPOSIÇÃO A RISCOS CLIMÁTICOS

- M29.** Integrar nos IGT e nos regulamentos medidas de mitigação e de adaptação às alterações climáticas, nomeadamente: Introdução de índices de impermeabilização mais restritivos; Aumento da permeabilidade do solo urbano e conversão de espaços impermeabilizados; Atualizar o cadastro da estrutura verde e ecológica municipal; Rever as medidas normativas e regulamentares de ocupação do espaço público face intensificação de fenómenos de precipitação intensa e vento forte.
- M30.** Plantar, no espaço urbano, espécies arbóreas, que pela natureza da sua copa e da raiz, sejam mais resistentes aos ventos fortes
- M31.** Consolidar e expandir os Corredores Verdes, integrados na Estrutura Verde
- M32.** Recuperar as zonas verdes integradas em logradouros da cidade
- M33.** Aumentar a capacidade de resistência aos eventos meteorológicos extremos das infraestruturas de trânsito, mobiliário urbano, sistemas de comunicação, geração e transporte de energia
- M34.** Aumentar a capacidade de resistência/resiliência dos edifícios municipais (novas construções ou reabilitação) aos eventos meteorológicos extremos
- M35.** Promover a prevenção de incêndios, nomeadamente através da análise e modelação/simulação do risco de incêndios florestais
- M36.** Aumentar a capacidade de resposta à ocorrência dos incêndios florestais e rurais e inundações através do aumento dos meios operacionais (terrestres e aquáticos), pontos de água, sistemas de vigilância e televigilância, entre outros
- M37.** Desenvolver, em articulação com as entidades competentes (ICNF), um plano de ordenamento florestal para o território de Coimbra
- M38.** Reflorestar, com espécies de plantas mais resistentes ao fogo (autóctones), os espaços de gestão municipal e os terrenos baldios, em articulação com as Comissões de Compartes e Juntas de Freguesia
- M39.** Criar um prémio de boas práticas florestais (melhor projeto florestal)
- M40.** Modelar hidrologicamente as sub-bacias hidrográficas do território de Coimbra, para determinação do risco de cheias, inundações e áreas alagáveis
- M41.** Integrar a variável das alterações climáticas nas componentes de planeamento, dimensionamento, gestão, operação e manutenção da rede de drenagem pluvial
- M42.** Melhorar as condições de escoamento das águas pluviais em zonas críticas de cheia (coletores e bacias de retenção)

A2. REDUZIR A EXPOSIÇÃO A RISCOS CLIMÁTICOS

- M43.** Identificar e cartografar os efeitos das ilhas de calor no território
- M44.** Elaborar a cartografia de risco para as temperaturas extremas (ondas de calor e de frio), com identificação da população vulnerável
- M45.** Implementar um sistema de alerta e um plano de contingência de proteção à população vulnerável, em situações de temperaturas extremas e elevada radiação solar
- M46.** Integrar a componente das alterações climáticas na Estratégia Municipal de Saúde (em elaboração)
- M47.** Desenvolver e implementar a "Plataforma Municipal para os Riscos e Catástrofes"
- M48.** Atualizar, com a integração da componente das alterações climáticas no Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil de Coimbra; Plano Especial de Emergência para o Risco de Cheias e Inundações; Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios de Coimbra
- M49.** Elaborar o Plano de Gestão dos Riscos Naturais, Mistos e Tecnológicos
- M50.** Dotar a CBSM e o SMPC de meios informáticos e tecnológicos para o tratamento de informação de natureza meteorológica para acesso direto ao Copernicus "European Union's Earth Observation Programme" e a outras bases de dados de organizações internacionais.
- M51.** Melhorar articulação e o nível de informação entre as diferentes entidades com responsabilidades de proteção civil
- M52.** Melhorar a articulação com a APA, o Sistema de Vigilância e Alerta dos Recursos Hídricos (SAVRH) e a gestão dos caudais de ponta de cheia do rio Mondego
- M53.** Implementar, à escala local, uma rede de monitorização da qualidade do ar, dos UV, dos meteoros, com recurso a dataloggers
- M54.** Reforçar a sinalética competente para as situações de ocorrência de nevoeiro nos vales do Mondego, Ceira e Fornos.
- M55.** Elaborar uma nova carta de risco e de suscetibilidade dos deslizamentos de vertentes ou movimentos de massa
- M56.** Articular as ações municipais de combate aos períodos de seca com o futura Estratégia Intermunicipal de Combate à Seca (PIAAC, CIM-RC)
- M57.** Reforçar, com as autoridades de saúde, a vigilância dos insetos que transportam doenças
- M58.** Articular com a CIM-RC a criação de sistemas intersectoriais de vigilância epidemiológica (PIAAC, CIM-RC)

A3. PROMOVER A CONSERVAÇÃO E VALORIZAÇÃO DA PAISAGEM E DA BIODIVERSIDADE

- M59.** Preservar e promover os parques, os jardins e as matas de Coimbra, enquanto refúgio da população em situações extremas de calor
- M60.** Preservar a variabilidade e o património genético da flora e fauna autóctone
- M61.** Promover o controlo e a erradicação das espécies exóticas de cariz invasora
- M62.** Avaliar a condição fitossanitária do património arbóreo Municipal
- M63.** Promover as práticas tradicionais de agricultura e de conservação do solo e a agroecologia
- M64.** Alargar a área das hortas urbanas e implementar a "horta da minha escola"
- M65.** Incentivar o consumo de produtos agrícolas de produção local
- M66.** Desenvolver, em articulação com a DRAPC e associações representantes dos agricultores, medidas de combate às pragas (ex Bactéria Xylella Fastidiosa, vespa asiática, nemátodo da madeira, lagarta-do-pinheiro)
- M67.** Elaborar, em colaboração com os organismos representantes do setor, um manual de boas práticas agro- florestal e de proteção ao solo
- M68.** Valorizar ecologicamente os vales fluviais dos rios de Ceira e Fornos e das ribeiras de Coselhas, Cernache, Eiras e Cernache
- M69.** Implementar parcerias com a UC e IPC o estudo da ecologia urbana, os serviços de ecossistemas em contexto urbano conceito e a identificação de medidas/ações baseadas no conceito "Nature-based solutions"

A4. MELHORAR A GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS

M70. Transformar/convertir o coberto vegetal dos Parques e Jardins, para plantas mais resistentes/resilientes à secura

M71. Implementar sistemas produtivos menos exigentes em água e composto orgânico

M72. Melhorar a eficácia da gestão da água e a redução das perdas. Alargar o sistema de telemetria a todo o município até 2026 (cerca de +75000 clientes; Reabilitar as condutas e ramais de água; Melhorar a gestão de pressões

M73. Promover a eficiência do uso da água pelos clientes através da disponibilização de uma APP para consulta dos consumos

M74. Implementar medidas regulamentares de proteção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos (aquíferos)

M75. Aproveitar as águas pluviais e residuais tratadas para usos não potáveis

M76. Criar um plano de ação de limpeza, desobstrução, desassoreamento e reposição de margens, diques e motas das linhas de água, acautelando o melhoramento das condições de escoamento em zonas críticas de cheia

M77. Implementar, em articulação com a APA, um plano de manutenção, por períodos de 10 anos, do desassoreamento da albufeira do Açude Ponte de Coimbra

A5. SENSIBILIZAÇÃO E INFORMAÇÃO DA POPULAÇÃO

M78. Criar o Conselho Municipal de Acompanhamento do PMAC

M79. Criar o “Prémio Jovem para a Sustentabilidade”

M80. Criar um prémio anual, para reconhecer empresas, organizações da sociedade civil e outras instituições ou atores do setor público e privado que se destaquem na promoção do desenvolvimento sustentável

M81. Elaborar o Plano Municipal de Educação e sensibilização ambiental, dirigido à comunidade escolar, à população e suas organizações, integrando a componente das alterações climáticas, e aspetos como o ciclo urbano da água, biodiversidade, gestão de resíduos, mobilidade sustentável, serviços de ecossistemas, etc.

M82. Criar um sistema de informação meteorológica online (site da CMC e paragens dos autocarros), a partir de dados fornecidos pelo IGUC, ESAC, CIM-RC, IPMA

M83. Implementar a plataforma “A nossa pegada carbónica”

M84. Elaborar um manual de informação à população sobre os procedimentos e as medidas de autoproteção a observar na ocorrência de eventos meteorológicos

M85. Criar um serviço especializado em energia para o apoio à adesão e aconselhamento do consumidor final e elaborar manual de orientações técnicas para o aumento da eficiência energética

M86. Elaborar manual de orientações técnicas para o aumento da resiliência do edificado aos eventos meteorológicos extremos

M87. Promover campanhas de sensibilização para a importância da redução e valorização dos resíduos

M88. Realizar ações de formação, no âmbito da saúde ocupacional, para os funcionários municipais, sobre os procedimentos/comportamentos a ter durante os eventos extremos de temperatura

M88. Elaborar o plano de comunicação e divulgação do PMAC

M89. Promover a divulgação dos avisos e medidas sanitárias emanadas pelo ICNF, DRAPC e DGS

M90. Criar “Um domingo sem carros”

M91. Promover a Candidatura ECOXXI - Municípios sustentáveis

M92. Comemorar efemérides com envolvimento da população, como o Dia Mundial da Agricultura, o Dia Mundial da Árvore e da Floresta, o Dia Mundial da Água, o Dia Mundial do Ambiente, o Dia sem carros, etc.

GLOSSÁRIO

Termo	Definição
Adaptação	O processo de adaptação ao clima real ou esperado e os seus efeitos. Nos sistemas humanos, a adaptação visa moderar ou evitar danos ou explorar oportunidades benéficas. Em alguns sistemas naturais, a intervenção humana pode facilitar a adaptação ao clima esperado e aos seus efeitos.
Adaptação planeada	Adaptação resultante de uma deliberada opção política baseada na perceção de que determinadas condições foram modificadas (ou estão prestes a ser) e que existe a necessidade de atuar de forma a regressar, manter ou alcançar o estado desejado (IPCC, 2007, IPCC, 2014a).
Alteração climática	Refere-se a uma alteração no estado do clima que pode ser identificada (ex.: por meio de testes estatísticos) através de alterações na média e/ou na variabilidade das suas propriedades e que persiste durante um longo período de tempo, tipicamente décadas ou mais. A alteração climática pode dever-se a processos internos naturais ou forçamento externo, tais como modulações dos ciclos solares, erupções vulcânicas e alterações antropogénicas persistentes na composição da atmosfera ou na utilização dos solos. É de sublinhar que a Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (UNFCCC), no seu Artigo 1, define alteração climática como: “uma alteração no clima que é atribuída, direta ou indiretamente, à atividade humana que altera a composição da atmosfera global e que é, além da variabilidade natural do clima, observada ao longo de períodos comparáveis.” Assim, a Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas faz uma distinção entre alterações climáticas atribuíveis às atividades humanas que alteram a composição atmosférica e a variabilidade do clima atribuível a causas naturais.
Anomalia climática	Diferença no valor de uma variável climática num dado período relativamente a um período de referência. Por exemplo, considerando a temperatura média observada entre 1961/1990 (período de referência), uma anomalia de +2°C para um período futuro significa que se projeta um aumento de 2°C na temperatura média desse período, em relação ao período de referência.
Aquecimento global	O aumento estimado na GMST médio ao longo de um período de 30 anos, ou do período de 30 anos centrado em um determinado ano ou década, expresso em relação aos níveis pré-industriais, a menos que especificado de outra forma. Para períodos de 30 anos que se estendem por anos passados e futuros, presume-se que a atual tendência de aquecimento multidecadal continue.
Atitude perante o risco	Nível de risco que uma entidade está preparada para aceitar. Este nível terá reflexo na estratégia de adaptação dessa entidade, ajudando a avaliar as diferentes opções disponíveis. Se no município existir um elevado grau de aversão ao risco, a identificação e implementação de soluções rápidas que irão diminuir a vulnerabilidade de curto prazo associada aos riscos climáticos poderão ser uma opção, enquanto se investigam outras medidas mais robustas e de longo prazo (UKCIP, 2013)
Capacidade de adaptação (ou adaptativa)	Capacidade que sistemas, instituições, seres humanos e outros organismos têm para se ajustar a potenciais danos, tirando partido de oportunidades ou respondendo às suas consequências (IPCC, 2014a)
Cenário	É uma descrição plausível de como o futuro se pode desenvolver com base num conjunto coerente e internamente consistente de suposições sobre as principais forças motrizes (por exemplo, a taxa de alteração tecnológica) e relações. Note-se que os cenários não são nem prognósticos nem previsões, mas são úteis para fornecer uma visão das implicações dos desenvolvimentos e das ações [IPCC, 2013].
Cenário climático	É uma representação plausível e muitas vezes simplificada do clima futuro, com base em um conjunto internamente consistente de relações climatológicas é utilizado para investigar as potenciais consequências das alterações climáticas

	antropogénicas, muitas vezes servindo como entrada para modelos de impacto [IPCC, 2013].
Cenário RCP (Representative Concentration Pathways):	Referem-se a porção dos patamares de concentração que se prolongam até 2100, para os quais os modelos de avaliação integrada produzem cenários de emissões correspondentes [IPCC, 2013].
Clima	O clima é a síntese do tempo e a nossa expectativa sobre as condições meteorológicas. Cientificamente há que definir os atributos da definição em termos quantitativos, sendo que no clima os fenómenos interessam pela sua duração ou persistência, pela sua repetição e são caracterizados por valores médios, variâncias, probabilidades de ocorrência de valores extremos dos parâmetros climáticos.
ClimAdaPT	Constitui uma parceria liderada por municípios, mas que envolve também instituições de ensino superior, centros de investigação, organizações não-governamentais e empresas, com a finalidade de dinamizar a adaptação local às Alterações Climáticas em Portugal.
CORDEX (Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment)	É uma iniciativa do WCRP (Coordinated Regional Climate Downscaling) que fornece informação climática de alta resolução obtida por regionalização estatística ou dinâmica de modelos globais
Desertificação	Degradação do solo em áreas áridas, semiáridas e sub-húmidas secas resultantes de vários fatores, incluindo variações climáticas e atividades humanas. A degradação do solo em áreas áridas, semiáridas e sub-húmidas secas é a redução ou perda da produtividade biológica ou económica e da complexidade de solos cultiváveis de sequeiro, solos irrigados ou de pastagem, floresta e bosques resultantes de usos do solo ou de processo ou combinação de processos, incluindo processos decorrentes de atividades humanas e padrões habitacionais, tais como (1) erosão do solo causada pelo vento e/ou água; (2) deterioração das propriedades físicas, químicas, biológicas ou económicas do solo; e (3) perda de vegetação natural a longo prazo.
Dias de chuva	São dias com precipitação igual ou superior a 1mm num período de 24 horas (OMM).
Dias muito quentes	São dias com temperatura máxima superior ou igual a 35°C (OMM).
Dias de geada	São dias com temperatura mínima inferior ou igual a 0°C (OMM).
Dias de verão	são dias com temperatura máxima superior ou igual a 25°C (OMM).
Efeito estufa	O efeito radiativo infravermelho de todos os constituintes de absorção de infravermelhos na atmosfera. Gases com efeito de estufa, nuvens e (em menor medida) aerossóis absorvem a radiação terrestre emitida pela superfície da Terra e noutros locais da atmosfera. Estas substâncias emitem radiação infravermelha em todas as direções, mas, sendo tudo o resto igual, a quantidade líquida emitida para o espaço é normalmente menor do que seria emitido na ausência destes absorventes devido ao declínio da temperatura com altitude na troposfera e o conseqüente enfraquecimento da emissão. Um aumento na concentração de gases com efeito de estufa aumenta a magnitude deste efeito; a diferença é, por vezes, chamada de efeito de estufa ampliado. A alteração numa concentração de gases com efeito de estufa devido as emissões antropogénicas contribuem para um forçamento radiativo instantâneo. A superfície e a troposfera aquecem em resposta a este forçamento, restaurando gradualmente o equilíbrio radiativo no topo da atmosfera.
Ensemble	É uma coleção de simulações de modelos que caracterizam uma previsão climática ou projeção. Diferenças nas condições iniciais e na formulação do modelo resultam em diferentes evoluções do sistema modelado e podem dar informações sobre a incerteza associada com o erro do modelo e erros em condições iniciais, no caso de previsões climáticas e de incerteza associada com o erro de modelo e com a variabilidade climática gerada internamente no caso de projeções climáticas [IPCC, 2013].
Evento meteorológico extremo	Um evento meteorológico extremo é um evento que é raro num determinado lugar e altura do ano. As definições de raro variam, mas, normalmente, um evento meteorológico extremo seria tão ou mais raro do que o percentil 10 ou 90 de uma função de densidade da probabilidade estimada a partir das observações. Por definição, as características do que é chamado de condições meteorológicas extremas podem variar de local para local num sentido absoluto. Quando um padrão de

	condições meteorológicas extremas persiste durante algum tempo, como uma estação, pode ser classificado como um evento climático extremo, especialmente se produzir uma média ou total que é extremo (por exemplo, seca ou chuva intensa numa estação).
Extremos climáticos	A ocorrência de valores superiores (ou inferiores) a um limiar próximo do valor máximo (ou mínimo) observado.
Exposição	A presença de pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas, funções ambientais, serviços e recursos, infraestruturas ou bens económicos, sociais ou culturais em locais e cenários que poderiam ser afetados adversamente
Forçamento radiativo	É a alteração no fluxo radiativo líquido (expresso em $W m^{-2}$ (elevado a -2)), descendente menos ascendente, na tropopausa ou na parte superior da atmosfera devido a uma alteração num impulsor externo da alteração climática, como, por exemplo, uma alteração na concentração de dióxido de carbono ou da radiação solar. Por vezes, os impulsores internos ainda são tratados como forçamentos apesar de resultarem da alteração no clima, por exemplo, alterações nos aerossóis ou gases com efeito de estufa nos paleoclimas. O forçamento radiativo tradicional é calculado com todas as propriedades troposféricas fixas nos seus valores imperturbáveis e permitindo que as temperaturas estratosféricas, se perturbadas, se reajustem ao equilíbrio radiativo dinâmico. O forçamento radiativo é chamado instantâneo se não for contabilizada nenhuma alteração na temperatura estratosférica. Depois de se contabilizarem as adaptações rápidas o forçamento radiativo passa a chamar-se forçamento radiativo eficaz. Para efeitos do presente relatório, o forçamento radiativo é ainda definido como a alteração referente ao ano de 1750 e, salvo indicação em contrário, refere-se a um valor médio global e anual. O forçamento radiativo não deve ser confundido com o forçamento radiativo da nuvem, que descreve uma medida não relacionada do impacto das nuvens no fluxo radiativo na parte superior da atmosfera.
Frequência	Número de ocorrências de um determinado evento por unidade de tempo (ver probabilidade de ocorrência).
Gás com Efeito de Estufa (GEE)	Os gases com efeito de estufa são os constituintes gasosos da atmosfera, naturais e antropogénicos, que absorvem e emitem radiação em comprimentos de onda específicos dentro do espectro da radiação terrestre emitida pela superfície da Terra, a própria atmosfera e pelas nuvens. Esta propriedade causa o efeito de estufa. O vapor de água (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4) e ozono (O_3) são os principais gases com efeito de estufa da atmosfera da Terra. Além disso, há uma série de gases com efeito estufa inteiramente produzidos pelo homem da atmosfera, como os halocarbonos e outras substâncias que contêm cloro e bromo, tratadas de acordo com o Protocolo de Montreal. Para além do CO_2 , N_2O e do CH_4 , o Protocolo de Quioto lida com o hexafluoreto de enxofre (SF_6), hidrofluorcarbonetos (HFC) e perfluorcarbonetos (PFC) dos GEE.
Gestão flexível ou adaptativa ('flexible/adaptive management')	Opções (ou medidas) que implicam uma estratégia incremental (ou progressiva) deixando espaço para medidas de cariz mais transformativo, ao invés de planear a adaptação como uma ação única e de grande escala.
Histórico observado	Corresponde ao conjunto das observações entre 1971 e 2000.
Histórico simulado	É a projeção da resposta do sistema climático sobre emissão ou concentração de gases de efeito de estufa e aerossóis, com base em simulações, por modelos climáticos.
Ilha de calor urbana	O calor relativo de uma cidade em comparação com as áreas rurais circundantes, associada com alterações no escoamento, efeitos na retenção de calor e alterações no albedo da superfície.

Impactos	Efeitos nos sistemas naturais e humanos. O termo impactos é utilizado principalmente para fazer referência aos efeitos das condições climáticas e eventos climáticos extremos e das alterações climáticas nos sistemas natural e humano. Geralmente, os impactos referem-se a efeitos nas vidas, meios de subsistência, saúde, ecossistemas, economias, sociedades, culturas, serviços e infraestruturas devido à interação de alterações climáticas ou eventos climáticos perigosos que ocorram num período de tempo específico e a vulnerabilidade de uma sociedade ou sistemas expostos. Os impactos também são referidos como consequências e resultados. Os impactos das alterações climáticas nos sistemas geofísicos, incluindo inundações, secas e subida do nível do mar, são um subconjunto de impactos designados como impactos físicos. Os impactos podem ter resultados benéficos ou adversos para meios de subsistência, saúde e bem-estar, ecossistemas e espécies, serviços, infraestrutura e ativos económicos, sociais e culturais.
Incerteza	Um estado de conhecimento incompleto que pode resultar de uma falta de informação ou de desacordo sobre o que é conhecido ou cognoscível. Pode ter muitos tipos de fontes, da imprecisão nos dados a conceitos ou terminologia definidos ambigualmente, ou projeções incertas do comportamento humano. A incerteza pode, portanto, ser representada por medidas quantitativas (ex.: uma função de densidade da probabilidade) ou por declarações qualitativas (ex.: refletindo as decisões de uma equipa de especialistas).
Inércia climática	A resposta do sistema climático ao forçamento dos gases com efeito de estufa e dos aerossóis é caracterizada por uma inércia, impulsionada principalmente pelo oceano. O oceano tem uma capacidade muito grande de absorver calor e uma lenta mistura entre a superfície e o oceano profundo. Isso significa que levará vários séculos para todo o oceano se aquecer e alcançar o equilíbrio com o forçamento radiativo alterado. O oceano de superfície (e, portanto, os continentes) continuará a aquecer até atingir uma temperatura de superfície em equilíbrio com esse novo forçamento radiativo.
Infraestruturas ‘cinzentas’	Intervenções físicas ou de engenharia com o objetivo de tornar edifícios e outras infraestruturas mais bem preparadas para lidar com eventos extremos. Este tipo de opções foca-se no impacto direto das alterações climáticas sobre as infraestruturas (por exemplo, temperatura, inundações, subida do nível médio do mar) e têm normalmente como objetivos o ‘controlo’ da ameaça (por exemplo, diques, barragens) ou a prevenção dos seus efeitos (por exemplo, ao nível da irrigação ou do ar condicionado).
Infraestruturas ‘verdes’	Contribuem para o aumento da resiliência dos ecossistemas e para objetivos como a reversão da perda de biodiversidade, a degradação de ecossistemas e o restabelecimento dos ciclos da água. Utilizam as funções e os serviços dos ecossistemas para alcançar soluções de adaptação mais facilmente implementáveis e de melhor custo-eficácia que as infraestruturas ‘cinzentas’. Podem passar, por exemplo, pela utilização do efeito de arrefecimento gerado por árvores e outras plantas, em áreas densamente habitadas; pela preservação da biodiversidade como forma de melhorar a prevenção contra eventos extremos (por exemplo, tempestades ou fogos florestais), pragas e espécies invasoras; pela gestão integrada de área húmidas; e, pelo melhoramento da capacidade de infiltração e retenção da água.
Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)	IPCC é uma organização criada em 1988 no âmbito das Nações Unidas por iniciativa do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e da Organização Meteorológica Mundial (OMM)
Má-adaptação (‘maladaptation’)	Ações de adaptação que podem levar a um aumento do risco e/ou da vulnerabilidade às alterações climáticas, ou seja, à diminuição do bem-estar no presente ou no futuro
Medidas de adaptação	Ações concretas de ajustamento ao clima atual ou futuro que resultam do conjunto de estratégias e opções de adaptação, consideradas apropriadas para responder às necessidades específicas do sistema. Estas ações são de âmbito alargado podendo ser categorizadas como estruturais, institucionais ou sociais.
Mitigação	Uma intervenção humana para reduzir as fontes ou aumentar os sumidouros de gases com efeito de estufa.
Modelo climático global (GCM)	Modelo climático global é o modelo numérico de previsão do clima para o globo terrestre, englobando a representação dos processos físicos da atmosfera, oceano, criosfera e superfície terrestre. A resolução horizontal é habitualmente entre 250 e 600 km, sendo considerados 10 a 20 níveis verticais.
Modelo climático regional (RCM)	Modelo climático regional é um modelo numérico de previsão do clima para uma região. Habitualmente determinados a partir de GCM (global climatic model), com

	<p>resoluções horizontais da ordem da dezena de quilómetros, utilizando os GCM para definição das condições iniciais, condições-fronteira variáveis no tempo e condições-fronteira na superfície. Podem incluir o efeito dos gases de efeito de estufa e forçamento por aerossóis. Podem ser determinados de forma estatística ou dinâmica. São modelos com uma resolução maior que os modelos climáticos globais (GCM), embora baseados nestes. Os modelos climáticos globais contêm informações climáticas numa grelha com resoluções entre os 300 Km e os 100 Km enquanto os modelos regionais usam uma maior resolução espacial, variando a dimensão da grelha entre os 11 km e os 50 km.</p>
Modelo climático	<p>É a representação numérica do sistema climático com base em propriedades físicas, químicas e biológicas dos seus componentes, as suas interações e processos de respostas e contabilizando algumas das suas propriedades conhecidas. O sistema climático pode ser representado por modelos de complexidade variável, ou seja, para qualquer componente ou combinação de componentes um espectro ou hierarquia de modelos pode ser identificada, diferindo em tais aspetos como o número de dimensões espaciais, a extensão em que os processos físicos, químicos ou biológicos são explicitamente representados ou o nível em que as parametrizações empíricas são envolvidas. Modelos Acoplados de Circulação Geral da Atmosfera e do Oceano (AOGCM) oferecem uma representação do sistema climático que esta perto ou no final mais abrangente do espectro atualmente disponível. Há uma evolução em direção a modelos mais complexos com química e biologia interativas. Os modelos climáticos são aplicados como uma ferramenta de pesquisa para estudar e simular o clima e para fins operacionais, incluindo previsões climáticas mensais, sazonais e inter-anuais.</p>
Normal climatológica	<p>Em Meteorologia uma normal de um elemento meteorológico é o valor médio desse elemento ao longo de um período fixo de anos para um determinado local, região, país ou área geográfica. Num sentido mais alargado, as normais devem consistir num conjunto de estatísticas descritivas que inclui a média, a mediana, o desvio padrão, os quartis, a distribuição de frequências, os valores extremos, etc. dos elementos meteorológicos considerados.</p> <p>Na Conferência Internacional de Meteorologia em 1935, em Varsóvia, o período compreendido entre 1901 e 1930 foi selecionado como o período internacional padrão para as normais. Posteriormente a recomendação internacional é recalcular as normais ao fim de cada década usando os 30 anos anteriores. As normais que se iniciam, por exemplo, a 1 de janeiro de 1941 terminam a 31 de dezembro de 1970; as normais seguintes iniciam-se a 1 de janeiro de 1951 e terminam a 31 de dezembro de 1980, e assim sucessivamente. A estas normais chamam-se normais climatológicas. Esta prática é usada para ter em conta as variações lentas do Clima. O período de anos considerado para as normais deve ser sempre referido claramente, já que os resultados obtidos para diferentes períodos com a mesma duração raramente são iguais.</p> <p>Os principais elementos meteorológicos considerados no cálculo das normais são a temperatura do ar (média, máxima e mínima), a pressão atmosférica, a precipitação, a humidade do ar, a insolação, a nebulosidade, a evaporação e o vento. Estão igualmente incluídos neste conjunto o número de dias em que ocorreu neve, granizo ou saraiva, trovoada, nevoeiro, orvalho e geada.</p>
Noites tropicais	São noites com temperatura mínima superior ou igual a 20°C (OMM).
NUTS	NUTS é o acrónimo de “Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos”, sistema hierárquico de divisão geográfica de um país e suas regiões.
Onda de Calor	Sendo a definição do índice de duração da onda de calor (HWDI – Heat Wave Duration Index) segundo a Organização Meteorológica Mundial (WCDMP-No.47, WMO-TD No.1071), considera-se que 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. De realçar, no entanto, que esta definição está mais relacionada com o estudo e análise da variabilidade climática (em termos de tendências) do que propriamente com os impactos na saúde pública de temperaturas extremas que possam observar-se num período mais curto. Por exemplo, a ocorrência de 3 dias em que a temperatura seja 10 °C acima da média terá certamente mais impacto na saúde que 7 dias com temperatura 5 °C acima da média.
Orçamento total de carbono	Estimativa cumulativa de emissões antrópicas globais líquidas de CO2 do período pré-industrial até o momento em que as emissões antrópicas de CO2 atingem valor

	líquido zero, que resultaria, com alguma probabilidade, na limitação do aquecimento global a um dado nível, contabilizando o impacto de outras emissões antrópicas.
Overshoot de temperatura	A superação temporária de um nível específico de aquecimento global.
Perigo	A ocorrência potencial de um evento físico ou o efeito de uma tendência natural ou induzida pelo homem ou impactos físicos que possam causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos para a saúde, bem como perdas e danos nas propriedades, infraestruturas, meios de subsistência, prestação de serviços, ecossistemas e recursos ambientais. Neste relatório, o termo perigo refere-se, normalmente, a eventos físicos ou ao efeito de tendências relacionadas com o clima ou com os seus impactos físicos.
Pré-industrial	Período de vários séculos antes do início da atividade industrial em grande escala, por volta de 1750. O período de referência 1850–1900 é usado para aproximar a GSMT do período pré-industrial.
Projeção climática	Projeção da resposta do sistema climático a cenários de emissões ou concentrações de gases com efeito de estufa e aerossóis, ou cenários de forçamento radiativo ¹ , frequentemente obtida através da simulação em modelos climáticos. As projeções climáticas dependem dos cenários de emissões/concentrações/ forçamento radiativo utilizados que são baseados em suposições relacionadas com comportamentos socioeconómicos e tecnológicos no futuro. Estas suposições poderão ou não vir a acontecer estando sujeitas a um grau substancial de incerteza.
Projeção	Projeção é uma estimativa de uma potencial evolução futura de uma quantidade ou conjunto de quantidades, frequentemente calculado com o auxílio de um modelo. Ao contrário de previsões, projeções são condicionadas por pressupostos relativos, por exemplo, futuros desenvolvimentos socioeconómicos e tecnológicos que podem ou não ser realizados.
Projeção do clima	Projeção do clima é a resposta simulada do sistema climático a um cenário de emissão ou de concentração de gases estufa, geralmente derivados de aerossóis, usando modelos climáticos futuros. Projeções climáticas são distintas de previsões climáticas por sua dependência de dados da emissão, concentração e do uso de um cenário de forçamento radiativo, o que por sua vez é baseado em suposições relativas que podem ou não ser realizados
Patamares de Concentração Representativos (RCP)	Cenários que incluem séries temporais de emissões e de concentrações do conjunto completo de gases com efeito de estufa e de aerossóis e gases quimicamente ativos, bem como a utilização dos solos/cobertura dos solos (Moss et al., 2008). A palavra «representativo» significa que cada RCP oferece apenas um de muitos cenários possíveis que levariam a características específicas do forçamento radiativo. O termo patamar enfatiza que não só os níveis de concentração a longo prazo são de interesse, mas também a trajetória tomada ao longo do tempo para alcançar esse resultado. (Moss et al., 2010). Normalmente, os RCP referem-se à porção dos patamares de concentração que prolongam até 2100, para os quais os Modelos de Avaliação Integrada produzem cenários de emissões correspondentes. Foram selecionados quatro RCP dos Modelos de Avaliação Integrada da bibliografia publicada e são utilizados na atual avaliação do IPCC como base para as previsões climáticas e as projeções apresentadas nos Capítulos 11 a 14: RCP2.6 - Um patamar onde o forçamento radiativo atinge, aproximadamente, 3 W m(elevado a -2) antes de 2100 e, de seguida, declina (o ECP correspondente assume emissões constantes após 2100). RCP4.5 e RCP6.0 - Dois patamares de estabilização intermediários em que o forçamento radiativo está estabilizado a aproximadamente 4,5 W m(elevado a -2) e 6,0 W m(elevado a -2) após 2100 (o ECP correspondente assume emissões constantes após 2150). RCP8.5 - Um patamar elevado para cada forçamento radiativo é superior a 8,5 W m(elevado a -2) em 2100 e continua a aumentar durante algum tempo (o ECP correspondente assume emissões constantes após 2250).
Resiliência	A capacidade dos sistemas sociais, económicos e ambientais de lidar com eventos perigosos ou tendências ou perturbações, respondendo ou reorganizando-se de formas que mantenham a sua função, identidade e estrutura essenciais, enquanto também mantêm a capacidade de adaptação, aprendizagem e transformação.
Risco	O potencial de consequências adversas de um perigo relacionado ao clima para os sistemas humano e natural, resultante de interações entre esse perigo, vulnerabilidade e exposição do sistema afetado. O risco integra a probabilidade de exposição ao perigo e a magnitude de seu impacto. O risco também pode descrever

	o potencial de consequências adversas das respostas de adaptação ou mitigação à mudança do clima. Neste documento, o termo risco é utilizado principalmente para fazer referência aos riscos dos impactos relacionados com as alterações climáticas.
Risco climático	É definido como a probabilidade de ocorrência de consequências ou perdas danosas (morte, ferimentos, bens, meios de produção, interrupções nas atividades económicas ou impactos ambientais), que resultam da interação entre o clima, os perigos induzidos pelo homem, e as condições de vulnerabilidade dos sistemas (adaptado de ISO 31010, 2009, UNISDR, 2011).
Remoção de Dióxido de Carbono (CDR)	Atividades antrópicas de remoção de CO ₂ da atmosfera, armazenando-o de forma durável em reservatórios geológicos, terrestres ou oceânicos, ou em produtos. Inclui aumento antrópico existente e potencial de sumidouros biológicos ou geoquímicos e captura e armazenamento direto de ar, mas exclui a absorção natural de CO ₂ não causada diretamente pelas atividades humanas.
Sensibilidade / Suscetibilidade	Determina o grau a partir do qual o sistema é afetado (benéfica ou adversamente) por uma determinada exposição ao clima. A sensibilidade ou suscetibilidade é condicionada pelas condições naturais e físicas do sistema (por exemplo, a sua topografia, a capacidade dos solos para resistir à erosão ou o seu tipo de ocupação) e pelas atividades humanas que afetam as condições naturais e físicas do sistema (por exemplo, práticas agrícolas, gestão de recursos hídricos, utilização de outros recursos e pressões relacionadas com as formas de povoamento e densidade populacional). Uma vez que muitos sistemas foram modificados tendo em vista a sua adaptação ao clima atual (por exemplo, barragens, diques e sistemas de irrigação), a avaliação da sensibilidade inclui igualmente a vertente relacionada com a capacidade de adaptação atual. Os fatores sociais, como a densidade populacional, deverão ser apenas considerados como sensíveis se contribuírem diretamente para os impactos climáticos.
Transformação	Uma mudança nos atributos fundamentais dos sistemas humanos e naturais. No âmbito deste resumo, a transformação poderá refletir o reforço, alteração ou alinhamento de paradigmas, objetivos ou valores, visando a promoção da adaptação para o desenvolvimento sustentável, incluindo a redução da pobreza.
Trajectoria de emissões	Neste Sumário para Formuladores de Políticas, as trajetórias modeladas das emissões globais antrópicas ao longo do século XXI são denominadas trajetórias de emissão. As trajetórias de emissão são classificadas pela sua trajetória de temperatura ao longo do século XXI: as trajetórias com pelo menos 50% de probabilidade, com base no conhecimento atual, de limitar o aquecimento global a menos de 1,5°C são classificadas como “sem overshoot”; as que limitam o aquecimento a menos de 1,6°C e voltam a 1,5°C até 2100 são classificadas como de “overshoot limitado a 1,5°C”; enquanto aquelas que ultrapassam 1,6°C, mas retornam a 1,5°C até 2100, são classificadas como “overshoot mais alto”.
Trajectorias de desenvolvimento resilientes ao clima (CRDPs)	Trajectorias que fortalecem o desenvolvimento sustentável em múltiplos esforços e escalas para erradicar a pobreza por meio de transformações e transições sistêmicas e sociais equitativas, reduzindo a ameaça da mudança do clima por meio de ambiciosa mitigação, adaptação e resiliência climática.
Temperatura média global da superfície (GMST)	Média global estimada das temperaturas do ar próximo da superfície sobre a terra e o gelo marinho, e as temperaturas da superfície do mar sobre regiões oceânicas sem gelo, com alterações normalmente expressas como saídas de um valor ao longo de um período de referência especificado. Ao estimar as mudanças na GMST, as temperaturas do ar próximas da superfície sobre a terra e os oceanos também são usadas.
Temperatura média global da superfície	Temperatura média global da superfície é uma estimativa da temperatura média global do ar na superfície. Contudo, para alterações ao longo do tempo, são utilizadas as anomalias como ponto de partida da climatologia, normalmente a média global da anomalia da temperatura da superfície do mar e da temperatura do ar da superfície terrestre.
Temperatura máxima a superfície	Temperatura máxima a superfície é uma estimativa da temperatura máxima do ar a superfície.
Temperatura mínima a superfície	Temperatura mínima a superfície é uma estimativa da temperatura mínima do ar a superfície.

	Valor líquido zero de emissões de CO ₂ : Chega-se a emissões líquidas zero de dióxido de carbono (CO ₂) quando as emissões antrópicas de CO ₂ são equilibradas globalmente pelas remoções antrópicas de CO ₂ durante um período específico.
Vulnerabilidade	A propensão ou predisposição para ser afetado(a) negativamente. A vulnerabilidade abrange uma variedade de conceitos e elementos, incluindo sensibilidade ou suscetibilidade a danos ou falta de capacidade para enfrentar ou se adaptar.
Variabilidade climática	A variabilidade climática é definida pelas variações estatísticas (médias, desvios-padrão, ocorrência de extremos, etc.) do clima nas diversas escalas espaciais e temporais. A variabilidade pode ser resultado de catástrofes naturais, processos internos ao sistema climático (variabilidade interna) ou forçamento antropogénico (variabilidade externa). Ver também mudança climática

BIBLIOGRAFIA

Alcoforado, J., Andrade, H., Oliveira, S., Festas, J. e Rosa, F. (2009) *Alterações climáticas e desenvolvimento urbano*. DGOTDU. Série Política de cidades, 4. (ISBN: 978-972-8569-46-4)

ANEPC (2009). *Caderno Técnico Nº 9, Guia para a Caracterização de Risco no âmbito da Elaboração de Planos de Emergência de Proteção Civil*. Edição: Autoridade Nacional de Proteção Civil, setembro de 2009.

ANEPC (2019). *Avaliação Nacional de Risco*.

<http://www.prociv.pt/bk/RISCOSPREV/AVALIACAONACIONALRISCO/PublishingImages/Paginas/default/ANR2019-vers%C3%A3ofinal.pdf>.

APA. (2015). *Guia Metodológico. ClimAdaPT.Local*.

Ayala-Carcedo (2002). *Riesgos Naturales*. Ayala-Carcedo, Javier y Cantos, Jorge Olcina (coord.)-, 1ª ed., Ariel Ciencia, Barcelona, PP. 379-404.

Barata, P., Pinto, B. et al. (2016), *ClimAdaPT.Local – 07_Manual Avaliação da Vulnerabilidade Climática do Parque Residencial Edificado*. Lisboa. ISBN: 978-989-99697-4-2.

Barros, A. (2010). *Riscos naturais e tecnológicos no Concelho de Lamego : contributo para o ordenamento e gestão de emergência municipal*. Dissertação de Mestrado Apresentada à universidade de Coimbra. <http://hdl.handle.net/10316/14717>.

Barroso, S., Gomes, H. et al. (2016), *ClimAdaPT.Local – 05_Manual Integração das Opções de Adaptação nos Instrumentos de Gestão Territorial de Âmbito Municipal*. Lisboa. ISBN: 978-989-99697-2-8.

Câmara Municipal de Lisboa. (2017). *Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas de Lisboa*.

Capela Lourenço., Dias, L. et al. (2016), *ClimAdaPT.Local – 03_Identificação de Opções de Adaptação*. Lisboa. ISBN: 978-989-99697-0-4.

Capela Lourenço., Dias, L. et al. (2016), *ClimAdaPT.Local – 04_Avaliação de Adaptação*. Lisboa. ISBN: 978-989-99697-1-1;

Leal, C., Ganho, N. e Leal, M. (2008). *O contributo dos espaços verdes da cidade de Coimbra (Portugal) no topoclima, microclima e no conforto bioclimático*. Cadernos de Geografia, ISSN 0871-1623, Nº. 26-27, 2007-2008, págs. 333-342.

Collins, M., Knutti, R., Arblaster, J., Dufresne, L., Fichet, T., Friedlingstein, P., Gao, X., Gutowski, W., Johns, T., Krinner, G., Shongwe, M., Tebaldi, C., Weaver, J., and Wehner, M. (2013). *Longterm Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility*. Em: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth*

Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova Iorque, NI, EUA.

COM. (2009). *LIVRO BRANCO Adaptação às alterações climáticas: para um quadro de acção europeu*. Comissão Europeia, Bruxelas.

Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra. (2017). *Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas da CIM Região de Coimbra*.

Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra. (2017). *Plano Intermunicipal de Gestão de Riscos da Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra (PIGR-RC)*.

Comunidade Intermunicipal do Alentejo Central. (2020). *Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alentejo Central (PIAAC-AC)*.

Dias, L., Capela, T. et al. (2016). *ClimAdaPT.Local – 01_Manual Avaliação de Vulnerabilidades Atuais*. Lisboa. ISBN: 978-989-99084-8-2.

Dias, L., Karadzic, V. et al. (2016). *ClimAdaPT.Local – 02_Manual Avaliação de Vulnerabilidades Futuras*. Lisboa. ISBN: 978-989-99084-9-9;

DISASTER. (2012). *Projeto DISASTER – Desastres Naturais de origem hidro-geomorfológica em Portugal: base de dados SIG para apoio à decisão no ordenamento do território e planeamento de emergência*. Setembro de 2012. Lisboa.

EEA. (2008). *European Environmental Agency, Impacts of Europe's Changing Climate – 2008 Indicator-based Assessment*, EEA Report n.º 4/2008.

http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2008_4.

EEA, (2013). *Adaptation in Europe. Addressing risks and opportunities from climate change in the context of socio-economic developments*. EEA Report n.º 3/2013. ISSN 1725-9177.

EEA, (2013). *Climate change impacts and vulnerability in Europe 2012. An indicator-based report*. EEA Report n.º 12/2012. ISSN 1725-9177.

European Environment Agency. (2017). *Climate change impacts and vulnerability in Europe 2016*. <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016> An indicator-based report. EEA Report No 1/2017.

EU. (2007). *Comissão das Comunidades Europeias, Livro Verde sobre Adaptação às alterações climáticas-possibilidades de acção na União Europeia*. COM (2007) 354.

Ferreira, J. (2017). *Infraestruturas azuis e verdes nos planos de ordenamento do município de Aveiro*. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade de Aveiro.

Füssel, H. (2007). *Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons*. *Sustainability Science* 2:265–275. DOI 10.1007/s11625-007-0032-y. Springer.

Füssel, H. (2009). Ranking of national-level adaptation options. An editorial comment. *Climatic Change*, **95** (1-2):47-51, 2009. DOI: 10.1007/s10584-009-9609-z. Springer.

Fussel, H. and Klein R. (2006). Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking. *Climatic Change*, **75**: 301–329. Sp Fritzsche, Kerstin.

Füssel, H., Marx, A, Hildén, M., Bastrup-Birk, A., Louwagie, G., Wugt-Larsen, F. e Suk, J. (2017). *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016*. 10.2800/534806.

GPP. (2012). *A agricultura na economia portuguesa – envolvente, importância e evolução recente*. Gabinete de Planeamento e Políticas. Lisboa. www.gpp.pt.

ICNF. (2013). *Adaptação das Florestas às Alterações Climáticas*. Instituto de Conservação da Natureza e Florestas. Lisboa. <http://www.icnf.pt/portal/florestas/ppf/resource/ficheiros/alt-clima/rel-florest-enaac>.

IM. (2010). *Alterações observadas do clima actual*. Instituto de Meteorologia. Lisboa. www.ipma.pt.

Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2015). *Boletim Climatológico Mensal* – dezembro 2015. ISSN 2183-1076.

Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2016a). *Boletim Climatológico Mensal*. julho 2016. ISSN 2183-1076.

Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2016b). *Boletim Climatológico Mensal*. agosto 2016. ISSN 2183-1076.

Instituto Português do Mar e da Atmosfera. (2020). *Boletim Climatológico Mensal*. julho 2020. ISSN 2183-1076.

IPCC. (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2 007. 978-0-521-70597-4.

IPCC. (2007). *IPCC Fourth Assessment Report (AR4)*. Watson, R.T. and the Core Writing Team (Eds.) IPCC, Geneva, Switzerland. pp 184.

IPCC. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation - Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change First Joint Session of Working Groups I and II, 2012*.

IPCC. (2013a). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.

[Stocker, T.F. et al.]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

IPCC. (2013b). *Annex III: Glossary [Planton, S. (ed.)]. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, F., Qin, D., Plattner, G.; Tignor, M., Allen, S., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. and Midgley, P. (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom and New York. NY. USA.

IPCC. (2014a). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge. United Kingdom and New York, NY, USA: 2014a.

IPCC. (2014b). *Summary for policymakers*. United Kingdom and New York: Cambridge University Press, 2014b

IPCC. (2014c). *Anexo II: Glossário. Em: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C. B., V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea e L. L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova Iorque, NI, EUA.

IPCC. (2014d). *Alterações Climáticas 2014: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade - Resumo para Decisores. Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas* [Field, C. B., V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea e L. L. White (eds.)]. Organização Meteorológica Mundial (WMO), Genebra, Suíça, 34 págs.

IPCC. (2018). *Relatório especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e respectivas trajetórias de emissão de gases de efeito de estufa, no contexto do fortalecimento da resposta global à ameaça da mudança do clima, do desenvolvimento sustentável e dos esforços para erradicar a pobreza. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas*. www.ipcc.ch.

Jevrejeva et al. (2012). *Sea level projections to AD2500 with a new generation of climate change scenarios. Global and Planetary Change*, 80-81, 14-20.

Fritzsche, K., Schneiderbauer, S., Bubeck, P., Kienberger, S., Buth, M., Zebisch, M. e Kahlenborn, W. (2014). *El Libro de la Vulnerabilidad Concepto y lineamientos para la evaluación estandarizada de la vulnerabilidad*. https://www.adaptationcommunity.net/?wpfb_dl=269.

- Lourenço, L. (2007). *Riscos Naturais, Antrópicos e Mistos*. Territorium 14, Coimbra
- Marques, D., Ganho, N. e Cordeiro, A. (2009). *O contributo de estudos climáticos à escala local para o ordenamento urbano - O exemplo de Coimbra (Portugal)*. Actas (em CD) do 1º Congresso de Desenvolvimento Regional de Cabo Verde, 2º Congresso Lusófono de Ciência Regional, 3º Congresso de Gestão e Conservação da Natureza e 15º Congresso da Associação Portuguesa de Desenvolvimento Regional (APDR), Cidade da Praia, Cabo Verde: 3394-3415.
- Marques J., Amado P. e Santos, F. (2005). *Cheias em áreas urbanas- A zona de intervenção do Programa Polis em Coimbra*. Territorium. nº12. Pp29.53.
- Mateus, C., Cunha, L. e Nossa, P. (2014). *Ondas de calor e ondas de frio em Coimbra: impactos na mortalidade da população*. 10.13140/RG.2.1.3163.0167.
- Mateus P. (2014). *Ondas de calor e ondas de frio em Coimbra: impactos na mortalidade da população*. Coimbra: [s.n.], 2014. Dissertação de Mestrado. Disponível na WWW: <http://hdl.handle.net/10316/27650>.
- Mendes, J. (2009). *Social vulnerability indexes as planning tools: beyond the preparedness paradigm*, in Journal of Risk Research, Routledge, Londres.
- Mendes, J. e Tavares, A. (2009). *Building resilience to natural hazards*.
- Município de Guimarães. (2016). *Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Guimarães*. ClimAdaPT.Local.
- Município do Porto. (2016). *Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Porto*. ClimAdaPT.Local.
- Nunes, A., Pinho, J. e Ganho, N. (2011). *O “Ciclone” de fevereiro de 1941: análise histórico-geográfica dos seus efeitos no município de Coimbra*. FLUC. Cadernos de Geografia, pp53-60.
- Occupational Health and Safety. (2008). *OHS, Risk Assessment and Control Form, University of Western Sydney, Sydney*.
- Oregon Emergency Management. (2008). *Hazard Analysis Methodology*, OEM, Oregon
- Palrilha, P. (2004). *As cheias no Baixo Mondego no ano hidrológico 2000/2001. Avaliação e percepção ao risco de inundação*. Tese de Mestrado (não publicado). Universidade de Aveiro.
- Pardal, J., Cunha, L. e Tavares, A. (2016). *As cheias na sub-bacia hidrográfica do rio dos Fornos: pontos críticos e medidas de minimização*. TERRITÓRIOS DE ÁGUA. CEGOTA - Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Coimbra, pp 30 – 43 (569). ISBN: 978-989-20-6860-2. <http://hdl.handle.net/10316/32286>.
- Pardal, J., Cunha, L. e Tavares, A. (2017). *As cheias nas sub-bacias hidrográficas do rio dos Fornos e do rio Ceira: pontos críticos e medidas de minimização (The floods in the sub-basins*

the river of Fornos and the river of Ceira : critical points and minimization measures). I Seminário de Doutoramento e Investigação em Geografia. Universidade de Coimbra, Coimbra, 21 a 22 de setembro de 2017.

Pardal, J., Cunha, L. e Tavares, A. (2017). *AVALIAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO NO TROÇO TERMINAL DO RIO CEIRA*. IV Congresso Internacional de Riscos. RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança & Universidade de Coimbra. Universidade de Coimbra, Coimbra, 23 a 26 de maio de 2017.

Pardal, J., Cunha, L., Tavares, A. e Santos P. (2018). *Flood flows in the Mondego River in the region of Coimbra: a complex problem for risk management*. 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON BUILDING RESILIENCE. Risk and Resilience in practice: Vulnerabilities, Displaced People, Local Communities and Heritages. November 14-16, 2018 | Lisbon, Portugal

Pardal, J., Cunha, L. e Tavares, A., Santos P. e Leitão L. (2019). *Contribution of the intermediate hydrographic basin of mondego river for the tributary flows to Coimbra in floods events*. 3Rd international meeting, Terrestrial Cohesion. 2030 Agenda for Sustainable Development. Universidade de Coimbra 26 to 28 September, 2019. PP112-113: 135.

Pardal, J., Cunha, L. e Tavares, A. (2019). *Contributo da bacia hidrográfica intermédia do Rio Mondego para os caudais afluentes a Coimbra em evento de cheia*. 2º Seminário de Doutoramento e Investigação Científica em Geografia da Universidade de Coimbra. Universidade de Coimbra, e Fundação para a Ciência e Tecnologia. Coimbra. pp 21 a 23.

Pardal, J. et al. (2020). *O contributo dos caudais de cheia do rio Ceira para a magnitude dos caudais de cheia em Coimbra (Portugal)*. In Contribution of the Science for Disaster Risk Management. Acting today, protecting tomorrow (Abstracts). (pp. 30). Disponível em: https://vcir.riscos.pt/wcontent/uploads/2020/10/eBook_Resumos_VCIR_v2.pdf

Practices and policies on governance and mitigation in the central region of Portugal, in MARTORELLE et al, Safety, Reliability and risk analysis: Theory, methods and applications, Taylor & Francis Group, Londres

Rebelo, F. (1997). *Risco e crise nas inundações rápidas em espaço urbano. Alguns exemplos portugueses analisados a diferentes escalas*, Territorium, Coimbra, 4, p. 29-47.

Rebelo, F. (2003). *Riscos naturais e acção antrópica. Estudos e reflexões*. Coimbra, Imprensa da Universidade, 286 p. (2ª edição, revista e aumentada).

Santos, F., Marques, J. e Amado, P. (2002). *Estudo hidráulico e hidrológico do rio Mondego na zona de intervenção do Programa Polis em Coimbra - Relatório final*, DEC, FCTUC, COIMBRA.

Santos, F., Marques, J., Simões, N. e Mendes, P. (2013). *Modelação numérica de cheias fluviais e urbanas na bacia do Mondego. Riscos naturais, antrópicos e mistos. Homenagem ao Professor Doutor Fernando Rebelo*. Edição da Universidade de Coimbra, Departamento de Geografia da Faculdades de Letras, pp. 463 – 479

SIAM I, (2002). F.D. Santos, K. Forbes, R. Moita (editores), *Climate Change in Portugal, Scenarios, Impacts and Adaptation Measures – SIAM Project*, Gradiva, Lisbon, Portugal.

SIAM II, (2006). F.D. Santos e P. Miranda (editores), *Alterações Climáticas em Portugal Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação. Projecto SIAM II*, Gradiva, Lisboa.

Simões, S., Gregório, V. et al. (2016), *ClimAdaPT.Local – 06_Manual Avaliação da Vulnerabilidade Climática do Parque Residencial Edificado*. Lisboa. ISBN: 978-989-99697-3-5;

Soares, P., Cardoso, R., Lima, D. e Miranda, P. (2017). *Future precipitation in Portugal: high-resolution projections using WRF model and EURO-CORDEX multi-model ensembles*. *Clim Dyn* 49: 2503 -2530. doi: 10.1007/s00382- -016-3455-2.

Tavares, A. (1999). *Condicionantes físicas ao planeamento. Análise da susceptibilidade no espaço do concelho de Coimbra*. Tese de Doutoramento (não publicado), Universidade de Coimbra, pp. 343p.

Tavares, A. e Soares, A. (2002). *Instability relevance on land use planning in Coimbra municipality (Portugal)*. *Proceedings International Conference on Instability – Planning and Management*. Ed. Thomas Telford, pp 177- 184.

Tavares, A. e Cunha, L. (2004). *Áreas inundáveis e pontos críticos de escoamento superficial no Município de Coimbra* (relatório não publicado) DCT-FCTUC e CMC, 13 P. + 1 mapa.

Tavares, A. e Cunha, L. (2008). *Perigosidade natural na gestão territorial. O caso do município de Coimbra*, Colóquio A Terra: Conflitos e Ordem, Coimbra

Tavares, A. e Cunha, L. (2008). *Perigosidade natural na gestão territorial. O caso do Município de Coimbra*. A Terra: Conflitos e Ordem, pp. 89-100.

Tavares, A. (2010). *Riscos Naturais e Ordenamento do Território – Modelos, Práticas e Políticas Públicas a partir de uma Reflexão para a Região Centro de Portugal*. *Prospetiva e Planeamento*, Vol. 17, p. 33-55.

Tavares, A. et al. (2010). *PROT-Centro – Riscos Naturais e Tecnológicos – Contributo para a Síntese de Diagnóstico e Visão Estratégica*, consultado em <http://consulta-protc.inescporto.pt> em 28/07/2015;

Tavares, A. (2013). Referenciais e modelos de governação dos riscos. Riscos naturais, antrópicos e mistos. In *Homenagem ao Professor Doutor Fernando Rebelo.*, 63 - 80. Coimbra: Departamento de Geografia. Faculdade de Letras.

Tavares, A., Barros, L., Santos, P., e Zêzere, J. (2013). *Desastres naturais de origem hidrogeomorfológica no Baixo Mondego no período 1961-2010*. *Revista Portuguesa de riscos, prevenção e segurança. Territorium* 20, (2013), 65-76. ISSN 1647-7723. DOI http://dx.doi.org/10.14195/1647-7723_20_6

UNDRO (1979). Natural Disaster and Vulnerability Analysis Report of Expert Group Meeting 9-12 July 1979. Office of The United Nations Disaster Relief Coordinator, Geneva.

UKCIP (2013). *The UKCIP Adaptation Wizard v 4.0*. UKCIP, Oxford

Van Der Linden, P., Mitchell, J.F.B. (ed) (2009), *Ensembles: climate change and its impacts: summary of research and results from the Ensembles Project*, Met Office Hadley Centre, UK.

Zêzere, J. (2007). Riscos e Ordenamento do Território. *Inforgeo*, 20/21, Ordenamento Territorial, Associação Portuguesa de Geógrafos, p.59-63.

Zêzere, J.; Pereira, A.; Morgado, P. (2006). *Perigos Naturais e Tecnológicos no Território de Portugal Continental*. Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa

O Programa em elaboração terá em consideração os seguintes documentos:

- Acordo de Paris;
- Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas;
- Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS) para 2018 da Direção-Geral do Território (DGT);
- Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAA 2020);
- Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade 2030;
- Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável;
- Estratégia Nacional de Educação Ambiental (ENEA2020);
- Pacto Ecológico Europeu, Green Deal;
- Plano Especial de Emergência para Cheias e Inundações no Concelho de Coimbra;
- Plano de Ordenamento da Reserva Natural do Paul de Arzila;
- Plano Diretor Municipal de Coimbra;
- Plano de Gestão de Risco de Inundação RH4 - Mondego Vouga e Liz;
- Plano de Gestão dos Recursos Hídricos RH4 – Mondego Vouga e Liz;
- Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas da CIM Região de Coimbra;
- Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios;
- Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil de Coimbra;
- Plano Nacional Integrado de Energia e Clima (2021-2030);
- Política climática nacional: Quadro Estratégico para a Política Climática 2020/2030 (QEPiC);

- Programa de Ação para a Adaptação às Alterações Climáticas (P-3AC);
- Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território;
- Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) 2020/20303;
- Programa Regional de Ordenamento Florestal do Centro Litoral;
- Relatórios de avaliação do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC);
- Resolução do Parlamento Europeu sobre a Emergência Climática e Ambiental (2019/2930(RSP));
- Resolução Parlamento sobre a Conferência da ONU sobre Alterações Climáticas (COP25);
- Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC2050).

Web sites de referência:

- [https://apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81;](https://apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81)
- [https://climate-adapt.eea.europa.eu/;](https://climate-adapt.eea.europa.eu/)
- [www.climadapt-local.pt;](http://www.climadapt-local.pt)
- [https://climate.copernicus.eu/;](https://climate.copernicus.eu/)
- [https://ec.europa.eu/clima/change/causes_pt;](https://ec.europa.eu/clima/change/causes_pt)
- [https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation_en;](https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation_en)
- [https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016;](https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016)
- [https://www.eea.europa.eu/publications/floodplains-a-natural-system-to-preserve-and-restore;](https://www.eea.europa.eu/publications/floodplains-a-natural-system-to-preserve-and-restore)
- [https://www.eea.europa.eu/pt;](https://www.eea.europa.eu/pt)
- [https://www.eea.europa.eu/pt/pressroom/newsreleases/evidencia-das-alteracoes-climaticas-em;](https://www.eea.europa.eu/pt/pressroom/newsreleases/evidencia-das-alteracoes-climaticas-em)
- [https://eurocid.mne.gov.pt/alteracoes-climaticas;](https://eurocid.mne.gov.pt/alteracoes-climaticas)
- [https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/;](https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/)
- [https://nacoesunidas.org/tema/agenda2030/;](https://nacoesunidas.org/tema/agenda2030/)
- [https://www.nasa.gov/subject/3127/climate/;](https://www.nasa.gov/subject/3127/climate/)
- [https://vancouver.ca/green-vancouver/climate-change-adaptation-strategy.aspx;](https://vancouver.ca/green-vancouver/climate-change-adaptation-strategy.aspx)
- [https://www.ukcip.org.uk/wizard/about-the-wizard/.](https://www.ukcip.org.uk/wizard/about-the-wizard/)

Fontes de bases de dados:

- Comando Distrital de Operações de Socorro de Coimbra/Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC);
- Companhia Municipal de Bombeiros Sapadores;
- Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment - CORDEX (<http://www.cordex.org/>);
- Direção-Geral do Território (<https://www.dgterritorio.gov.pt/>);
- Instituto Nacional de Estatística (https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_main&xpid=INE);
- Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra (<http://www1.ci.uc.pt/iguc/clima.htm>);
- Portal do Clima do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, IP (<http://portaldoclima.pt/pt/>);
- Portal do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P. – ICNF (<http://www2.icnf.pt/portal/florestas/dfci/inc>);
- Portal do IPMA (<https://www.ipma.pt/>);
- Serviço Municipal de Proteção Civil;
- WorldClim (<http://www.fao.org/land-water/land/land-governance/land-resources/planningtoolbox/category/details/en/c/1043064/> & <https://www.worldclim.org/data/index.html>).

Legislação base:

- Regulamento (UE) 2021/1119 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de junho de 2021 que cria o regime para alcançar a neutralidade climática e que altera os Regulamentos (CE) n.º 401/2009 e (UE) 2018/1999 («Lei europeia em matéria de clima»);
- Resolução de Conselho de Ministros n.º 20/2015, de 14 de abril, reestrutura o Sistema Nacional de Inventário de Emissões por Fontes e Remoções por Sumidouros de Poluentes Atmosféricos (SNIERPA);
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015, de 30 de julho, aprova o Quadro Estratégico para a Política Climática (QEPiC), o Programa Nacional para as Alterações

Climáticas (PNAC 2020/2030), a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC 2020) e cria a Comissão Interministerial do Ar e das Alterações Climáticas (CIAAC);

- Resolução do Conselho de Ministros n.º 45/2016, de 26 de agosto, cria o Sistema Nacional para Políticas e Medidas (SPeM);
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 130/2019, de 2 de agosto. Aprova o Programa de Ação para a Adaptação às Alterações Climáticas (P-3AC). Complementa e sistematiza os trabalhos realizados no contexto da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC 2020), aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015, de 30 de julho, tendo em vista o seu segundo objetivo, o de implementar medidas de adaptação.



CÂMARA MUNICIPAL
DE
COIMBRA