

DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL E AMBIENTE
DIVISÃO DE SAÚDE E AMBIENTE

PROGRAMA MUNICIPAL PARA AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS



MARÇO DE 2021



CÂMARA MUNICIPAL
DE
COIMBRA

Índice

Lista de Figuras	4
Lista de Quadros.....	9
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	11
1.1. Contextualização	11
1.2. Política internacional e nacional.....	14
Mundial.....	14
Europa	15
Portugal	16
Município.....	18
1.3. A decisão da CMC	18
CAPÍTULO 2 METODOLOGIA E ESTRUTURA	20
CAPÍTULO 3 ENQUADRAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE COIMBRA	27
3.1. Enquadramento geográfico.....	27
3.2. Território e paisagem.....	30
CAPÍTULO 4 CENARIZAÇÃO CLIMÁTICA	48
4.1. Introdução.....	48
Europa	49
Portugal	49
Cenários climáticos.....	50
4.2. Metodologia	50
4.3. Análise das tendências climáticas para Região e para Coimbra	52
4.3.1. Clima atual - Período 1971-2000	52
4.3.2. Clima simulado para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100	54
4.3.2.1. CENARIZAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO	54
4.3.2.2. CENARIZAÇÃO DA TEMPERATURA	59
4.3.2.3. CENARIZAÇÃO PARA OS INDICADORES DE EXTREMOS DA TEMPERATURA	65
4.3.2.4. CENARIZAÇÃO DO VENTO	69
4.3.2.5. CENARIZAÇÃO DO ÍNDICE DE SECA	70
4.3.2.6. CENARIZAÇÃO DO ÍNDICE DE RISCO DE INCÊNDIO REGIÃO DE COIMBRA.....	71
4.4. Cartografia climática, com a cenarização da precipitação e temperatura para Coimbra.....	75
4.5. Conclusões	81
CAPÍTULO 5 IMPACTOS E VULNERABILIDADES ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS	84
5.1. Introdução.....	84

5.2. Metodologia.....	85
Matriz de Risco da ANPC & OHS	86
Matriz Oregon Emergency Management – OEM	88
Risco Climático	90
Impactes	90
Capacidade de resposta instalada	90
5.3. Avaliação dos riscos naturais que tem afetado o território do Município de Coimbra .	91
5.3.1. Fenómenos hidro-meteorológicos	91
5.3.1.1. Cheias e inundações	93
5.3.1.2. Deslizamento de vertentes	96
5.3.2. Tempestades e ventos fortes	98
5.3.3. Incêndios florestais	101
5.3.4. Temperaturas extremas	106
5.3.4.1. Ondas de calor	107
5.3.4.2 Ondas de frio	109
5.3.5. Secas	113
5.3.7. Nevoeiro, Granizo e Geadas	115
5.4. Avaliação do grau de risco do território do concelho de Coimbra.....	117
5.5. Risco Climático Presente e Futuro.....	118
5.6. Impactes associados aos eventos meteorológicos extremos.....	121
5.6.1. Impactes atuais	121
5.6.2. Impactes futuros	122
5.6.2.1. Impactes negativos (ameaças)	122
5.6.2.2. Impactes positivos (oportunidades)	123
5.7. Capacidade de resposta instalada.....	124
5.8. Conclusão.....	131
CAPÍTULO 6 ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO	133
6.1. Introdução.....	133
6.2. Metodologia.....	134
A - Tipo de ação/opção:	135
B- Âmbito	135
6.3. Identificação e classificação das opções de adaptação	136
CAPÍTULO 7 PROGRAMA DE AÇÃO	151
7.1. Implementação e monitorização	151
7.2. Acompanhamento	160
7.3. Comunicação e divulgação	161
CAPÍTULO 8 CONCLUSÃO	162

GLOSSÁRIO	168
BIBLIOGRAFIA	174

Lista de Figuras

Figura 1.1 - Mudança observada na temperatura global e respostas modeladas para emissão antrópica estilizada e trajetórias de forçamento	13
Figura 1.2 - Esquema representativo das áreas temáticas e setores prioritários	17
Figure 2.1- Resposta política às alterações climáticas, através das medidas de adaptação e de mitigação	20
Figure 2.2 – Esquema conceptual representativo da base metodológica ADAM, utilizada para o desenvolvimento das EMAAC no âmbito do projeto ClimAdaPT.Local	24
Figure 2.3 – Fases para a elaboração do Programa Municipal para as Alterações Climáticas	25
Figura 3.1 – Coimbra na Península Ibérica	27
Figura 3.2 – Coimbra no País e Região Centro	28
Figura 3.3 – Coimbra na “Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra”	28
Figura 3.4 – Altimetria	30
Figura 3.5 – Declives	31
Figura 3.6 – Suscetibilidade a Movimentos de Massa	32
Figura 3.7 – Exposição de Encostas	33
Figura 3.8 – Bacias e Sub-bacias Hidrográficas.....	34
Figura 3.9 – Áreas Inundáveis	35
Figura 3.10 – Recarga Aquífera	37
Figura 3.11 – Potencial Aquífero	37
Figura 3.12 – Esboço Geológico	38
Figura 3.13 – Litologia.....	39
Figura 3.14 – Capacidades de utilização para a exploração de recursos minerais (exceto areias) ..	40
Figura 3.15 – Área Florestal – distribuição no território	42
Figura 3.17 – Mapa de vegetação potencial	43
Figura 3.16 – Área Agrícola – distribuição no território	44
Figura 3.18 – Solos com elevada aptidão agrícola	45
Figura 3.19 – Incêndios Rurais – distribuição no território	46
Figura 3.16 – Territórios artificializados	47
Figura 4.1 – Perspetiva global sobre os riscos relacionados com o clima	48
Figura 4.2 – Gráfico termo-pluviométrico da Região de Coimbra, de acordo com a normal climatológica simulada para o período 1971-2000. Precipitação média acumulada anual e temperatura média da média, da máxima, da média e da mínima anual	53
Figura 4.3 – Gráfico termo-pluviométrico da Região de Coimbra, de acordo com a normal climatológica simulada para o período 1971-2000. Precipitação média acumulada mensal e temperatura média da média, da máxima, da média e da mínima mensal	53
Figura 4.4 – 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	53
Figura 4.5 – Número médio de dias com precipitação em Coimbra, registada na estação de Bencanta, para o período 1971 -2000. Legenda: MNDRR01 - Média do número de dias com precipitação diária $\geq 0.1\text{mm}$ MNDRR1 - Média do número de dias com precipitação diária $\geq 1\text{mm}$; MNDRR10 - Média do número de dias com precipitação diária $\geq 10\text{mm}$	53
Figura 4.6 – Precipitação e temperatura registadas na estação de Bencanta, para o período 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	53

Figura 4.7 – Variabilidade da temperatura/dias, registada na estação de Bencanta, para o período 1971 -2000. Legenda: MNCTX25 - Média do número de dias com temperatura máxima $\geq 25^{\circ}\text{C}$; MNCTX30 - Média do número de dias com temperatura máxima $\geq 30^{\circ}\text{C}$; MNCTN20 - Média do número de dias com temperatura mínima $\geq 20^{\circ}\text{C}$; MNCTN0 - Média do número de dias com temperatura mínima $\leq 0^{\circ}\text{C}$	53
Figura 4.8 – Normais de precipitação média acumulada anual, para a Região de Coimbra, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, para Séc. XX	55
Figura 4.9 – Normais de precipitação média acumulada anual, para a Região de Coimbra, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, simulada para os períodos, 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100	55
Figura 4.10 – Anomalias de precipitação, para a Região de Coimbra, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5, simulada para os períodos, 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100	55
Figura 4.11 – Anomalia da média anual de precipitação para Coimbra, simulada para três anos, 2030, 2050 e 2100	56
Figura 4.12 – 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 2071-2010, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5	57
Figura 4.13 – Anomalia de precipitação média acumulada mensal simulada para a Região de Coimbra, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, para os períodos, 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100	57
Figura 4.14 – Normais de precipitação média acumulada mensal, para a cidade de Coimbra, simulada para os períodos, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2010, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, por comparação ao observado e simulado para o período 1971-2000	57
Figura 4.15 – Número médio de dias com $P \geq 20\text{mm}$, para a Região de Coimbra, simulado para os cenários RCP4.5 e RCP8.5	58
Figura 4.16 – 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	58
Figura 4.17 – Número médio de dias com $P \geq 20\text{mm}$, estacionárias no cenário climático RCP4.5	59
Figura 4.18 – Número médio de dias com $P \geq 20\text{mm}$, estacionárias no cenário climático RCP8.5	59
Figura 4.19 – Anomalias do número médio de dias com $P \geq 20\text{mm}$, estacionárias no cenário climático RCP4.5	59
Figura 4.20 – Anomalias do número médio de dias com $P \geq 20\text{mm}$, estacionárias no cenário climático RCP8.5	59
Figura 4.21 – Normais de temperatura média anual, máximas, médias e mínimas, para a Região de Coimbra, simulada para os períodos, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2010, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5.....	60
Figura 4.22 – Normais de $T(^{\circ}\text{C})$ média da média mensal, para a Região de Coimbra.....	63
Figura 4.23 – Anomalias médias da média mensal da $T(^{\circ}\text{C})$, para a Região de Coimbra.....	63
Figura 4.24 – Anomalias médias da máxima mensal da $T(^{\circ}\text{C})$, para a Região de Coimbra.....	63
Figura 4.25 – Anomalias médias da mínima mensal da $T(^{\circ}\text{C})$, para a Região de Coimbra	63
Figura 4.26 – Normais de $T(^{\circ}\text{C})$ média da média mensal, para a Coimbra, climatológica de Bencanta.....	64
Figura 4.27 – Normais de $T(^{\circ}\text{C})$ média da máxima mensal, para a Coimbra, estação climatológica de Bencanta	64
Figura 4.28 – Normais de $T(^{\circ}\text{C})$ média da mínima mensal, para a Coimbra, estação climatológica de Bencanta.....	64
Figura 4.29 – Número médio e dias com $T \geq 35^{\circ}\text{C}$	65
Figura 4.30 – Número médio e dias com $T \geq 25^{\circ}\text{C}$	65
Figura 4.31 – Número médio de dias anual com $T \geq 25^{\circ}\text{C}$	66
Figura 4.32 – Anomalias do número médio de dias anual.....	66
Figura 4.33 – Número médio de dias sazonal com $T \geq 25^{\circ}\text{C}$, para a RC no cenário RCP4.5	66
Figura 4.34 – Número médio de dias anual com $T \geq 25^{\circ}\text{C}$, para a RC no cenário RCP8.5.....	66

Figura 4.35 – Anomalia do número médio de dias sazonal com $T \geq 25^{\circ}\text{C}$, para a RC no cenário RCP4.5.....	66
Figura 4.36 – Anomalia do número médio de dias sazonal com $T \geq 25^{\circ}\text{C}$, para a RC no cenário RCP8.5.....	66
Figura 4.37 – Número médio de dias de ondas de calor anual, para os cenários RCP4.5 e RCP8.5.....	67
Figura 4.38 – Anomalias do número médio de dias de ondas de calor anual, para os cenários RCP4.5 e RCP8.5.....	67
Figura 4.39 – Número médio de dias de ondas de calor estacionárias, para os cenários RCP4.5 e RCP8.5.....	67
Figura 4.40 – Anomalias do número médio de dias de ondas de calor estacionárias, para os cenários RCP4.5 e RCP8.5.....	67
Figura 4.41 – Número médio de dias de ondas de calor.....	67
Figura 4.42 – Número médio de dias de noites tropicais.....	67
Figura 4.43 – Número médio de dias de geada com $T_n < 0^{\circ}\text{C}$	68
Figura 4.44 – Velocidade média anual do vento a 10m, nos cenários climáticos RCP4.5 e RCP8.5.....	69
Figura 4.45 – Nº médio de dias de vento de moderado a forte (moderado $V \geq 5,5$ m/s), nos cenários climáticos RCP4.5 e RCP8.5.....	69
Figura 4.46 – Número médio de dias com vento moderado a forte (moderado $V \geq 5,5$ m/s) a 10m, estacionárias no cenário climático RCP4.5, para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100.....	70
Figura 4.47 – Número médio de dias com vento moderado a forte (moderado $V \geq 5,5$ m/s) a 10m, estacionárias no cenário climático RCP8.5, para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100.....	70
Figura 4.48 – 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 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100.....	70
Figura 4.49 – Anomalias estacionais do nº médio de dias com vento moderado a forte (moderado $V \geq 5,5$ m/s), o cenário climático RCP4.4, para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100.....	70
Figura 4.50 – Índice de seca sazonal, para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, nos cenários climáticos RCP4.5 e RCP8.5.....	71
Figura 4.51 – Índice do Risco de Incêndio Elevado anual, para o RCP4.5 e RCP8.5, na Região de Coimbra.....	73
Figura 4.52 – Anomalias do Índice do Risco de Incêndio Elevado anual, para o RCP4.5 e RCP8.5, na Região de Coimbra.....	73
Figura 4.53 – Índice do Risco de Incêndio Elevado sazonal, para o RCP4.5, na Região de Coimbra.....	73
Figura 4.54 – Índice do Risco de Incêndio Elevado sazonal, para o RCP8.5, na Região de Coimbra.....	73
Figura 4.55 – Índice do Risco de Incêndio Extremo anual, para o RCP4.5 e RCP8.5, na Região de Coimbra.....	74
Figura 4.56 – Anomalias do Índice do Risco de Incêndio Extremo anual, para o RCP4.5 e RCP8.5, na Região de Coimbra.....	74
Figura 4.57 – Índice do Risco de Incêndio Extremo sazonal, para o RCP4.5, na Região de Coimbra.....	74
Figura 4.58 – Índice do Risco de Incêndio Extremo sazonal, para o RCP8.5, na Região de Coimbra.....	74
Figura 4.59 – Precipitação média acumulada anual, para o território do Município de Coimbra, no período 1990 – 2018.....	76

Figura 4.60 - Temperatura média anual, para o território do Município de Coimbra, no período 1990 -2018.....	76
Figura 4.61 - Precipitação média acumulada anual, para o território do Município de Coimbra, em 2050, no cenário RCP4.5.....	77
Figura 4.62 - Temperatura média anual, para o território do Município de Coimbra, em 2050, no cenário RCP4.5.....	77
Figura 4.63 - Precipitação média acumulada anual, para o território do Município de Coimbra, em 2070, no cenário RCP4.5.....	78
Figura 4.64 - Temperatura média anual, para o território do Município de Coimbra, em 2070, no cenário RCP4.5.....	78
Figura 4.65 - Precipitação média acumulada anual, para o território do Município de Coimbra, em 2050, no cenário RCP8.5.....	79
Figura 4.66 - Temperatura média anual, para o território do Município de Coimbra, em 2050, no cenário RCP8.5.....	79
Figura 4.67 - Precipitação média acumulada anual, para o território do Município de Coimbra, em 2070, no cenário RCP8.5.....	80
Figura 4.68 - Temperatura média anual, para o território do Município de Coimbra, em 2070, no cenário RCP8.5.....	80
Figura 5.1 – Ilustração dos principais conceitos do Quinto relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho II (WG II AR5) Figura 5.2 – Matriz do Risco Climático	85
Figura 5.2 – Matriz do Risco Climático.....	90
Figura 5.3 – Áreas inundadas para os dois cenários: cheias naturais, rutura da Barragem da Aguieira	92
Figura 5.4 - Análise comparativa entre os caudais de retorno para T100(1200m3/s) e T1000(2000m3/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.....	94
Figura 5.5 - Cheia do Mondego em 13 de fevereiro de 2016. Parque Verde.....	94
Figura 5.6 – Cheia do rio Ceira em 21 de dezembro de 2019. Localidade do Cabouco.....	94
Figura 5.7 – Capa do relatório da cheia do rio Ceira no dia 31 de janeiro de 2015	95
Figura 5.8 – Capa do relatório elaborado pela Ordem dos Engenheiros sobre a cheia de 11 de janeiro de 2016	95
Figura 5.9 – Deslizamento de vertente EN17	97
Figura 5.10 – Deslizamento de vertente	97
Figura 5.11 – Número de ocorrências anuais de inundações (fluviais e pluviais) e movimentos de massa.....	98
Figura 5.12 - Tempestade Gong 2013 – queda de árvores.....	100
Figura 5.13 – Tempestade Ana em 2017- queda de infraestruturas de fornecimento de energia elétrica.....	100
Figura 5.14 – Número de ocorrências associadas aos eventos de ventos fortes. Queda de árvores e de estruturas.....	100
Figura 5.15 – Mapa de perigosidade.....	101
Figura 5.16 – Mapa de risco de incêndio	101
Figura 5.17 – Número de Incêndios rurais ocorridos e área ardida no território do concelho de Coimbra no período de 1980 a 2019	102
Figura 5.18 - Incêndios rurais ocorridos no território do concelho de Coimbra no período de 2001 a 2019, distribuição por tipologia, incêndios florestais, agrícolas, fogachos e queimadas	103
Figura 5.19 – Número de ocorrência de incêndios rurais, por freguesia, para o período 2001 – 2010	104
Figura 5.20 – Área ardida povoamentos florestais, por freguesia, para o período 2001 -2010.....	104
Figura 5.21 – Incêndio florestal.....	105

Figura 5.22 – Incêndio florestal num interface rural-urbano	105
Figura 5.23 – Carta de perigosidade estrutural 2020-2030, para Coimbra	106
Figura 5.24 – Cidade de Coimbra. Nevão de 11 de fevereiro de 1983	110
Figura 5.25 – Parque da Cidade. Nevão de 11 de fevereiro de 1983	110
Figura 5.26 – Acesso climático do UTCL, calculado a partir de um modelo termo fisiológico e de um manequim térmico	112
Figura 5.27 – Distribuição geográfica dos pontos ou troços críticos de nevoeiro para os municípios da CIM-RC	116
Figura 5.28 – Avaliação do Risco Climático em Coimbra para o Presente	118
Figura 5.29 – Avaliação do Risco Climático em Coimbra para o médio prazo (2041 - 2070)	119
Figura 5.30 – Avaliação do Risco Climático em Coimbra para o longo prazo (2071-2100)	119
Figura 5.31 – Operações de estabilização de um deslizamento de vertente	126
Figura 5.32 – Ação de limpeza dos arruamentos e casas do Cabouco	126
Figura 5.33 – Diagrama funcional do Copernicus Sentinel 2	129
Figura 3.34 – Capa Plano Especial de Emergência para o Risco de Cheias e Inundações	130
Figura 3.35 – Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios	130
Figura 3.36 – Meteorologia Adversa. Ocorrências ocorridas em Coimbra no período de 2006 -2019	131
Figura 6.1 – Reunião realizada no 18 de fevereiro 2021, no Salão Nobre dos Paços do Concelho.....	134
Figura 6.2 – Visão estratégica do Município de Coimbra, objetivos e ações para o combate às alterações climáticas	137

Lista de Quadros

Quadro 2.1 – Síntese dos capítulos do PMAC	26
Quadro 3.1 – Área Florestal – quantificação	42
Quadro 3.2 – Área Agrícola – quantificação	45
Quadro 3.3 – Incêndios Rurais – quantificação	46
Quadro 4.1 – Classificação do índice SPI para períodos secos e períodos chuvosos e correspondente probabilidade de ocorrência	52
Quadro 4.2 – Caracterização do vento em de Coimbra (IGUC) de acordo com a normal climatológica de 1971-2000. Velocidade média mensal, direção dominante e horas de vento.....	54
Quadro 4.3 – Síntese das projeções das anomalias de precipitação, para a Região de Coimbra, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5, simulada para três períodos, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2010.....	56
Quadro 4.4 – Projeção das anomalias do indicador de extremo de precipitação, para a Região de Coimbra, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5	58
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.....	60
Quadro 4.6 – Projeção dos valores médios das anomalias da temperatura para os indicadores de extremos, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5, até ao final do século	69
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.....	71
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 século	72
Quadro 4.10 – Resumo das principais alterações climáticas projetadas para Coimbra até ao final do século	83
Quadro 5.1 – Matriz de risco da Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC).....	87
Quadro 5.2 – A Matriz Ocupacional Health Safety (OHS).....	87
Quadro 5.3 - Matriz Oregon Emergency Management (OEM)	89
Quadro 5.4 – Freguesias com o maior número de ocorrências em resultados de eventos hidrometeorológicos, cheias e deslizamento de vertentes, no período no período de 1961-2010...91	
Quadro 5.5 – As grandes cheias do rio Mondego de 1986 a 2019.....	93
Quadro 5.6 - Eventos de meteorologia adversa que atingiu o território de Coimbra de 2008 a 2019	99
Quadro 5.7 – Número de total Incêndios rurais e média anual, por tipologia, ocorridos no território do concelho de Coimbra no período de 2001 a 2019	102
Quadro 5.8 – Número de total Incêndios rurais e média anual, por tipologia, ocorridos no território do concelho de Coimbra no período de 2001 a 2019.....	103
Quadro 5.9 – Área ardida em hectares (ha) entre 2001 e 2019	103
Quadro 5.10 - Ondas de calor identificadas em Coimbra e a duração, média da variação e valor máximo do desvio relativamente à normal climatológica de referência.....	109
Quadro 5.11 - Ondas de frio registado em Coimbra e a duração, média da variação e valor máximo dos desvios de temperatura mínima diária relativamente à normal climatológica de referência	111
Quadro 5.12 – Temperatura equivalente do UTCI classificada em termos de stress térmico.....	113
Quadro 5.13 – Matriz de avaliação de risco para o concelho de Coimbra (ANPC&OHS e OEM)	117
Quadro 5.14 – Avaliação do risco climático de Coimbra em função dos eventos meteorológicos e impactes associados	120
Quadro 5.15 – Danos em infraestruturas e equipamentos municipais Eventos de meteorologia adversa em 2016 e 2018.....	122
Quadro 5.16 – Eventos de meteorologia adversa e ativação dos planos de emergência	125

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	138
Quadro 6.2 - Caracterização geral das opções de mitigação e adaptação identificadas para o Município de Coimbra	139
Quadro 7.1 – Implementação e acompanhamento das opções de mitigação e de adaptação para o Município de Coimbra	153

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 o ótimo climático, para logo de seguida a partir de 1330 até 1850 ocorrer um abaixamento da temperatura que corresponde à Pequena Idade do Gelo. A partir da revolução industrial a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera disparou e a temperatura média da Terra tem vindo a aumentar. As alterações climáticas são uma realidade em todo o Mundo e a sua dimensão e rapidez 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 (início em 1880). Desde outubro de 2015 (11 meses consecutivos) verificam-se recordes mensais de temperatura média global.

O clima da Terra está a sofrer diversas alterações, de forma muito acelerada, onde a ação antrópica será o principal forçador. As alterações climáticas, com origem nos gases de 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, em 1988, do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Este organismo foi 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), que tem como objetivo de longo prazo a estabilização das concentrações de gases com efeito de estufa (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. Vêm sendo reconhecido por diversos autores e organismos que o aumento da probabilidade da ocorrência de eventos extremos, nomeadamente os de origem hidroclimática, como as cheias e as secas, está intimamente relacionado com o fenómeno das alterações climáticas (European Environmental Agency, 2003).

De acordo com Banco Mundial os desastres naturais têm um custo real para a economia global de \$ US 520 biliões/ano e cujas consequências diretas sobre as populações é causarem a pobreza em 26 milhões de pessoas/ano. Em todos os países o grau de exposição de pessoas e bens tem aumentado mais rapidamente do que diminui a vulnerabilidade, o que tem gerado novos riscos e o aumento constante de perdas relacionadas com os desastres, com

considerável impacto sobre a coesão económica, social e cultural, e impacto na saúde e no meio ambiente.

O 5.º Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC), apresenta evidências das mudanças dos padrões de temperatura, dos oceanos, do ciclo de carbono, dos ecossistemas, etc. Este documento demonstra que o aquecimento global é uma realidade, fazendo, por isso, as projeções e a identificação de riscos e impactes associados, bem como as trajetórias futuras de adaptação, mitigação e desenvolvimento sustentável.

Ora limitar o aquecimento global a 1,5°C requer a transformação sem precedentes das sociedades e reduções urgentes e profundas de emissões em todos os setores de atividade, bem como mudanças no comportamento humano, pelo que são necessárias medidas adicionais de mitigação e adaptação para alcançar os caminhos de desenvolvimento resilientes ao clima que possam limitar as alterações climáticas, ao mesmo tempo em que se adaptam às suas consequências, reduzindo a vulnerabilidade e alcançando o desenvolvimento sustentável. O 5º Relatório faz ainda notar que a implementação dos compromissos atuais das partes da Convenção levaria a emissões duas vezes mais do que aquelas em linha com o aquecimento global de 1,5°C e levaria a um aquecimento de cerca de 3°C em comparação com o nível pré-industrial em 2100, sendo 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 de gases de efeitos estufa a serem reduzidas a metade até 2030 em relação ao verificado em 2010, atingindo zero emissões líquidas de CO2 globalmente em meados do século XXI.

De acordo com este cenário os riscos associados ao clima para os sistemas naturais e humanos são maiores para o aquecimento global de 1,5°C que para o atual, mas ainda menores que para 2°C. Esses riscos dependem da magnitude e ritmo do aquecimento, localização geográfica, níveis de desenvolvimento e vulnerabilidade e de escolhas e da implementação de opções de adaptação e mitigação. Os impactos do aquecimento global sobre os sistemas natural e humano já foram observados. Muitos ecossistemas terrestres e oceânicos e alguns dos serviços que eles fornecem já se alteraram devido ao aquecimento global, alguns de caráter irreversível.

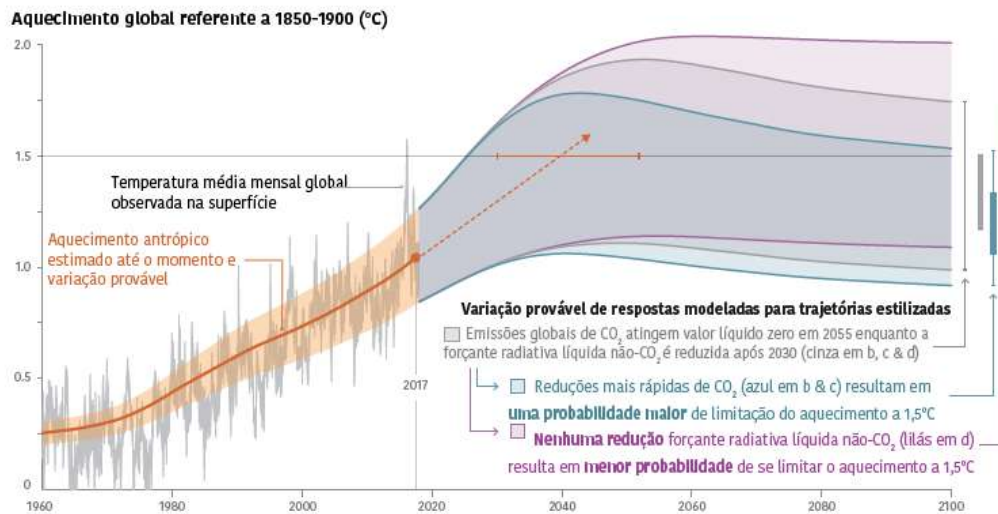


Figura 1.1 - Mudança observada na temperatura global e respostas modeladas para emissão antrópica estilizada e trajetórias de forçamento

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 do permafrost/pergelissolos aqueceu.

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 das 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 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 humana igualmente importantes, uma vez que contribuem para a transmissão de certas doenças. Embora sejam necessários mais dados para determinar o papel desempenhado pelas alterações climáticas nesta tendência, sabe-se que o aumento da atividade humana em zonas de risco é um fator fundamental.

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 da temperatura máxima;
- Aumento da frequência e da intensidade de eventos de precipitação extrema;
- Subida do nível das águas do mar;
- Aumento de frequência e da intensidade de fenómenos extremos que provocam galgamento e erosão costeiros.

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, como 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 implantação 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, resultando do trabalho conjunto de governos e cidadãos de todo o mundo para criar um novo 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, Eng.º 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 (sócio, 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.

A Conferência de Paris – Acordo de Paris - sobre as alterações climáticas, em novembro-dezembro de 2015, que entrou em vigor em 4 de novembro de 2016, 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 acima dos níveis pré-industriais e prosseguir esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C, reconhecendo que tal medida reduzirá significativamente os riscos e impactes 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, que decorreu em Madrid, em dezembro de 2019, aprovou o acordo “Chile-Madrid, hora de agir”, que estabelece que os países terão de apresentar em 2020 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 ao 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, e que reforça a importância da atuação ao nível municipal.

Europa

A União Europeia, desde 1995, tem implementado políticas públicas sobre alterações climáticas, através de legislação própria e da elaboração de relatórios. Em 2010 criou uma direção-geral especialmente dedicada às áreas de energia e clima: a Direção-Geral para a Ação Climática (DG CLIMA) (https://ec.europa.eu/clima/index_en). Mais recentemente a UE adotou a Agenda 2030 e o Acordo de Paris.

Três dos principais documentos da política Europeia são:

- Alterações Climáticas, impactes e vulnerabilidade na Europa 2016 – Relatório da Agência Europeia do Ambiente, publicado em janeiro de 2017;
- Tendências e projeções na Europa 2016 – Relatório da Agência Europeia do Ambiente, publicado em dezembro de 2016;
- Pacote Energia-Clima para 2030 da União Europeia - estabelece, como objetivo comunitário, uma redução até 2030 de pelo menos 40% das emissões de GEE na UE, em relação a 1990.

O Pacto de Autarcas (2013/2014), compromisso para as energias sustentáveis locais, foi uma iniciativa da Comissão Europeia, que estabelecia o compromisso de, até 2020, reduzir em pelo menos 20% as emissões de gases com efeito de estufa (GEE). Este compromisso foi assumido por vários municípios portugueses.

A nível da União Europeia, Comissão Europeia e Parlamento Europeu, foram tomadas, recentemente, 4 importantes decisões, num esforço concertado de intervenção no combate às alterações climáticas, nomeadamente: As 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 com uma redução de 40%; Resolução do Parlamento Europeu, de 14 de março de 2019, sobre alterações climáticas – uma visão estratégica de longo prazo da UE para uma economia próspera, moderna, competitiva e com impacto neutro no clima (2019/2582(RSP)); a resolução do Parlamento Europeu sobre a Emergência Climática e Ambiental (2019/2930(RSP)); a resolução Parlamento sobre a Conferência da ONU sobre Alterações Climáticas (COP25).

Portugal

Portugal é um país com compromissos internacionais, fortes, em matéria de ambiente e de alterações climáticas. É 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 ao 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 (EN AAC 2020), que é norteadada por três objetivos principais: melhorar o nível de conhecimento sobre as alterações climáticas; implementar medidas de adaptação, e 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 da 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 (ENAAAC 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

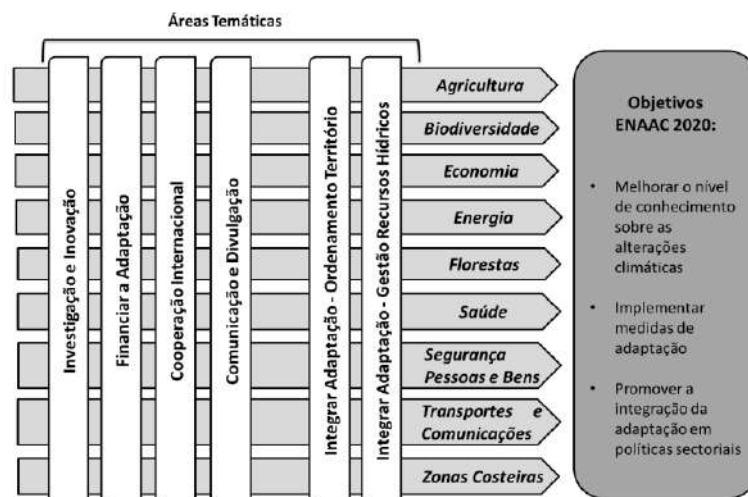


Figura1.2 - Esquema representativo das áreas temáticas e setores prioritários (Fonte: APA)

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 ENAAAC 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. 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 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 costeiras.

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

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 com o espírito do combate às alterações climáticas, objetivo 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 para eficiências energéticas dos edifícios;
- 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 CMC

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, e tornar 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 planos de adaptação e políticas, e a integrar considerações 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 a 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.

Face aos impactos inevitáveis das alterações climáticas e a 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 de 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, o Sr. Vice-Presidente da Câmara, Dr. Carlos Cidade, através do mail 26 de novembro, estabelece as orientações para a criação da Equipa para a elaboração do Programa Municipal para as Alterações Climáticas.

A Câmara Municipal de Coimbra, na reunião de 9/12/2019, 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 mitigação do efeito produzido pelas alterações climáticas;
- Identificar os serviços municipais responsáveis pela materialização dessas ações.

Para a elaboração do Programa Municipal estão envolvidas diversas 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; para além dos SMTUC e Águas de Coimbra.

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 acerca da 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, as pessoas, estão a mudar os seus comportamentos e a tomar medidas de adaptação ao clima do 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 coloca.

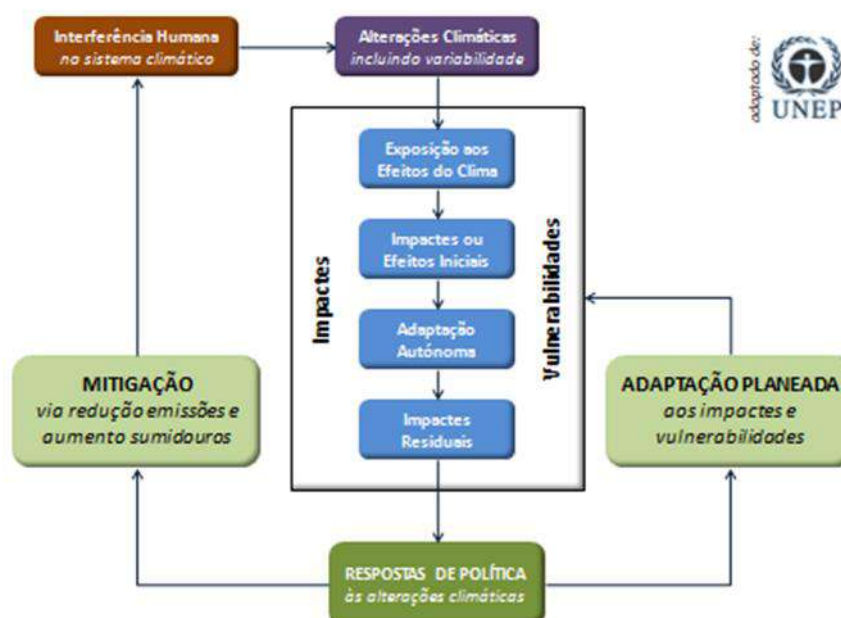


Figure 2.1 – Resposta política às alterações climáticas, através das medidas de adaptação e de mitigação
(Extraído de <https://apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=118>, 12 abril, 2020)

A temática das alterações climáticas e a necessária adaptação aos seus impactes, constituem por isso um desafio que é necessário enfrentar de forma estruturada, de forma a prevenir os seus efeitos, capitalizar os seus benefícios e reduzir riscos e perdas. Sendo, por isso, 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:

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

Legislação base:

- A Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015, de 30 de julho, que aprova o Quadro Estratégico para a Política Climática (QEPiC);
- A Resolução de Conselho de Ministros n.º 20/2015, de 14 de abril, que reestrutura o Sistema Nacional de Inventário de Emissões por Fontes e Remoções por Sumidouros de Poluentes Atmosféricos (SNIERPA);
- A Resolução do Conselho de Ministros n.º 130/2019, de 2 de agosto, que aprova o Programa de Ação para a Adaptação às Alterações Climáticas (P-3AC), que complementa e sistematiza os trabalhos realizados no contexto da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAAC 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.

Web sites de referência:

- <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>;
- <https://nacoesunidas.org/tema/agenda2030/>;
- <https://www.eea.europa.eu/pt/>;
- <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>;
- <https://climate.copernicus.eu/>;
- https://ec.europa.eu/clima/change/causes_pt;
- <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>;
- https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation_en;
- <https://vancouver.ca/green-vancouver/climate-change-adaptation-strategy.aspx>;
- <https://www.ukcip.org.uk/wizard/about-the-wizard/>;
- www.climadapt-local.pt.

Fontes de bases de dados:

- 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>);
- Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment - CORDEX (<http://www.cordex.org/>);
- Portal do Clima do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, IP (<http://portaldoclima.pt/pt/>);
- Portal do IPMA (<https://www.ipma.pt/>);
- do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra (<http://www1.ci.uc.pt/iguc/clima.htm>);
- Portal do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P. – ICNF (<http://www2.icnf.pt/portal/florestas/dfci/inc>);
- Comando Distrital de Operações de Socorro de Coimbra/Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC);
- Serviço Municipal de Proteção Civil;
- Companhia Municipal de Bombeiros Sapadores.

Foram identificados e analisados, para além dos setores estratégicos, Agricultura, Biodiversidade, Economia, Energia, Florestas, Saúde, Segurança de pessoas e bens e Transportes e comunicações, da proposta aprovada, ainda foram considerados os Recursos Hídricos e a Educação para a Cidadania Ambiental.

Para minimizar os impactes das alterações climáticas, sobre estes sectores, as ações/medidas a implementar serão 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 impactes e das vulnerabilidades atuais
- Identificação dos impactes e das vulnerabilidades futuras;
- Identificação das opções de adaptação;
- Avaliação das opções de adaptação;
- Integração das opções de adaptação, monitorização e revisão.



Figure 2.2 – Esquema conceptual representativo da base metodológica ADAM, utilizada para o desenvolvimento das EMAAC no âmbito do projeto ClimAdaPT.Local (Extraído de Guia metodológico para elaboração de estratégias municipais de adaptação às alterações climáticas, p. 5)

Neste âmbito foram estabelecidas 6 fases de trabalho, com as respetivas etapas, de acordo com 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 Cenarização 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.



Figure 2.3 – Fases para a 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 Global, Europeu, Nacional e Municipal.
CAPÍTULO 2 METODOLOGIA	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 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE COIMBRA	Faz a caracterização biofísica do território, a partir do PDM.
CAPÍTULO 4 CARATERIZAÇÃO E 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 ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS	Carateriza as vulnerabilidades climáticas já observadas e os seus impactes, assim como as que são projetadas para o futuro no território de Coimbra. Caraterização, cálculo do risco, determinação do nível dos riscos naturais (Matriz da ANPC e Matriz Oregon Emergency Management) e análise de tendências. Avaliação do risco climático.
CAPÍTULO 6 ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO	Identifica, carateriza, avalia e prioriza o conjunto de ações de adaptação e mitigação, que resultam das propostas das unidades orgânica municipais da consulta dos stakeholders, e que permitem ao município responder às vulnerabilidades e aos riscos climáticos.
CAPÍTULO 7 PROGRAMA DE AÇÃO E MONITORIZAÇÃO	Descreve a proposta do Programa Municipal para as Alterações Climáticas, assim como o processo de monitorização e acompanhamento.
CAPÍTULO 8 CONCLUSÃO	Sintetiza as propostas de ação mais relevantes e a estratégia a implementar pelo Município para as alterações climáticas.
OUTROS	As referências bibliográficas, o glossário, as siglas e acrónimos, o índice de figuras, o índice de quadros e os anexos, referidos no documento.
TERMINOLOGIA CONSTANTE DO GLOSSÁRIO	É a usada nos relatórios do International Plant Protection Convention (IPPC), nos guias metodológicos do projeto “ClimAdaPT.Local”, no glossário meteorológico (https://www.ipma.pt/pt/educativa/glossario/meteorologico/) e no Portal do Clima (http://portaldoclima.pt/pt/o-projeto/glossario/a/)

CAPÍTULO 3 | ENQUADRAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE COIMBRA

3.1. Enquadramento geográfico

O município de Coimbra, com uma área de 319,41 km² repartida por 18 freguesias e União 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 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.

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

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 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) descrevia 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, e 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, geoeconómico, paisagístico e histórico-cultural.

3.2. Território e paisagem

O município 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.

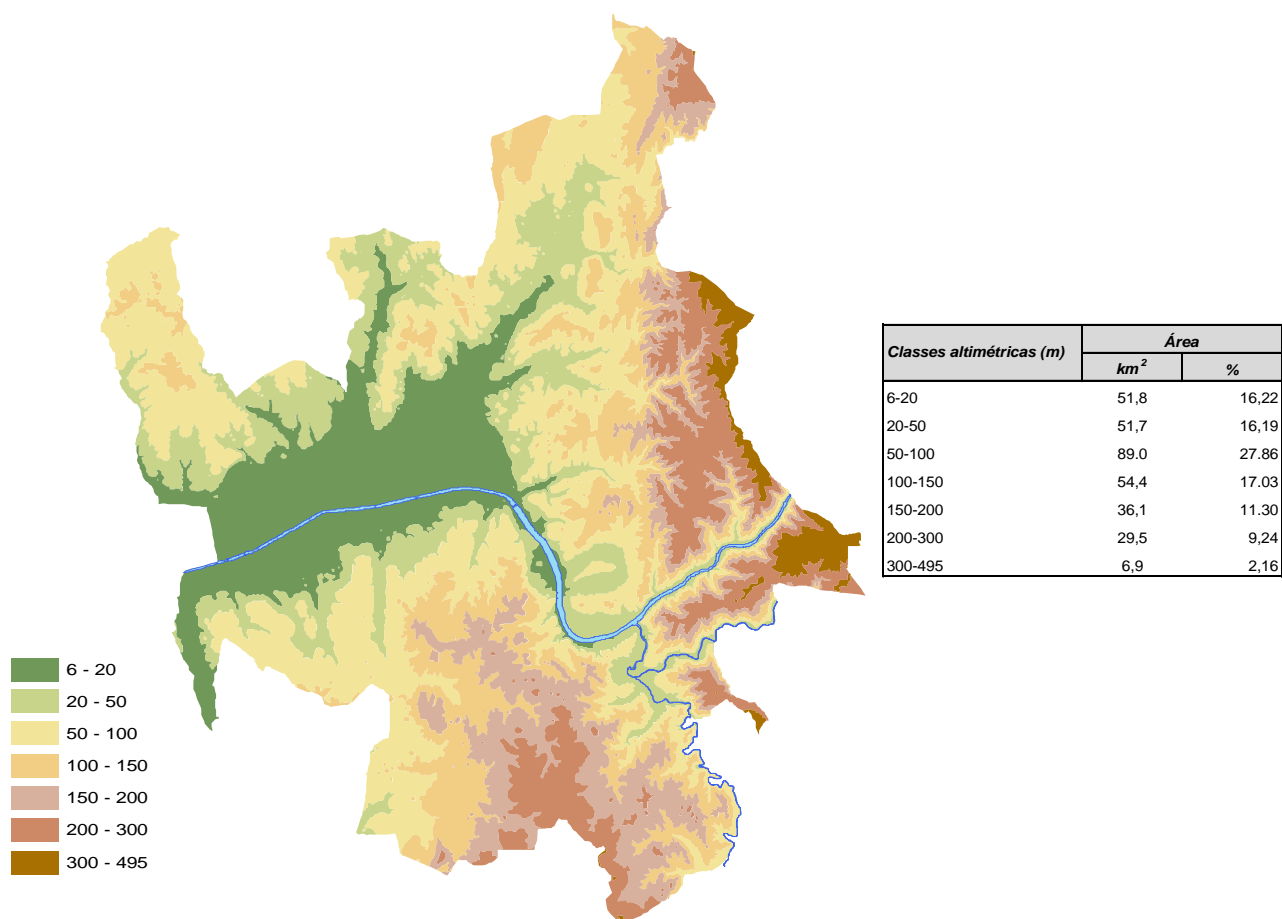


Figura 3.4 – Altimetria

(Fonte: PDMC 2014)

No município predominam os terrenos planos (31%) que correspondem fundamentalmente à planície aluvial do Mondego e seus afluentes. As áreas de declive superior a 25% ocupam cerca de 26% do território e localizam-se, em grande parte a leste, nas vertentes do Maciço Marginal.

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.

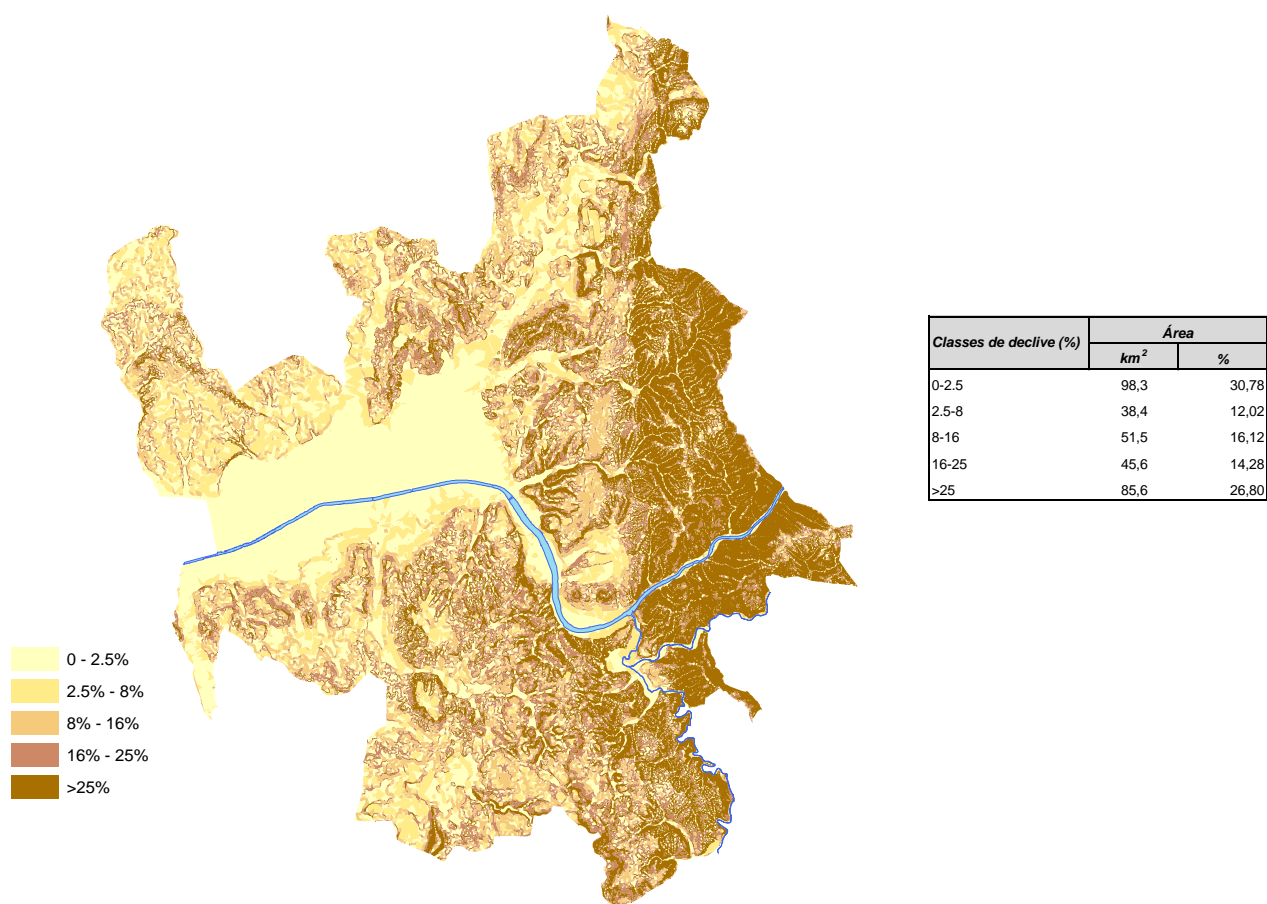


Figura 3.5 – Declives

(Fonte: PDMC 2014)

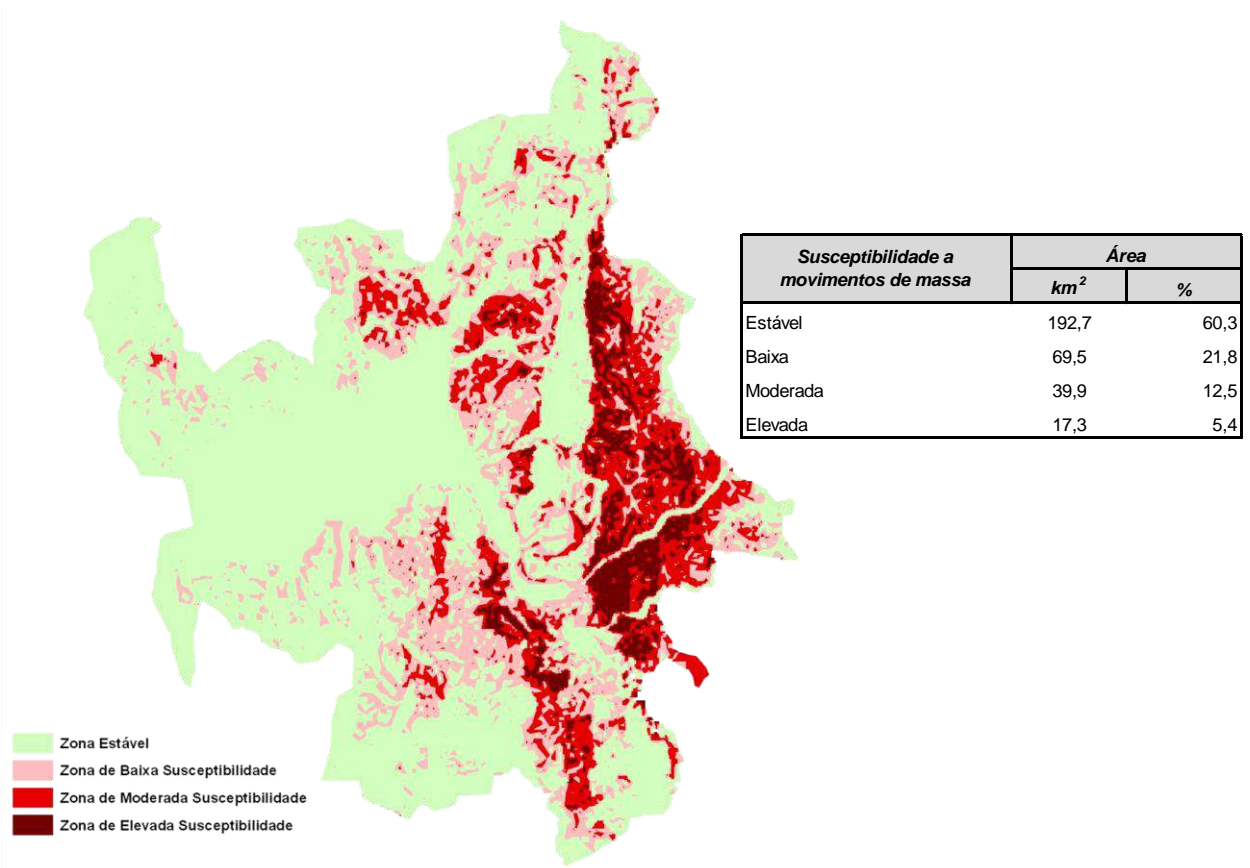


Figura 3.6 – Suscetibilidade a Movimentos de Massa

(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.

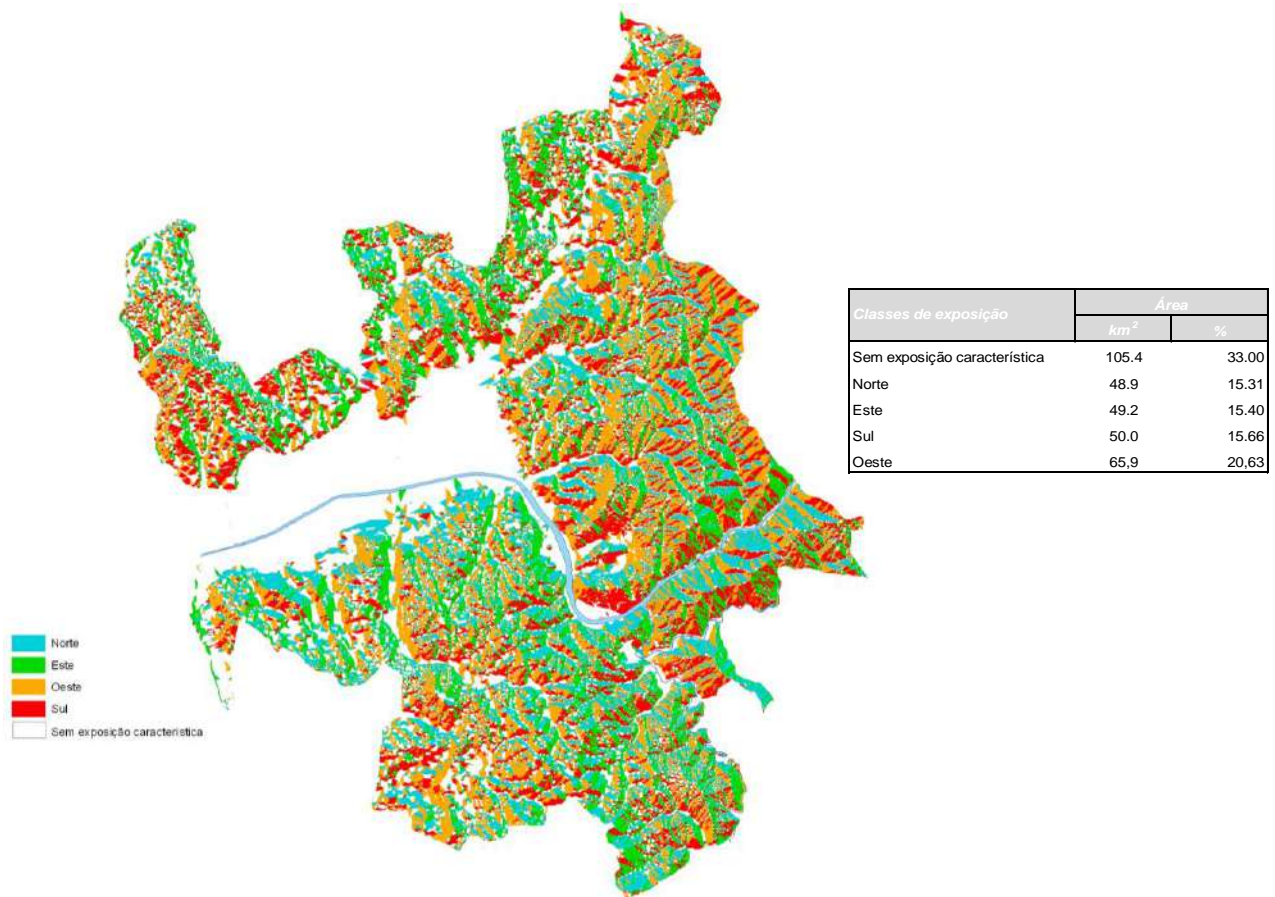
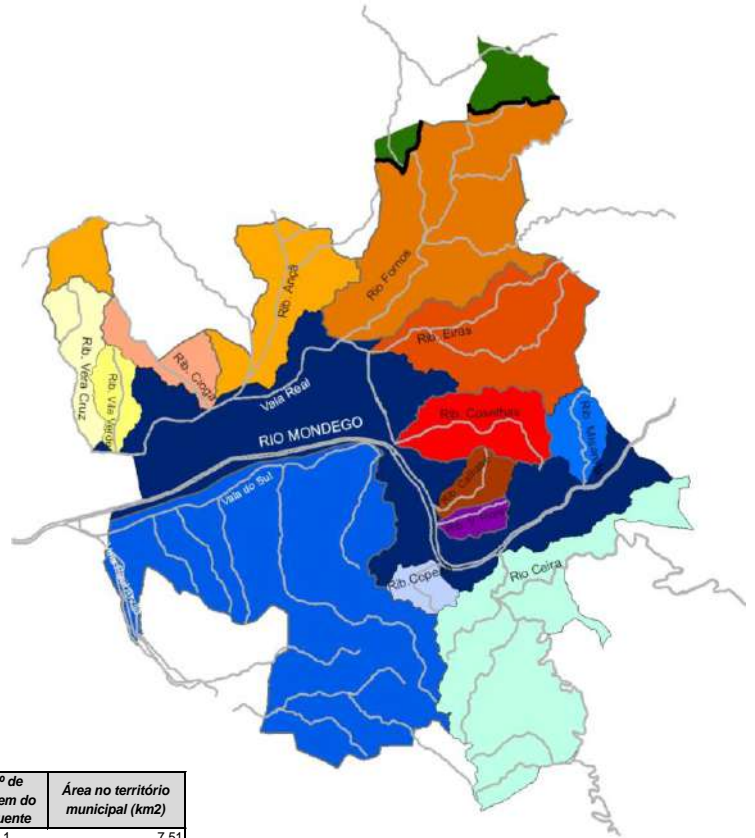


Figura 3.7 – Exposição de Encostas

(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.



	Sub-bacias hidrográficas	Nº de ordem do afluente	Área no território municipal (km ²)
MONDEGO	V. da Senhora do Carmo ou Ribeira de Vera Cruz	1	7,51
	V. do Paul da Lamarosa ou Ribeira de Vila Verde	1	4,49
	V. do Paul da Cioça ou Ribeira da Cioça	1	6,24
	V. da Carvalho	3	0,74
	V. da Lenteira ou V. da Qta Branca	3	4,33
	V. 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 Paco 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 Coselhas	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 Antanol	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
	V. do Sul, Marginal ou Real, Rib ^o dos Covões	2	18,24
	V. 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 município é o percurso de leste para oeste do rio Mondego, com as suas inflexões de traçado e, sobretudo, pela 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.

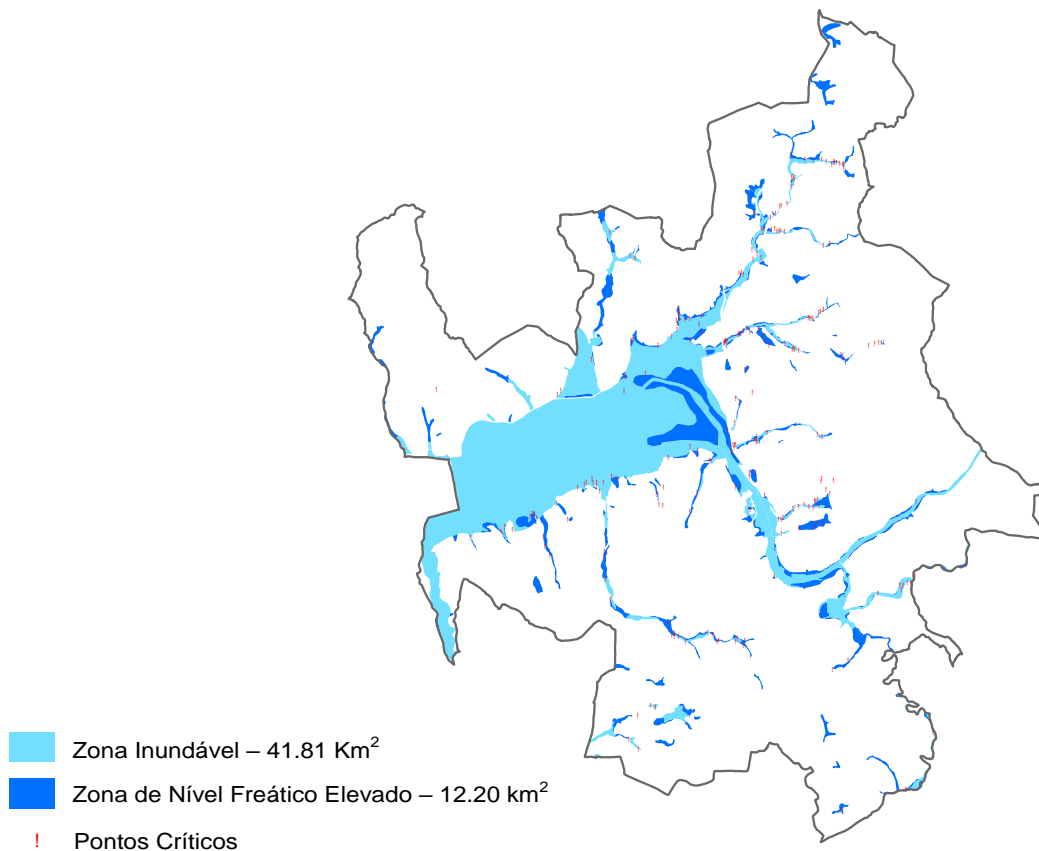


Figura 3.9 – Áreas Inundáveis

(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

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 < 0.15m.

caracterização sumária dos recursos hídricos subterrâneos de Coimbra com base nos domínios da recarga aquífera⁵ e valores de potencial aquífero⁶.

⁵ Recarga aquífera: conjunto de processos hidrodinâmicos que promovem o aumento das reservas hídricas de uma unidade ou sistemas aquíferos.

⁶Uma formação ou estrutura geológica é considerada aquífera pela conjugação de diversas características: capacidade de armazenamento hídrico e uma média a elevada condutividade hidráulica; ocorrer uma recarga aquífera regular; as propriedades físico-químicas obedecerem aos valores exigidos; a captação de água ser técnica e economicamente viável.

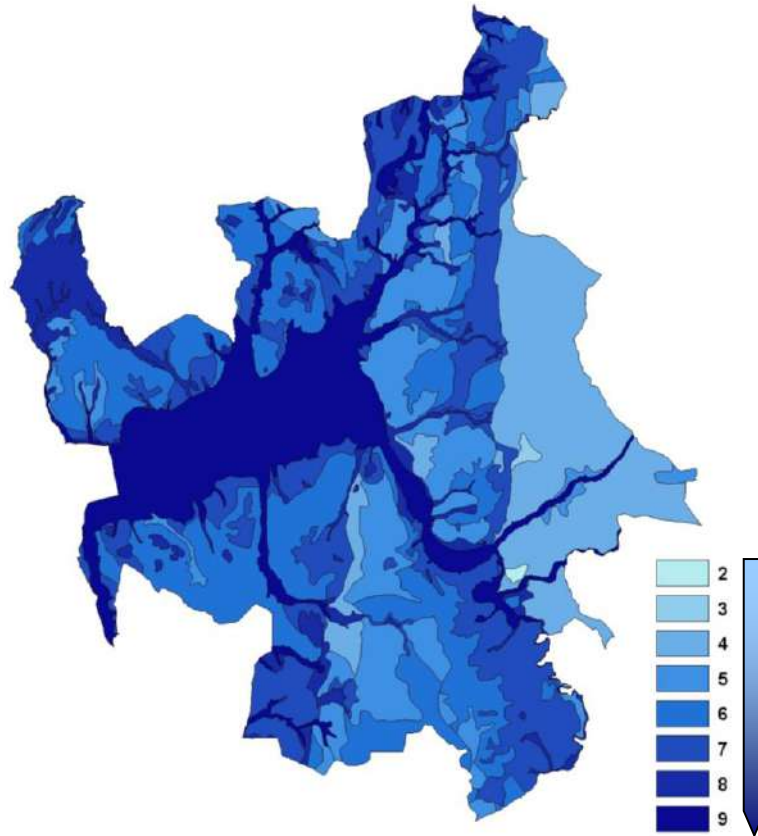


Figura 3.10 – Recarga Aquífera

(fonte: UC - FCTUC - DCT 2006)

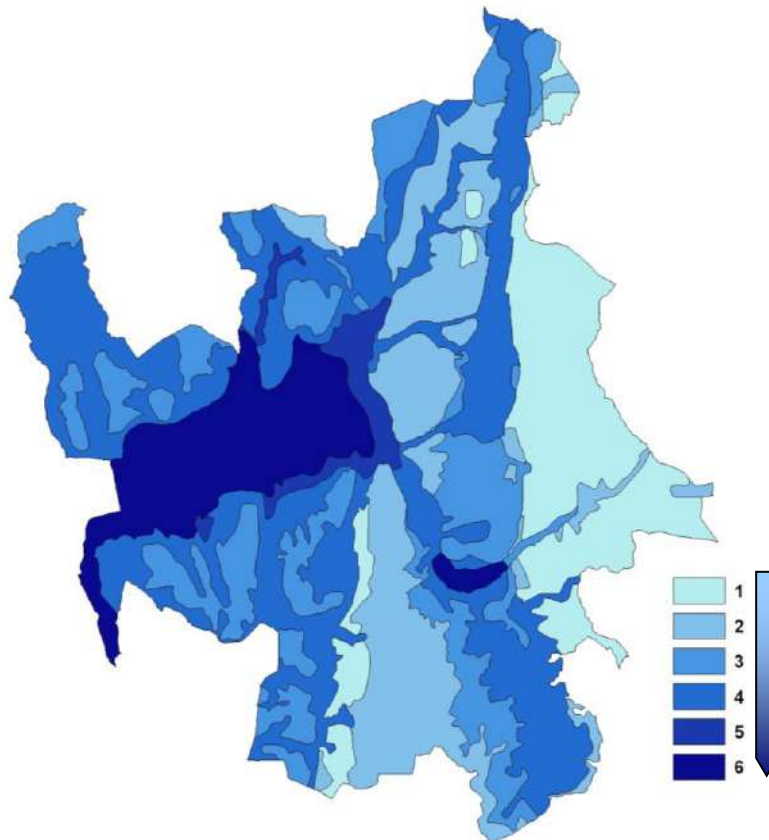


Figura 3.11 – Potencial Aquífero

(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.

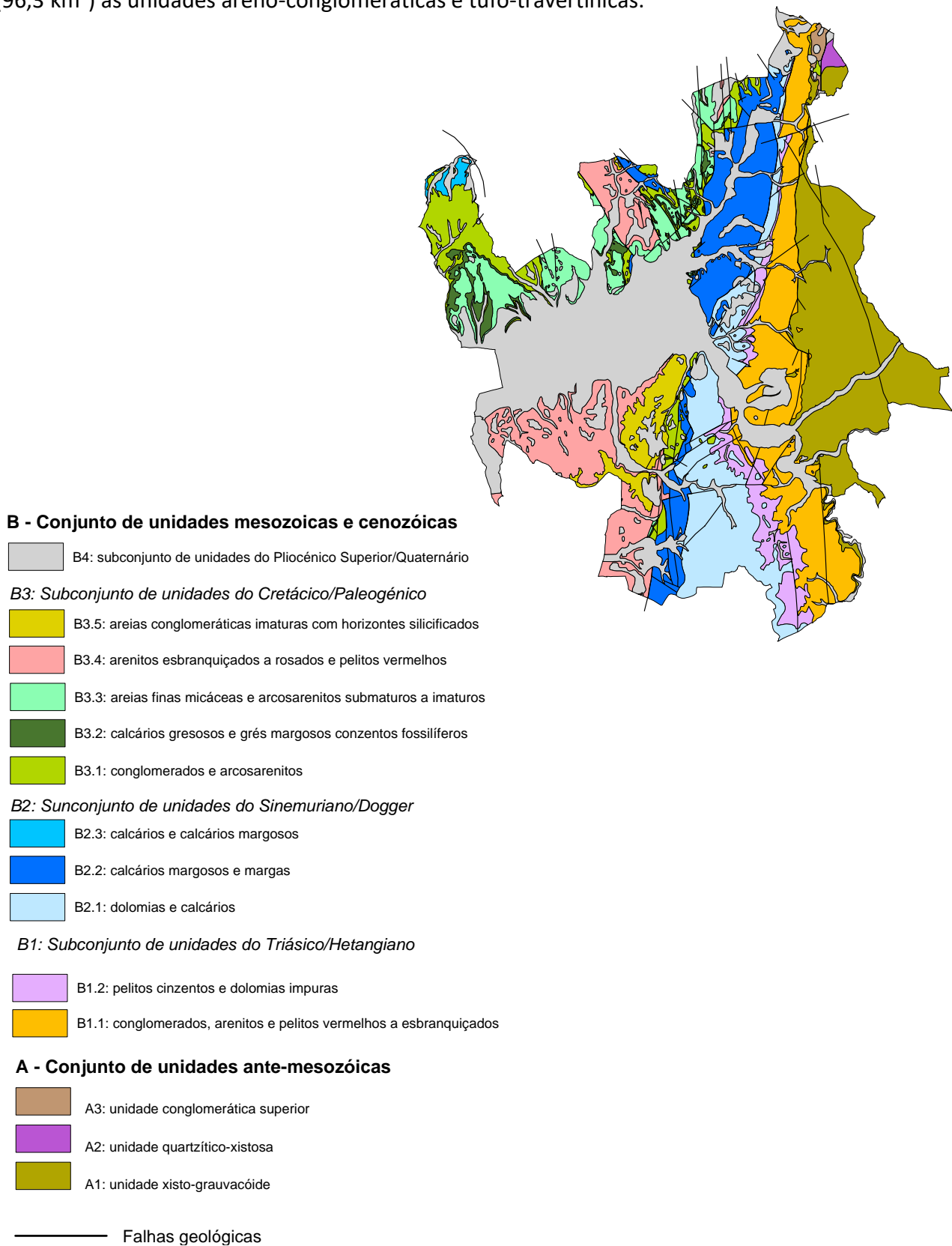
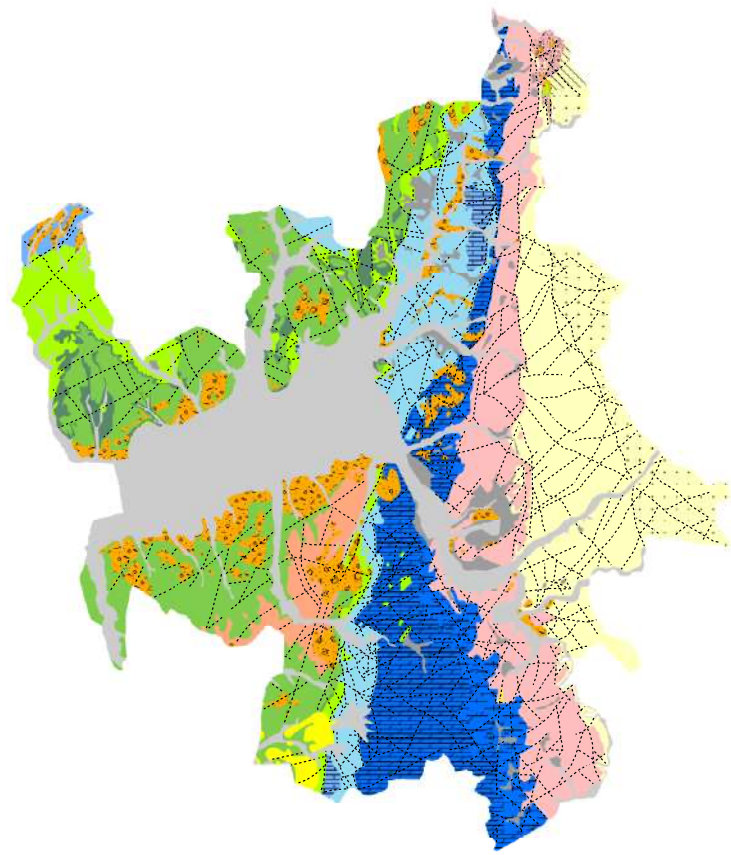


Figura 3.12 – Esboço Geológico

(fonte: UC - FCTUC - DCT 2006)



- Depósitos aluvionares
- Depósitos Coluvionares e de Vertente
- Depósitos superficiais tufo-travertínicos
- Depósitos superficiais areno-conglomeráticos
- Depósitos superficiais cascalhentos
- Unidade areno-conglomerática
- Unidades arenosas e areno-argilosas
- Unidade carbonatada concrecionada
- Unidade arenosa grosseira clara
- Unidades calcareníticas a calcilitíticas
- Unidades calcareníticas a calcilitíticas - calcários e calcários margosos
- Unidades calco-margosas e margosas
- Unidades areno-argilosas e calco-dolomíticas a calco-margosas - calcários dolomíticos e margosos
- Unidades areno-argilosas e calco-dolomíticas a calco-margosas - arenitos, pelitos e dolomias
- Unidades conglomeráticas, arenosas e pelíticas (Triásico)
- Unidades conglomeráticas, arenosas e pelíticas (Carbónico)
- Unidades metagrauvacóides, xisto-quartzosas e quartzíticas - Quartzitos e xistos
- Unidades metagrauvacóides, xisto-quartzosas e quartzíticas - Xistos e grauvaques
- Unidades metagrauvacóides, xisto-quartzosas e quartzíticas - Xistos e filádeos
- Falhas

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) consumidas pela construção civil.

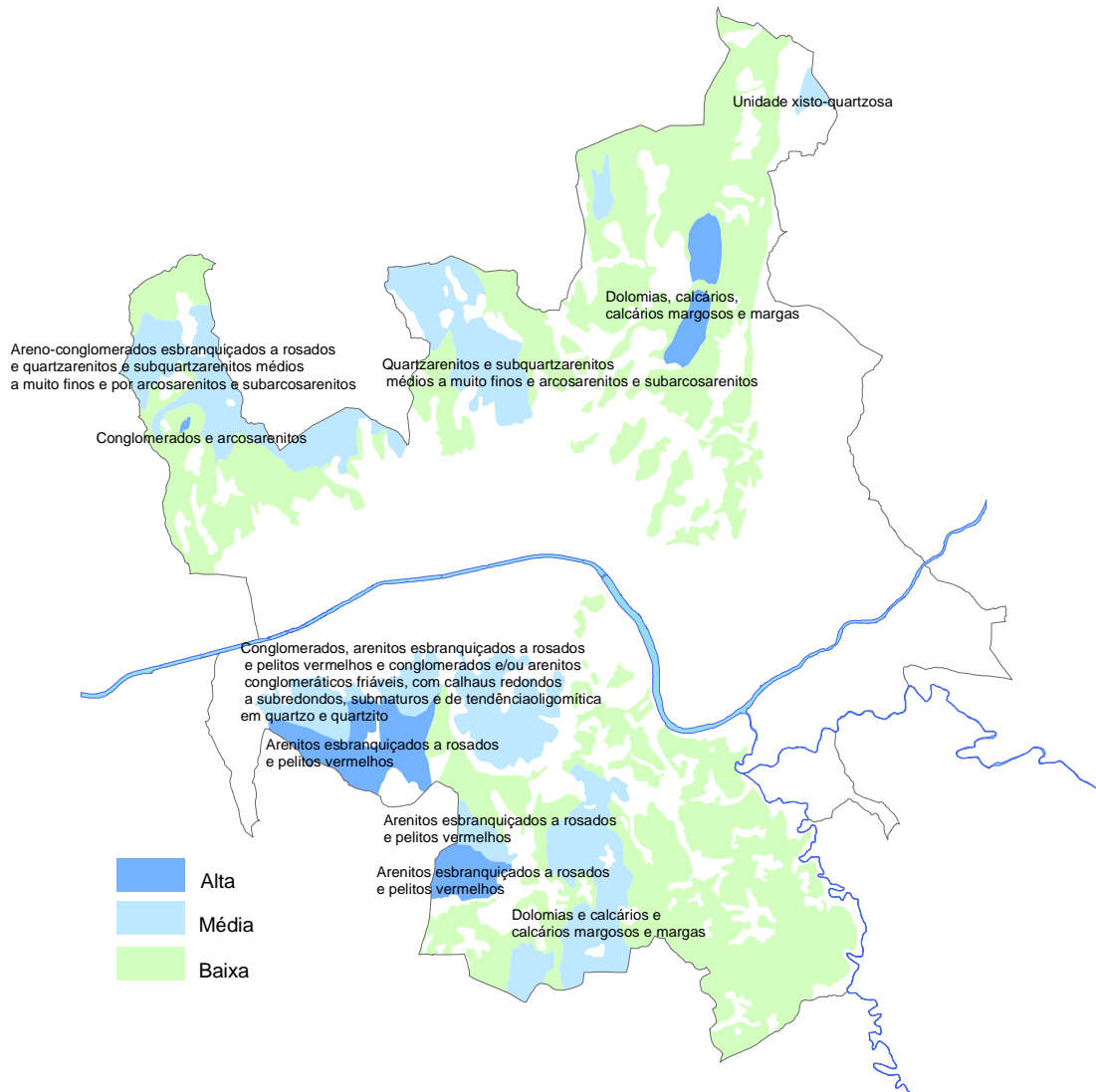


Figura 3.14 – Capacidades de utilização para a exploração de recursos minerais (exceto areias) (fonte: UC - FCTUC - DCT 2006)

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 do Mondego e o vale do Mondego, para montante da ponte da Portela.

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

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, drenagem e reestruturação fundiária dos campos do Mondego, bem como, o fornecimento de água às populações e à indústria, e 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 15.244 ha sendo o eucalipto a espécie dominante, representando 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 castanheiro.

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

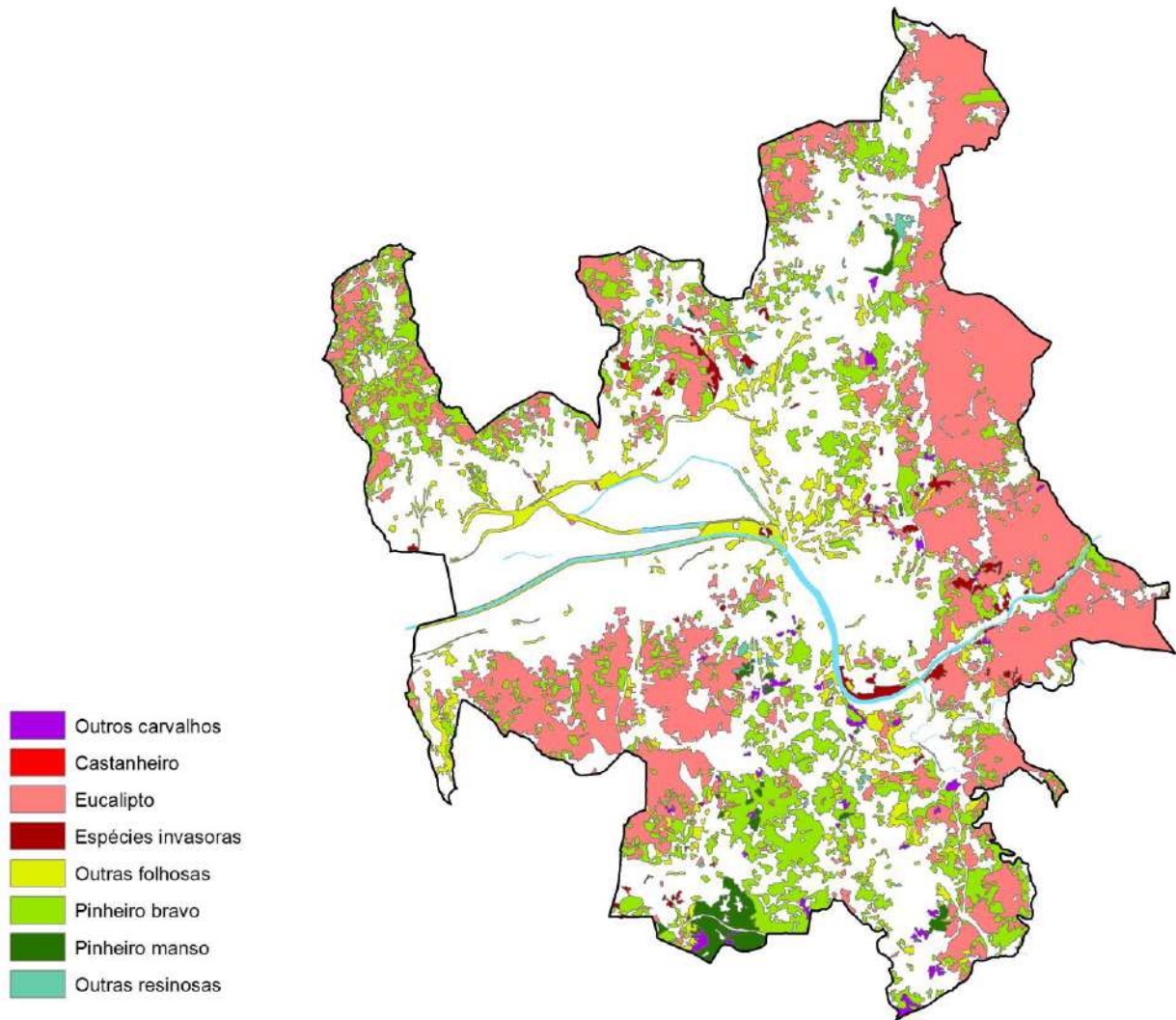
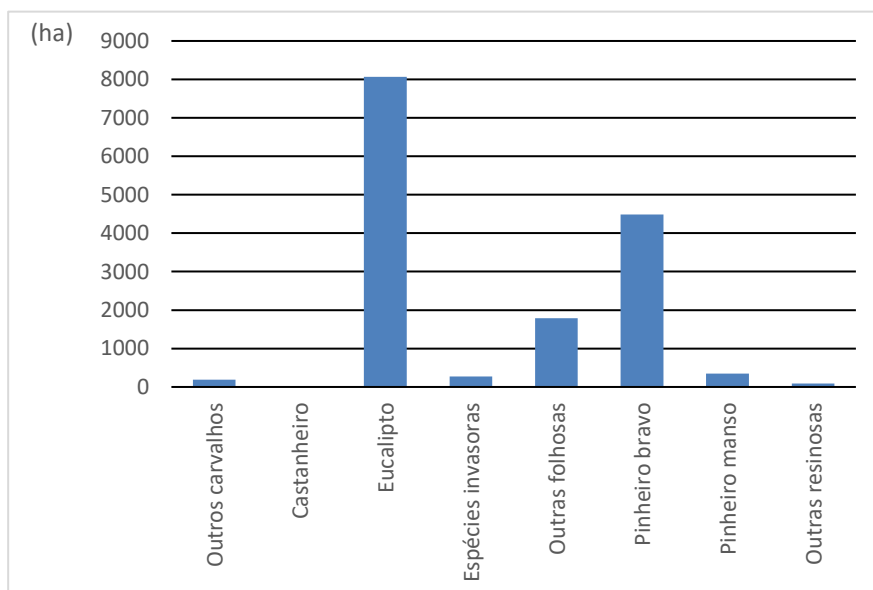


Figura 3.15 – Área Florestal– distribuição no território

(fonte: DGT – COS 2018)

Quadro 3.1 – Área Florestal – quantificação



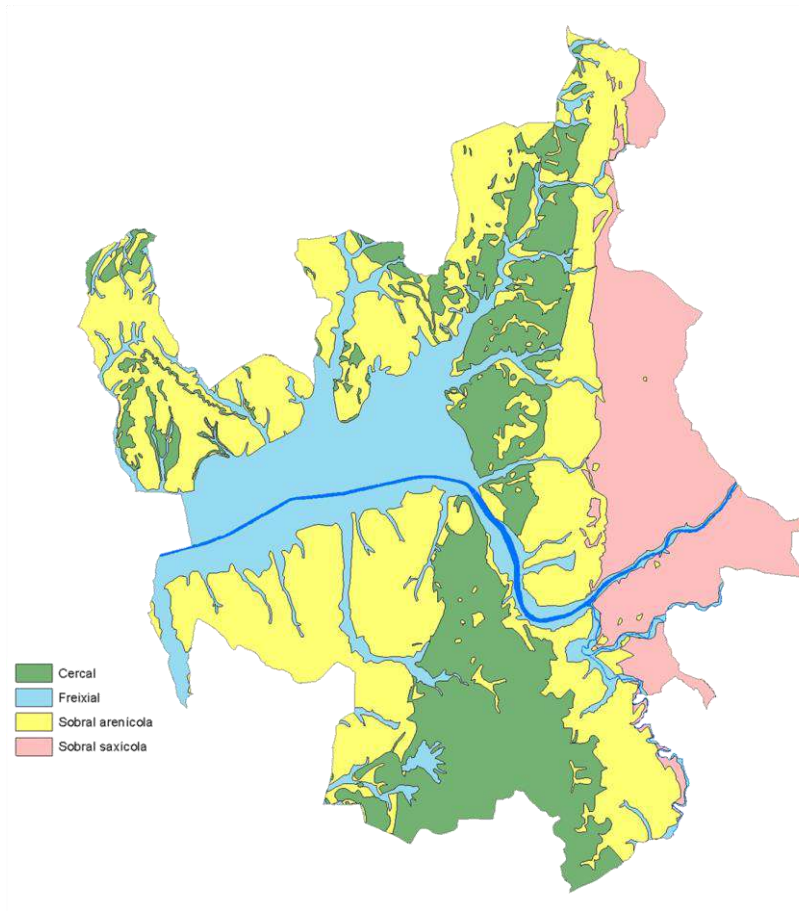


Figura 3.17 – Mapa de vegetação potencial

(fonte: UC - FCTUC - CEG 2006)

As áreas agrícolas abrangem 9.770 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.

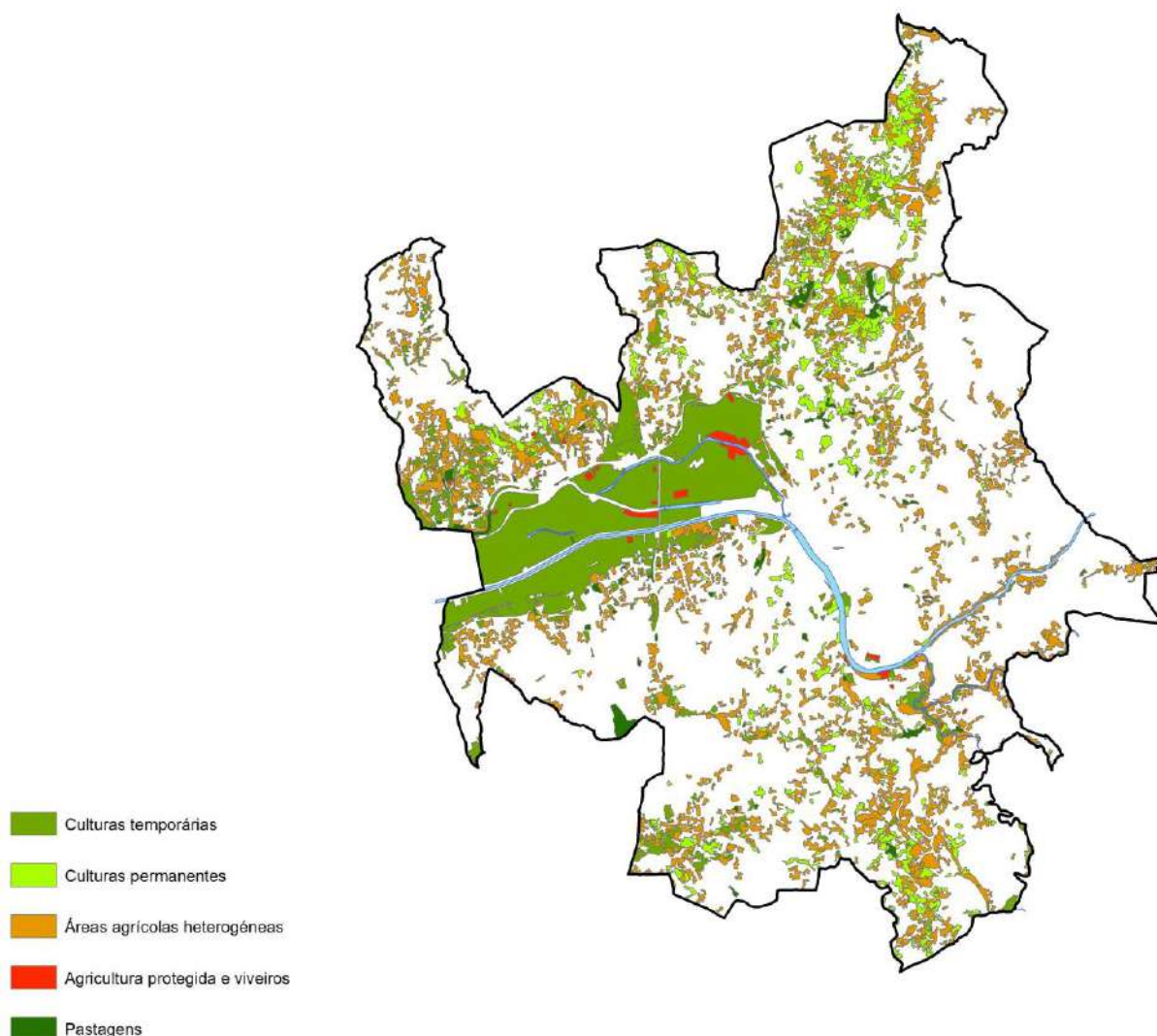


Figura 3.16 – Área Agrícola – distribuição no território

(fonte: DGT – COS 2018)

Quadro 3.2 – Área Agrícola - quantificação

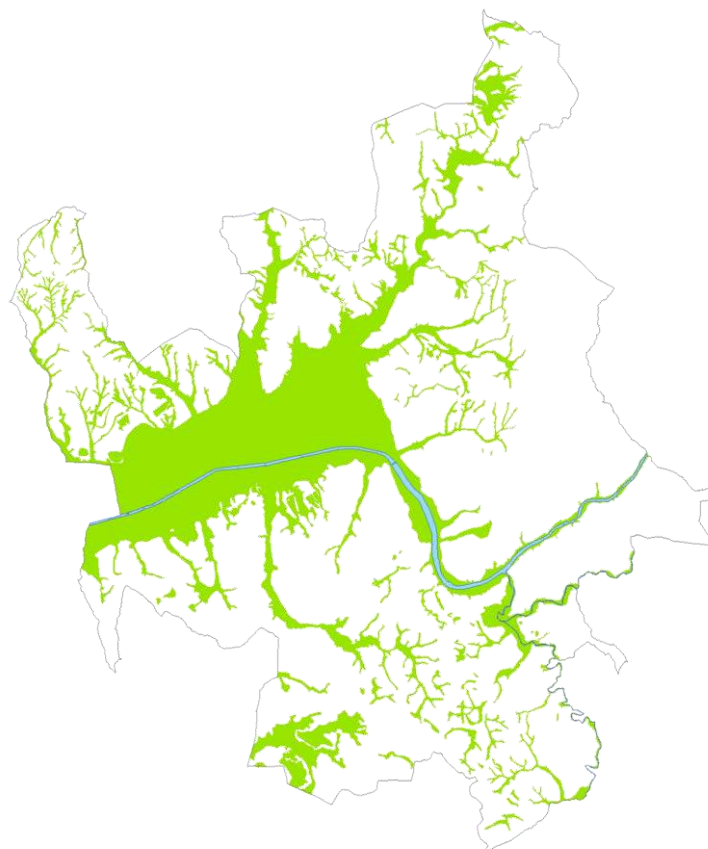
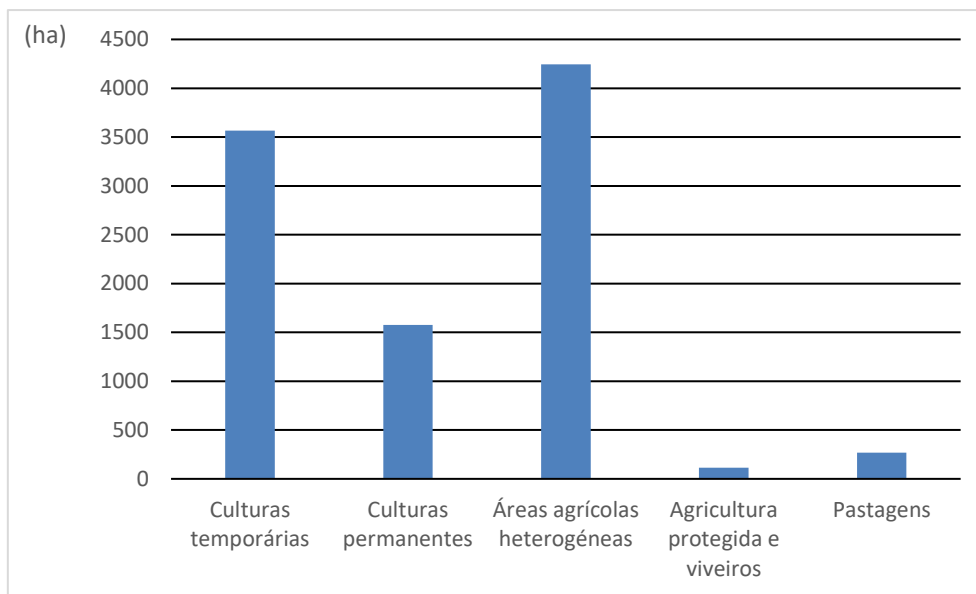


Figura 3.18 – Solos com elevada aptidão agrícola

(fonte: UC - FCTUC - CEG 2006)

Da análise aos incêndios rurais ocorridos no período entre 2010 e 2019, ressalta a situação vivida em 2017, em que as condições meteorológicas particularmente adversas que se verificaram, fez disparar os registos, tanto no número de ocorrências como, principalmente, no valor da superfície ardida, que atingiu em Coimbra perto de 2000 hectares.

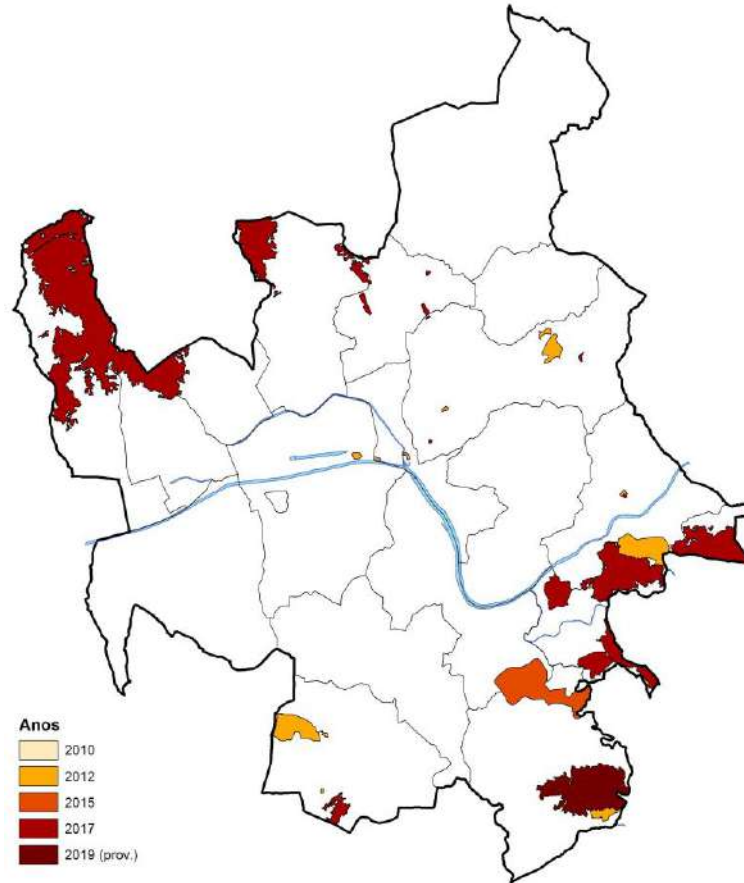
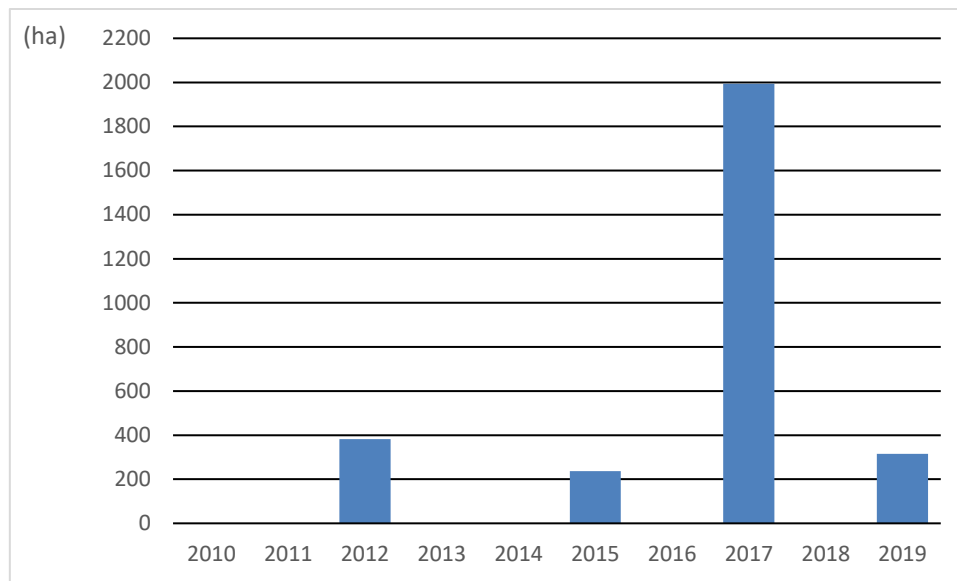


Figura 3.19 – Incêndios Rurais – distribuição no território

(fonte: ICNF 2020)

Quadro 3.3 – Incêndios Rurais – quantificação



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.

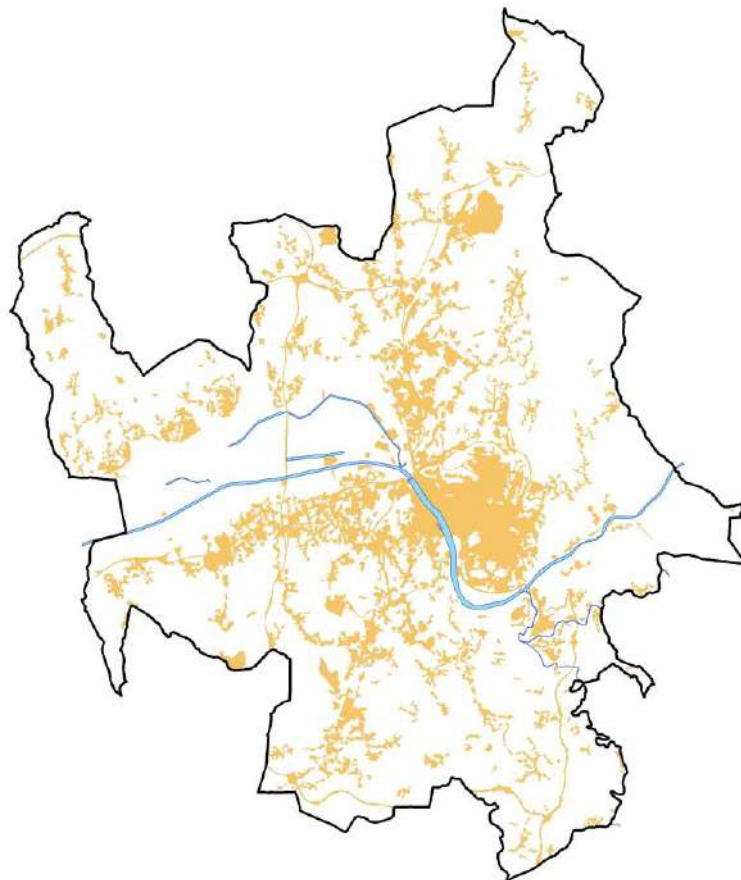


Figura 3.16 – Territórios artificializados

(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 Gases de Efeito de Estufa (GEE), e consequente alteração da composição da atmosfera.

De acordo com IPCC (2018), estima-se que as atividades humanas, nomeadamente a emissão de gases de efeito de estufa 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 (sigla em inglês GMST) para a década 2006–2015 foi 0,87°C (provavelmente entre 0,75°C e 0,99°C), a mais alta que a média registrada no período 1850–1900. É provável que o aquecimento global atinja 1,5°C entre 2030 e 2052, caso continue a aumentar no ritmo atual.

O Relatório Especial do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC) «Aquecimento Global de 1,5°C» estabelece que o aquecimento global antrópico estimado é compatível ao nível de aquecimento observado dentro de $\pm 20\%$ (variação provável). Atualmente, o aquecimento global antrópico estimado vem aumentando em 0,2°C (provavelmente entre 0,1°C e 0,3°C) por década, devido a emissões passadas e atuais. Pelo que o mesmo documento, concluiu que um aumento da temperatura média global superior a 1,5°C terá consequências mais gravosas e mais cedo do que o inicialmente esperado, apelando à redução urgente das emissões de GEE para a atmosfera.

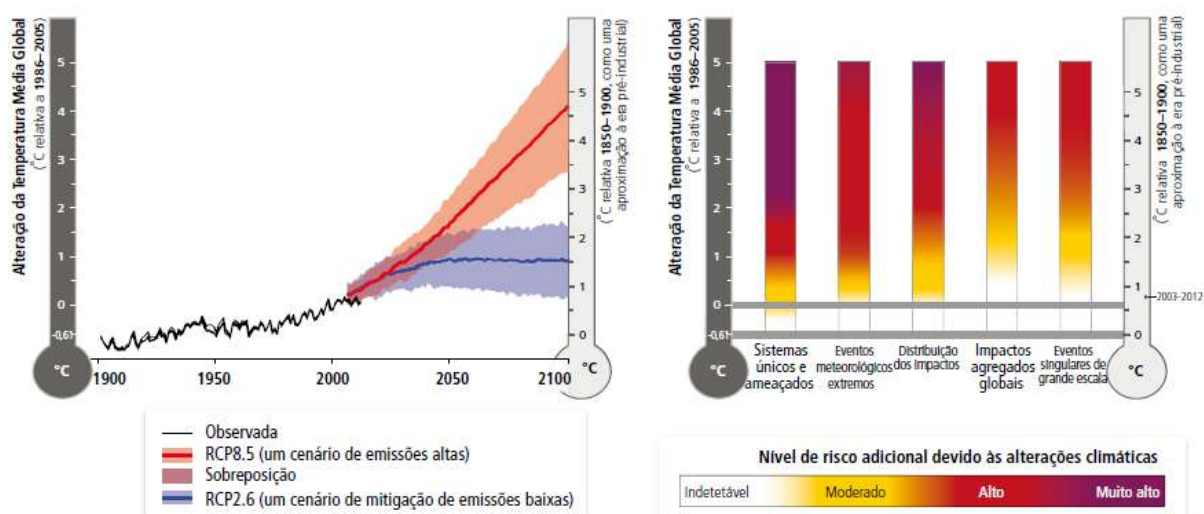


Figura 4.1 - Perspetiva global sobre os riscos relacionados com o clima (extraído de IPCC, 2014) ¹

Europa

A década de (2002 – 2011) foi a mais quente de que há registo na Europa, com uma temperatura terrestre 1,3°C superior à da média pré-industrial. Várias projeções obtidas a partir de modelos indicam que, na parte final do século XXI, a Europa poderá ter um aumento médio da temperatura na ordem dos 2,5 a 4°C superior à média registada no período de 1961 a 1990.

Portugal

Os relatórios do IPCC estabelecem diversos cenários climáticos gravosos para Portugal (RCP 8.5, IPCC AR5). É previsto que o aumento da temperatura pode 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 (Tmax (igual ou maior que) 35°C), especialmente no interior sul, no aumento do número de noites tropicais (Tmin (igual ou maior que) 20°C) e em ondas de calor mais longas e frequentes, especialmente no interior nordeste. Os registos de emissões recentes aproximam-se contudo do cenário menos gravoso RCP 4.5 implicando um forçamento radiativo em 2100 de 4,5 Wm⁻² ao qual será associado um aumento médio de temperatura entre 1,1 e 2,6°C (1,8°C em média), o que significa que existe a probabilidade de não exceder os 2°C, mas sem cumprir o objetivo de não ultrapassar o objetivo mais ambicioso assumido em Paris. Contudo, neste cenário os aumentos de temperatura média poderão variar entre 2°C a 3°C em Portugal.

De acordo com o IPMA, em Portugal Continental, os meses de julho e agosto de 2016 igualaram o valor mais alto de temperatura máxima mensal de agosto de 2003 (32,2 °C), sendo os únicos 3 meses cujos valores estão acima de 32 °C (Boletins Climatológicos). Em relação à temperatura média o mês de julho de 2016 foi o 2º mais quente desde 1931 (início da série), apenas julho de 1989 apresentou um valor de temperatura média mais alto. Agosto foi o 5º mês de agosto mais quente, atrás de 2003, 1949, 2010 e 2005.

No verão de 2016 (junho, julho, agosto) o valor da temperatura máxima do ar, em Portugal continental, foi o mais alto desde 1931, 30,6 °C, cerca de 2,9 °C acima do valor normal 1971-2000. Foi ainda o 2º verão mais quente desde 1931 (depois de 2005) com o valor da temperatura média de 23,0 °C, cerca de 1,8 °C acima do valor médio. Desde 1931, 6 dos 10 verões mais quentes ocorreram depois do ano 2000, sendo o verão de 2005 o mais quente em 86 anos.

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 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 (IPPC, 2014).

Em dezembro de 2015, Portugal teve a temperatura máxima mais alta desde que há registos. Este mês foi o 2º 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 temperatura mínima foi o 11º mais alto desde 1931 e o mais alto dos últimos 15 anos (desde 2000). O valor médio da quantidade de precipitação, 75.0 mm, foi inferior ao normal (144.0 mm) classificando-se este mês como seco. Fevereiro de 2020 foi o mais quente desde que há registos em Portugal. A temperatura máxima esteve 3,51 graus 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 1971-2000, sendo o 7º mais quente desde 1931 e o 2º desde 2000.

No ano de 2015 o valor médio de precipitação total anual foi de 599, valor muito inferior ao valor normal, sendo o 6º mais seco desde 1931 e o 4º mais seco desde 2000.

Cenários climáticos

De forma a projetar evolução/alterações 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).

A elaboração 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 (IPCC, 2013). Estes cenários representam possíveis evoluções socioeconómicas e respetivas emissões de GEE.

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

- RCP 4.5 – Cenário mais moderado, conducente a um forçamento radiativo médio/baixo no final do século, que pressupõe uma trajetória de aumento da concentração de CO₂ atmosférico até 520ppm em 2070, com incremento menor até 2100;
- RCP 8.5 – cenário mais extremo, com trajetória de concentrações de GEE conducentes a um forçamento radiativo elevado no final do século que pressupõe uma trajetória semelhante ao cenário RCP 4.5 até 2050, mas depois com aumento rápido e acentuado, atingindo uma concentração de CO₂ de 950ppm em 2100.

4.2. Metodologia

Para o clima atual observado na cidade de Coimbra, período 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 139,61m (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 35m

(<http://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1971-2000/index.jsp#107>, acesso em 8/05/2020).

Para a cenarização/simulação e análise das tendências climáticas para Coimbra e Região, clima atual simulado e futuro, utilizaram-se dois modelos climáticos, o Modelo Global Ensemble e o Modelo Regional Ensemble, para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, a partir das seguintes fontes de informação:

1. Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I. P. (IPMA, I. P.) - Portal do Clima, recolhendo-se informação no sítio <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)3, no presente caso, região de Coimbra e estação Udométrica de Bencanta, e em diferentes períodos de tempo, 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 0,11º (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, e em função do tipo de dados disponíveis, para a Região de Coimbra (RC) e para a cidade de Coimbra, procedeu-se à modelação, identificando as potenciais alterações (anomalias) projetadas entre o clima atual e 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, RCP 4.5 e RCP 8.5, dividido em três períodos: 2011-2040 (período de transição); 2041-2070 (médio-prazo) e 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 10m.

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 superior ou igual a 25°C);
- Número de dias muito quentes (temperatura máxima superior ou igual a 35°C);
- Número de dias de geada (temperatura mínima inferior ou igual a 0°C);
- Número de noites tropicais (temperatura mínima superior ou igual a 20°C);
- Número total de dias de ondas de calor;
- Número total de dias de ondas de frio;
- Número de dias com precipitação superior ou igual a 20 mm;
- Número de dias com vento moderado a forte a 10m (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 de tempo 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 e correspondente probabilidade de ocorrência. Fonte: IPMA (consultado 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
≤ -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 do território Município de Coimbra e futuro, 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 Região e para 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 (outubro a março) e outro seco (abril a setembro).

A precipitação média acumulada anual da Região de Coimbra (RC) é de e 1270,075mm e a de Coimbra é de 905.1mm (IGUC) e 975mm (Bencanta), respetivamente. Com 138 dias de chuva, em que o período de maior precipitação está compreendido entre os meses de novembro e fevereiro, sendo dezembro o mês de maior precipitação, com 189.27mm na RC e 126,8mm - 139,8mm em Coimbra. Os meses menor precipitação em Coimbra são os de julho (12,8 e 14,4mm) e de agosto (16,5 e 14,4mm).

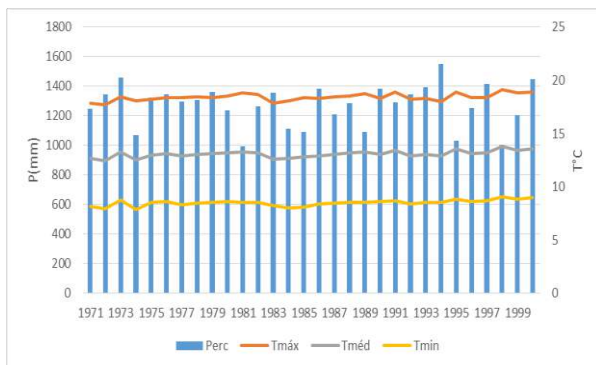


Figura 4.2 – Gráfico termo-pluviométrico da Região de Coimbra, de acordo com a normal climatológica simulada para o período 1971-2000. Precipitação média acumulada anual e temperatura média da média, da máxima, da média e da mínima anual

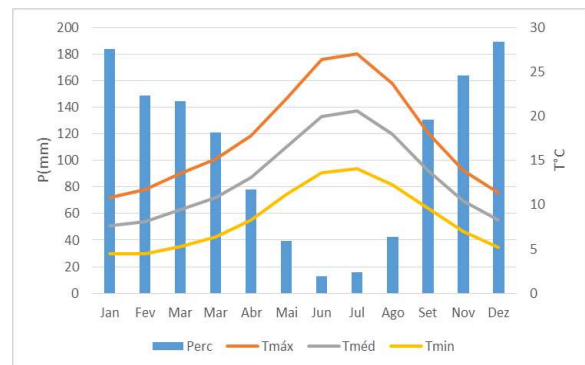


Figura 4.3 – Gráfico termo-pluviométrico da Região de Coimbra, de acordo com a normal climatológica simulada para o período 1971-2000. Precipitação média acumulada mensal e temperatura média da média, da máxima, da média e da mínima mensal

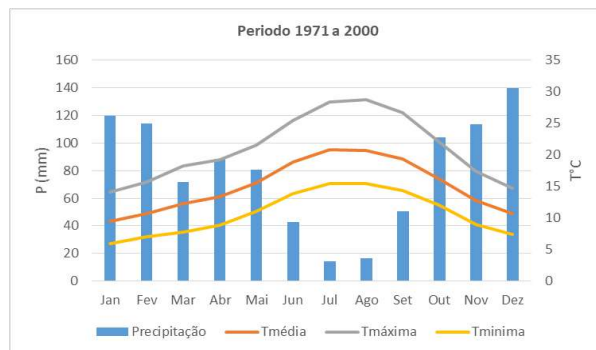


Figura 4.4 – Gráfico termo-pluviométrico de Coimbra (IGUC) de acordo com a normal climatológica de 1971-2000. Precipitação média acumulada anual e temperatura média da média, da máxima, da média e da mínima mensal

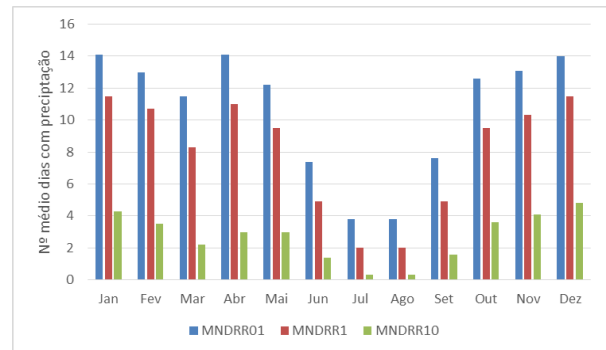


Figura 4.5 – Número médio de dias com precipitação em Coimbra, registada na estação de Bencanta, para o período 1971-2000. Legenda: MNDRR01 - Média do número de dias com precipitação diária $\geq 0.1\text{mm}$; MNDRR1 - Média do número de dias com precipitação diária $\geq 1\text{mm}$; MNDRR10 - Média do número de dias com precipitação diária $\geq 10\text{mm}$

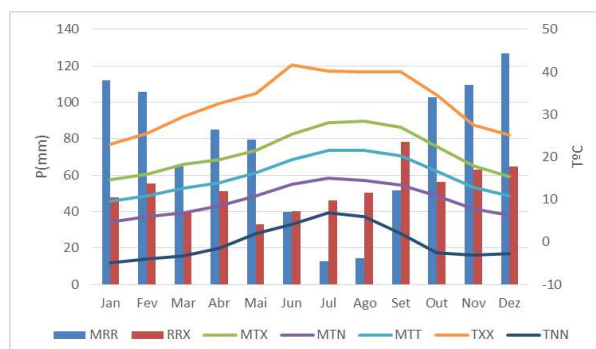


Figura 4.6 – Precipitação e temperatura registadas na estação de Bencanta, para o período 1971-2000. Legenda: MRR - Média da quantidade de precipitação total; RRX - Maior valor da quantidade de precipitação diária; MTX - Média da temperatura máxima; MTN - Média da temperatura mínima; MTT - Média da temperatura média; TXX - Máxima da temperatura máxima; TNN - Mínima da temperatura mínima

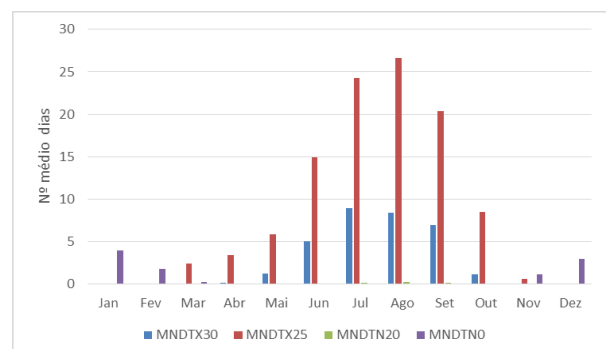


Figura 4.7 – Variabilidade da temperatura/dias, registada na estação de Bencanta, para o período 1971-2000. Legenda: MNCTX25 - Média do número de dias com temperatura máxima $\geq 25^{\circ}\text{C}$; MNCTX30 - Média do número de dias com temperatura máxima $\geq 30^{\circ}\text{C}$; MNCTN20 - Média do número de dias com temperatura mínima $\geq 20^{\circ}\text{C}$; MNCTN0 - Média do número de dias com temperatura mínima $\leq 0^{\circ}\text{C}$

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 (RC 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 para Coimbra 5,9°C e fevereiro (4,41°C) para a RC (Fig. 4.2, 4.3, 4.4, 4.6).

A temperatura mínima mensal é menor no mês de janeiro para Coimbra 5,9°C e fevereiro (4,41°C) para a RC (Fig. 4.2, 4.3, 4.4, 4.5).

A temperatura média anual varia de 15,5 a 15,1°C, e 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 é de 107,32, o número médio anual de dias com temperaturas superiores a 30°C é de 32, o número médio anual de noites tropicais é de 0,8, de temperaturas inferiores a 0°C é de e 10,5 dias. O dia com registado de maior valor de temperatura foi em 14 de junho e 1981 com 41,5°C e o dia com a menor temperatura mínima foi em 2 de janeiro de 1971 com -4,9° (IPMA).

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

Vento

Os valores médios da velocidade dos ventos apresenta 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 de 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	NW	NW	NW	NW	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

Região de Coimbra e cidade de Coimbra

Durante o período em apreço, as previsões para a precipitação nos cenários climáticos considerados, são (Figuras 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11; Quadro 4.3):

- Para a Região de Coimbra e cidade de Coimbra, haverá uma redução da precipitação média à escala anual até final do século, para ambos os cenários climáticos, RCP4.5 e RCP8.5, com maior magnitude no segundo;
- A perda de precipitação anual já se regista no período 2011-2040: -48,9mm, para RCP4.5; -67,1mm, para RCP8.5. Para o período 2041-2070, agrava-se, para ambos os cenários, a perda de precipitação, em cerca de valor cerca de -78mm;
- Para o período de 2070-2100, na RC, no cenário RCP 4.5 verifica-se uma redução anual da precipitação na ordem dos 5%, comparado com o período de referência. Para o cenário de maior forçamento, RCP8.5, é expectável uma redução da precipitação em cerca de 188,7mm/ano, o corresponde a - 15% em comparação ao período de referência;
- Para Coimbra, em 2030, o cenário RCP 4.5 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 -100mm/ano). Em 2050 estes valores esbatem-se, no entanto este poderá ser um ano em que a estimativa é muito inflacionada. Outros anos apresentam decréscimos significativos para os dois cenários. Esta variação da precipitação acontece em redor 2100, com a redução da precipitação em cerca de 213mm/ano, no cenário RCP8.5, correspondendo a uma perda na ordem dos 23,6%.

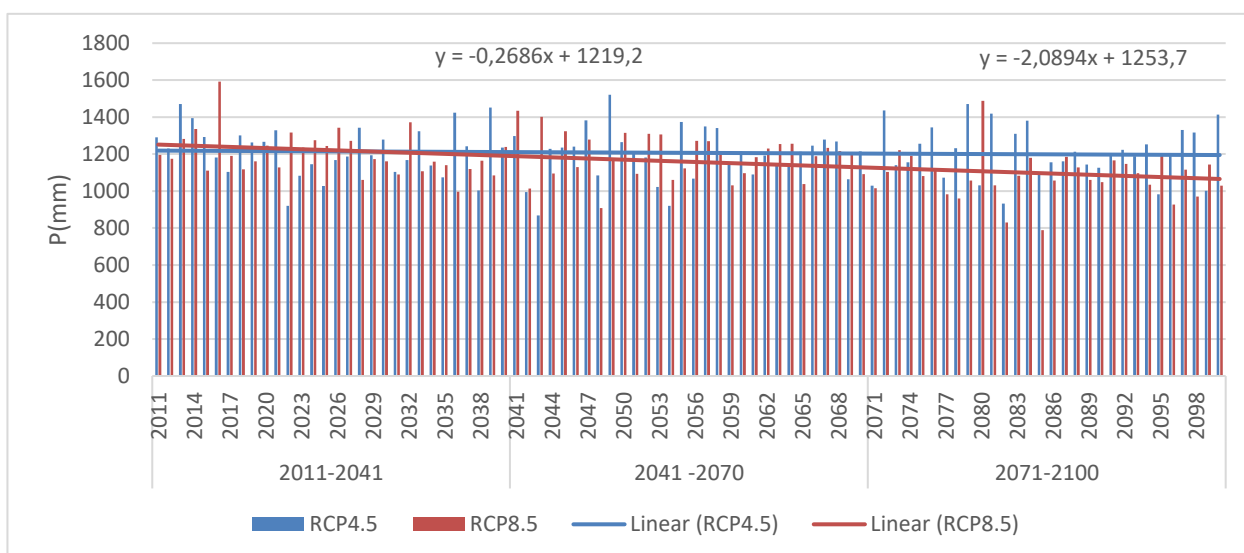


Figura 4.8 – Normais de precipitação média acumulada anual, para a Região de Coimbra, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, para Séc. XX

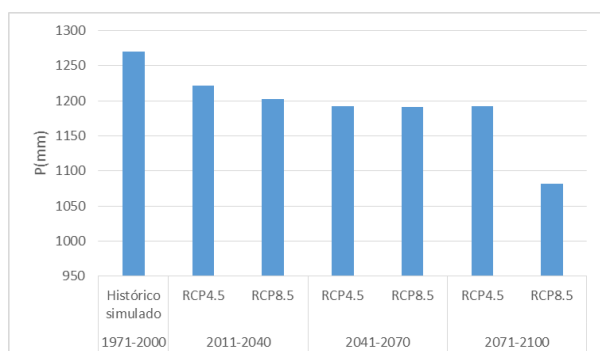


Figura 4.9 – Normais de precipitação média acumulada anual, para a Região de Coimbra, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, simulada para os períodos, 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

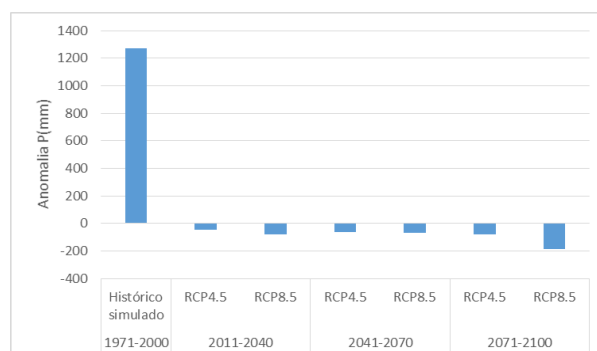


Figura 4.10 – Anomalias de precipitação, para a Região de Coimbra, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5, simulada para os períodos, 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

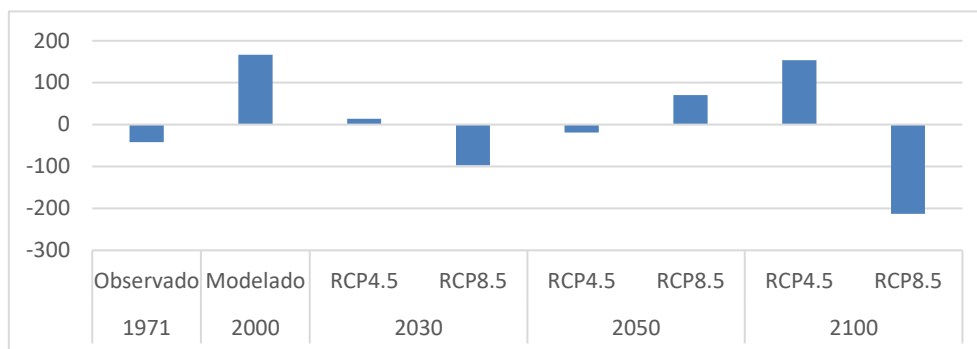


Figura 4.11 – Anomalia da média anual de precipitação para Coimbra, simulada para três anos, 2030, 2050 e 2100

Quadro 4.3 – Síntese das projeções das anomalias de precipitação, para a Região de Coimbra, nos modelos climáticos RCP4.5 e RCP8.5, simulada para três períodos, 2011-2040, 2041-2070, 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 a Região e para Coimbra, nomeadamente (Figuras 4.12, 4.13, 4.14):

- 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);
- Para o período 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;
- Para o período 2071-2100, a precipitação projetada, para os meses de Inverno, representa 44%, no cenário RCP4.5, e 48,6%, cenário RCP8.5, do total da precipitação anual;
- Para o Verão (jja) os quantitativos de precipitação são notoriamente mais baixos, agravando-se para o período 2070-2100, especialmente no cenário RCP8.5, onde as perdas variam dos 38% a 50%, RC e Coimbra, respetivamente;
- Para o período 2041-2070, projetam-se perdas significativas para os meses de abril, maio e outubro: -19,73, -23,4 e -22,66mm, no cenário RCP4.5; -27,53, -23,48 e -25,57mm, no cenário RCP8.5;
- Para o período 2070-2100, perdas projetadas para os meses de abril, maio e outubro, agravam-se para o cenário de maior forçamento, RCP8.5, e serão de -37,13, -31,53 e -46,3, respetivamente;
- Em ambos os cenários 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 significativa alteração, pelo que é expectável, a redução da estação húmida, com o alargamento e a severidade da estação seca.

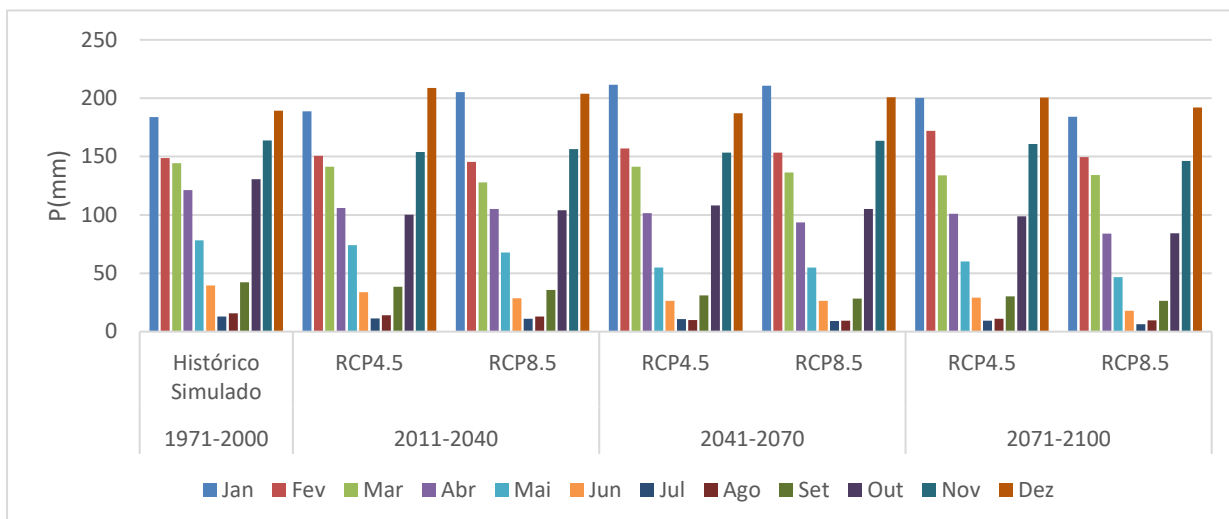


Figura 4.12 – Normais de precipitação média acumulada mensal, simulada para a Região de Coimbra: histórico-simulado, para o período de referência 1971-2000; períodos futuros, 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5

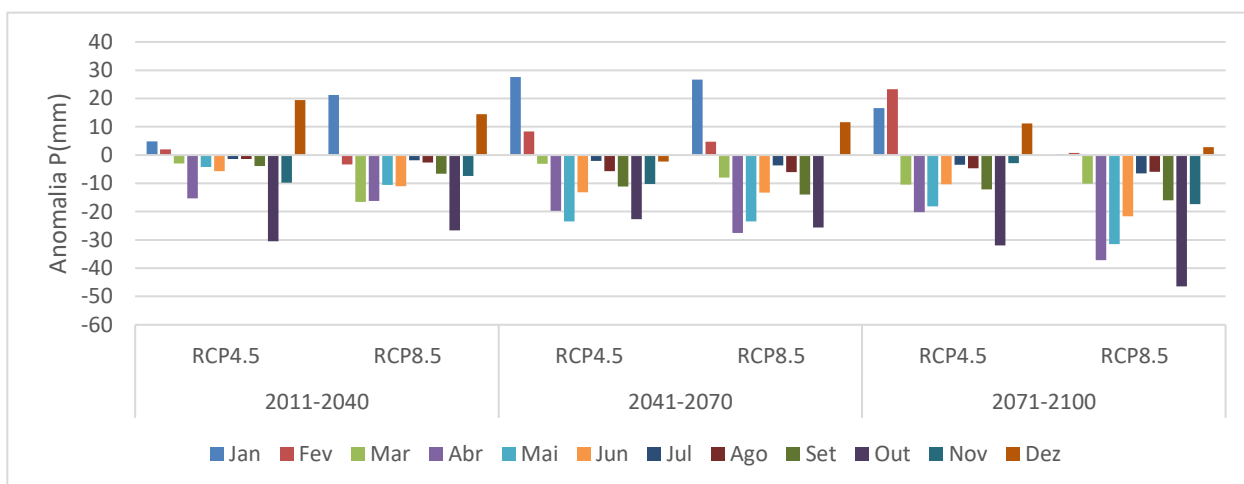


Figura 4.13 – Anomalia de precipitação média acumulada mensal simulada para a Região de Coimbra, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, para os períodos, 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

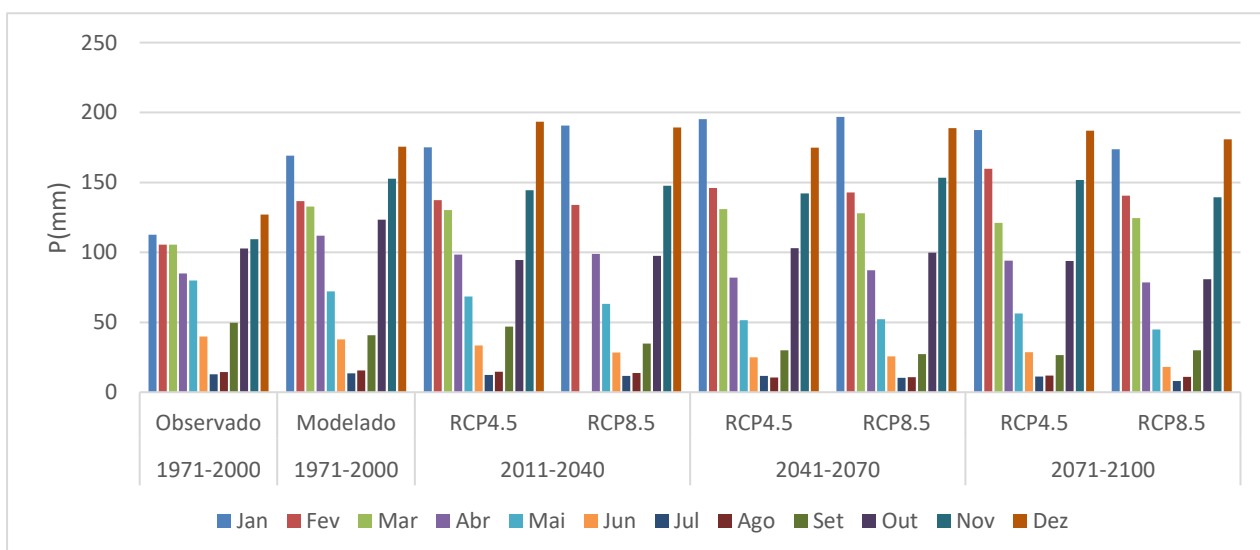


Figura 4.14 – Normais de precipitação média acumulada mensal, para a cidade de Coimbra, simulada para os períodos, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, por comparação ao observado e simulado para o período 1971-2000

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 +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 do indicador de extremo 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 20mm ($P \geq 20\text{mm}$)

A cenarização do número médio de dias com $P \geq 20\text{mm}$ permite as seguintes conclusões (Figuras 4.15, 4.16, 4.17, 4.18, 4.19 e 4.20):

- 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 2071-2100;
- A variação estacionária é mais significativa acontece no Inverno, com o número de dias $P \geq 20\text{mm}$ a aumentar em ambos os cenários climáticos.

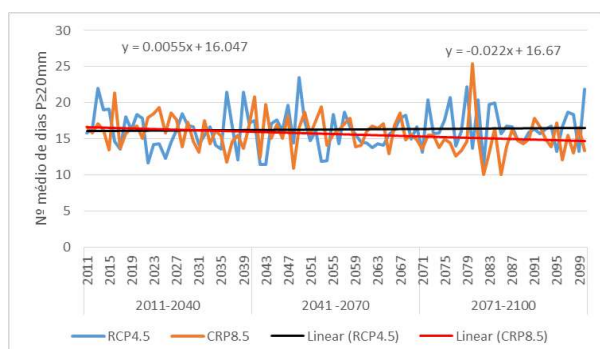


Figura 4.15 – Número médio de dias com $P \geq 20\text{mm}$, para a Região de Coimbra, simulado para os cenários RCP4.5 e RCP8.5

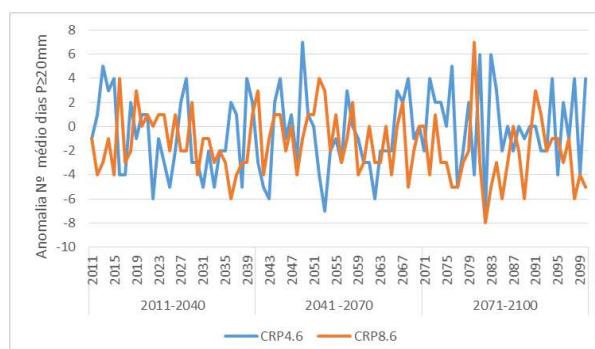


Figura 4.16 – Anomalias do número médio de dias com $P \geq 20\text{mm}$, para a Região de Coimbra, simulado para os cenários RCP4.5 e RCP8.5

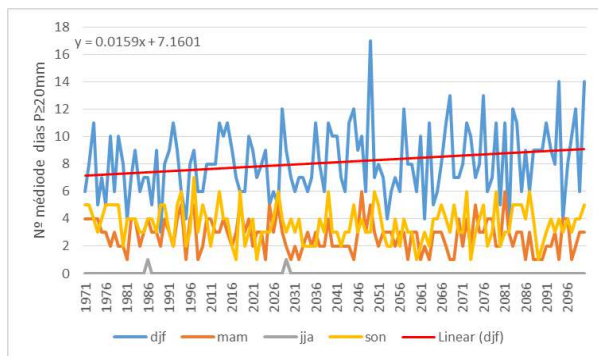


Figura 4.17 – Número médio de dias com $P \geq 20\text{mm}$,

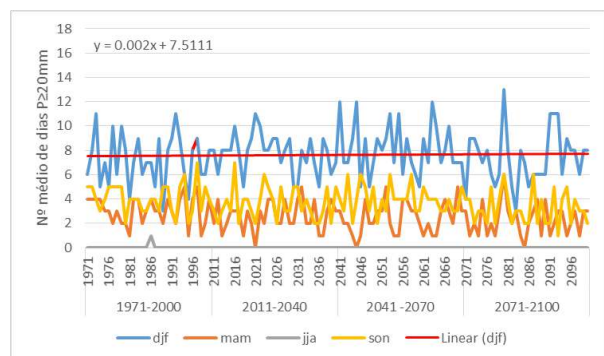


Figura 4.18 – Número médio de dias com $P \geq 20\text{mm}$,

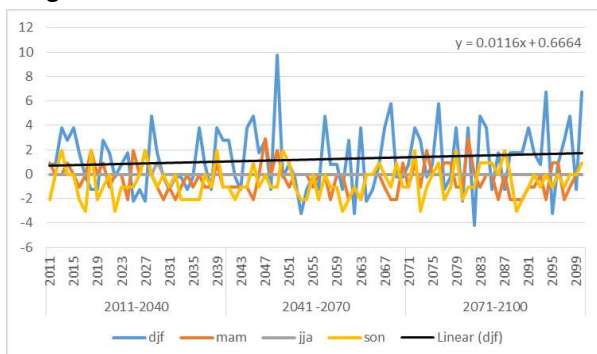


Figura 4.19 – Anomalias do número médio de dias com $P \geq 20\text{mm}$, estacionárias no cenário climático RCP4.5

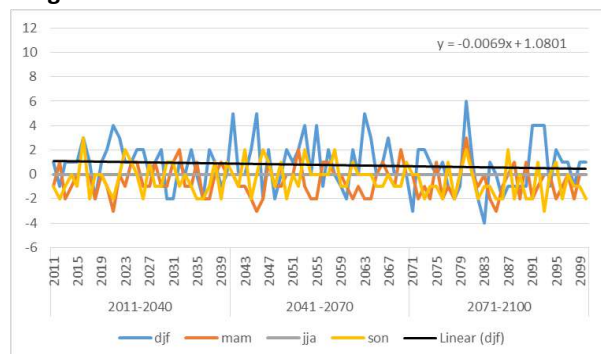


Figura 4.20 – Anomalias do número médio de dias com $P \geq 20\text{mm}$, estacionárias no cenário climático RCP8.5

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 do exercício de cenarização (Figuras 4.21, 4.22, 4.23, 4.24, 4.25 e Quadro 4.5):

- Projeta-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 2041-2070, projetam-se, para o cenário RCP4.5, um aumento de $+1,6^{\circ}\text{C}$ da $T_{\text{máxima}}$, $+1,4^{\circ}\text{C}$ da $T_{\text{média}}$ e $+1,3^{\circ}\text{C}$ da $T_{\text{mínima}}$. Enquanto no cenário RCP8.5 os aumentos serão de $+1,9^{\circ}\text{C}$ para a $T_{\text{máxima}}$, $+1,7^{\circ}\text{C}$ para a $T_{\text{média}}$ e $+1,6^{\circ}\text{C}$ para $T_{\text{mínima}}$;
- Para o período 2071-2100, à escala anual, projetam-se, para o cenário RCP4.5, um aumento de $+2,1^{\circ}\text{C}$ da $T_{\text{máxima}}$, $+2^{\circ}\text{C}$ da $T_{\text{média}}$ e $+1,9^{\circ}\text{C}$ da $T_{\text{mínima}}$. Enquanto no cenário RCP8.5 os aumentos serão de $+3,8^{\circ}\text{C}$ para a $T_{\text{máxima}}$, $+3,9^{\circ}\text{C}$ para a $T_{\text{média}}$ e $+3,3^{\circ}\text{C}$ para $T_{\text{mínima}}$;
- Para o período 2041-2070, no cenário RCP 8.5 projeta-se para os meses junho, julho, agosto, setembro e outubro um aumento da temperatura média, com uma variação de $+4,11^{\circ}\text{C}$ da $+4,67^{\circ}\text{C}$, podendo no caso das médias as $T_{\text{máximas}}$ atingir os $+3,05^{\circ}\text{C}$, mês de setembro, e nas $T_{\text{mínimas}}$ $+2,65^{\circ}\text{C}$, no mês de setembro;
- Para o período 2041-2070, no cenário RCP 4.5, os aumentos da temperatura serão inferiores. Projeta-se para os meses junho, julho, agosto, setembro e outubro um aumento da temperatura média, com uma variação de $+1,17^{\circ}\text{C}$ da $+2,19^{\circ}\text{C}$, podendo no caso das médias as $T_{\text{máximas}}$ atingir os $+2,37^{\circ}\text{C}$ no mês de setembro, e nas $T_{\text{mínimas}}$ $+2,02^{\circ}\text{C}$ no mês de setembro;

- Para o período 2070-2100, no cenário RCP 8.5, 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 das médias as Tmáximas atingir os +5,08°C no mês de junho, e nas Tmínimas +4,48°C, no mês de setembro;
- Para o período 2070-2100, no cenário RCP 4.5, os aumentos serão mais modestos. Projeta-se para os meses 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 Tmáximas atingir os +2,52°C no mês de julho, e nas Tmínimas +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;
- Projetando-se Invernos mais amenos e uma extensão do verão até ao mês de outubro

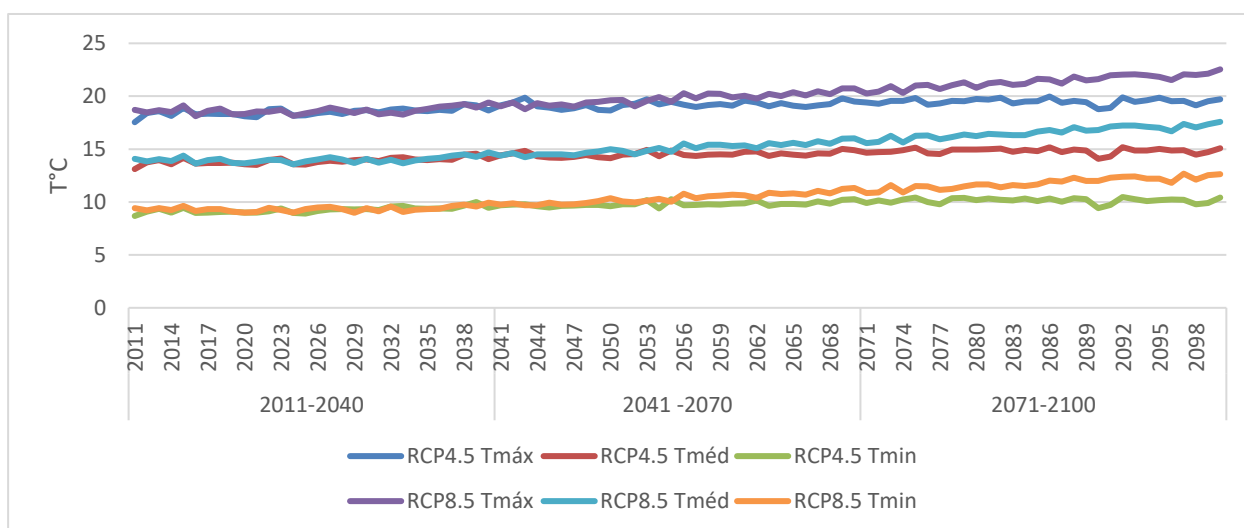


Figura 4.21 – Normais de temperatura média anual, máximas, médias e mínimas, para a Região de Coimbra, simulada para os períodos, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2010, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5

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

Cidade de Coimbra

No caso particular da cidade Coimbra, a partir do modelo estabelecido para a estação climatológica de Bencanta, com base na análise dos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, por contraposição aos dados observados no período de referência, 1970 e 2011, apresenta-se a seguinte análise (Figura 4.26, 4.27, 4.28):

Temperaturas máximas

- Para 2030 – aumento ligeiramente superiores a +1°C, para os dois cenários, das temperaturas médias máximas e máximas, e com os valores máximos a atingir quase os +2°C;
- Para 2050 - o cenário RCP 4.5 apresenta valores similares a 2030. O cenário RCP 8.5 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 de quase +2°C, para o cenário CRP4.5, e de quase +5°C para o cenário RCP 8.5, para os valores máximos. Os valores máximos observados são +3,15°C e de +6°C para o cenário RCP 8.5;

- Quanto à distribuição das temperaturas máximas durante o ano, os valores máximos para o período 1970-2000 ocorrem durante o mês de julho, com valores extremos a atingir 32,8°C e as médias das máximas com 28,48°C. Para o período de 2011-2040, os dois cenários não apresentam diferenças significativas, com os valores máximos a ocorrerem em julho, atingindo os 29,98°C e os valores médios das máximas com 28,05°C, abaixo do período de referência observado. O mesmo acontece com os valores máximos e máximos médios observados em janeiro, em que os valores não destoam dos do período observado (1970-2000);
- A distribuição ao longo do ano começa a apresentar valores mais elevados para o período de 2041 a 2070, mais visível durante o verão, mas mesmo assim, com valores máximos e médios das máximas inferiores aos observados para o período 1970-2000, nomeadamente de 29,78°C e 29,78°C, respetivamente, para o cenário RCP 8.5 e da mesma ordem de grandeza (30,62°C e 29,01°C) para o cenário RCP 4.5. Neste período, os valores máximos registados para os dois cenários algo inferiores aos relativos ao período observado de referência para o mês de janeiro;
- No período 2071-2100, e para o mês de janeiro, os valores relativos aos dois cenários são algo diferentes para os valores extremos, e tal como os valores máximos médios apresentem valores idênticos para os cenários RCP 8.5, por comparação com as observações de referência (14,62°C e 14,48°C respetivamente). No que respeita aos valores máximos, o cenário é idêntico, com valores na mesma ordem de grandeza para o cenário RCP 8.5, por comparação com os valores observados. O cenário RCP 4.5 apresenta valores significativamente inferiores.

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 muito díspares, com o RCP 4.5 a apresentar valores ligeiramente superiores a +1°C, e o RCP8.5 +1,85°C;
- Em 2100, os valores da temperatura média apresentam aumentos significativos, mas desiguais para os dois cenários, com o RCP 4.5 a apresentar um aumento de +1,96°C e o RCP 8.5 um aumento de +4,24°C;

- A evolução das médias dos meses mais quentes, julho e agosto, e do mês mais frio, janeiro, apresentam ao longo dos períodos de análise em apreço (2011-2040; 2041-2070; 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 RCP 8.5.

Nota: Aumentos desta grandeza na temperatura média terão muitos impactos sobre vários aspetos do meio ambiente, economia e 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 observado das 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;
- Nos meses mais quentes, os valores mínimos absolutos e a médias das mínimas aumentará continuamente ao longo de todo o período em apreço, até 2100;
- No geral os dois cenários apresentam as maiores discrepâncias no final do período em apreço, em que o RCP 8.5 apresenta um aumento de cerca de +4°C quando comparado com a observação de referência, enquanto para o RCP 4.5 esse valor decai para cerca de -2°C.

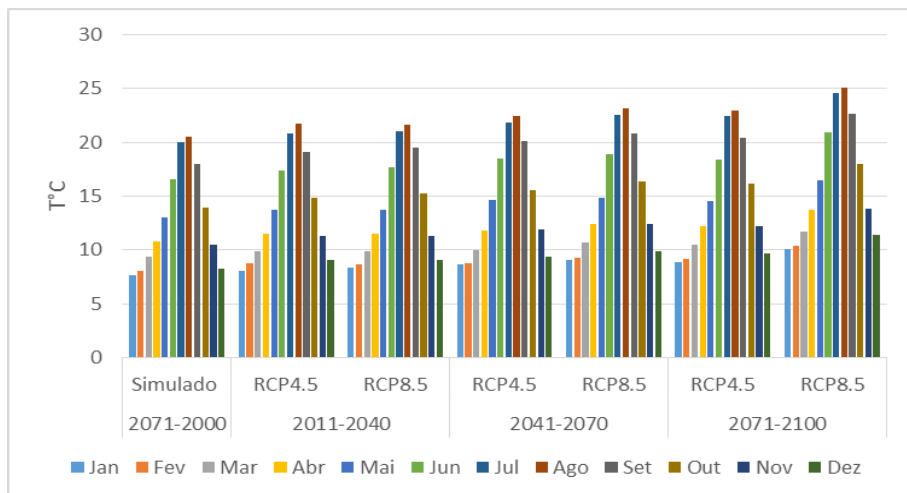


Figura 4.22 – Normais de T(°C) média da média mensal, para a Região de Coimbra

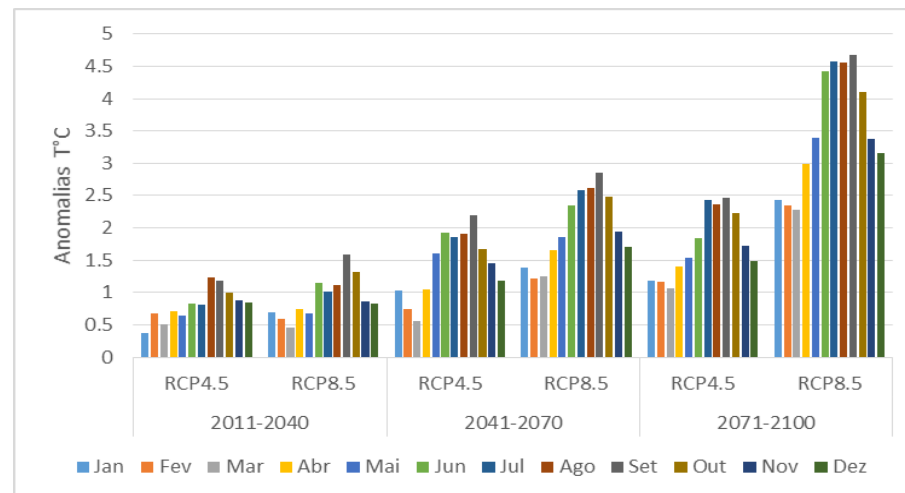


Figura 4.23 – Anomalias médias da média mensal da T(°C), para a Região de Coimbra

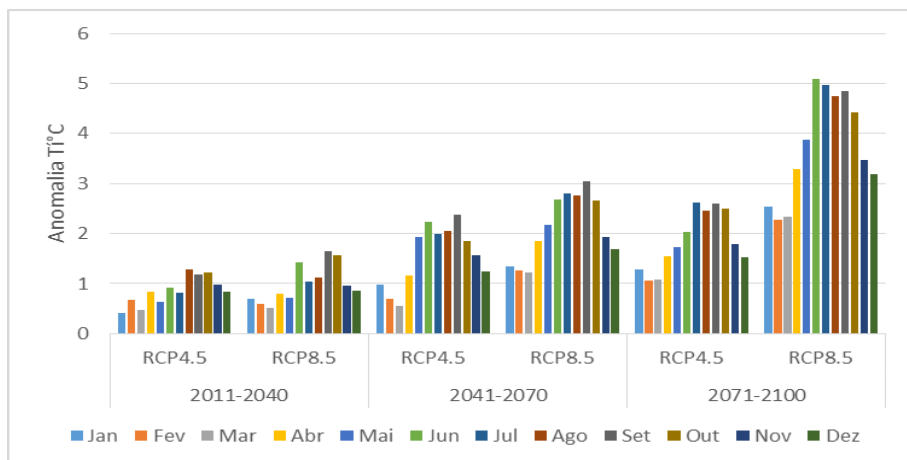


Figura 4.24 – Anomalias médias da máxima mensal da T(°C), para a Região de Coimbra

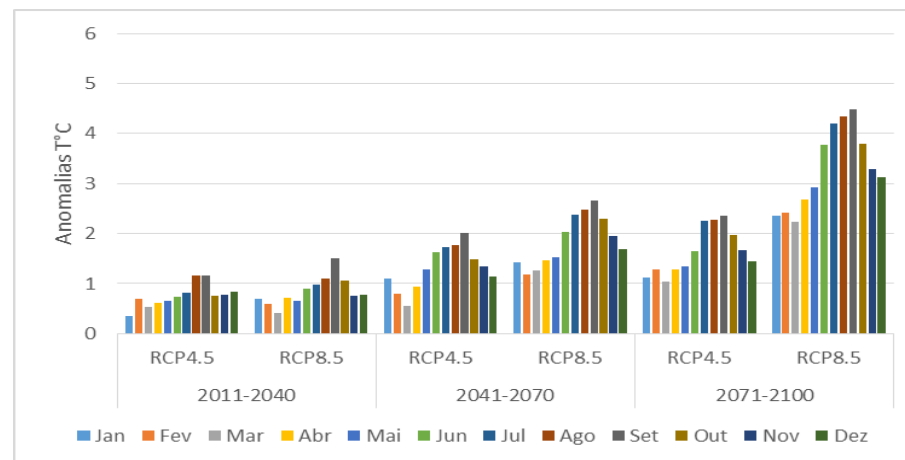


Figura 4.25 – Anomalias médias da mínima mensal da T(°C), para a Região de Coimbra

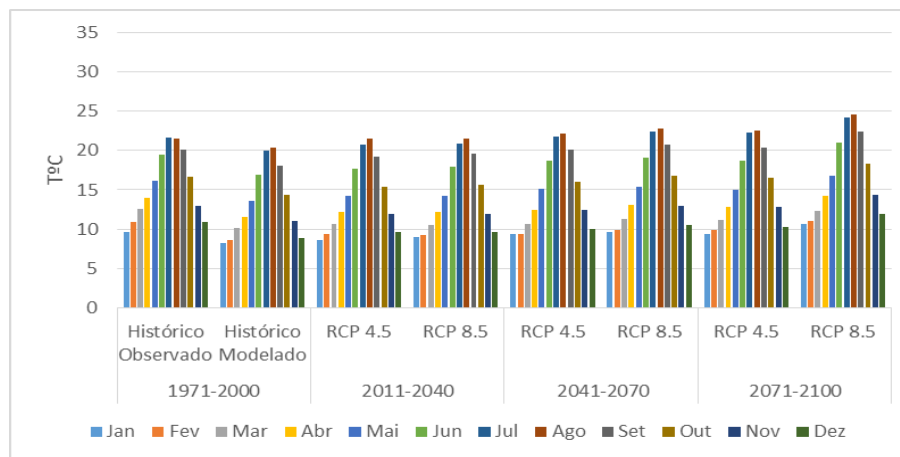


Figura 4.26 – Normais de T(°C) média da média mensal, para a Coimbra, climatológica de Bencanta

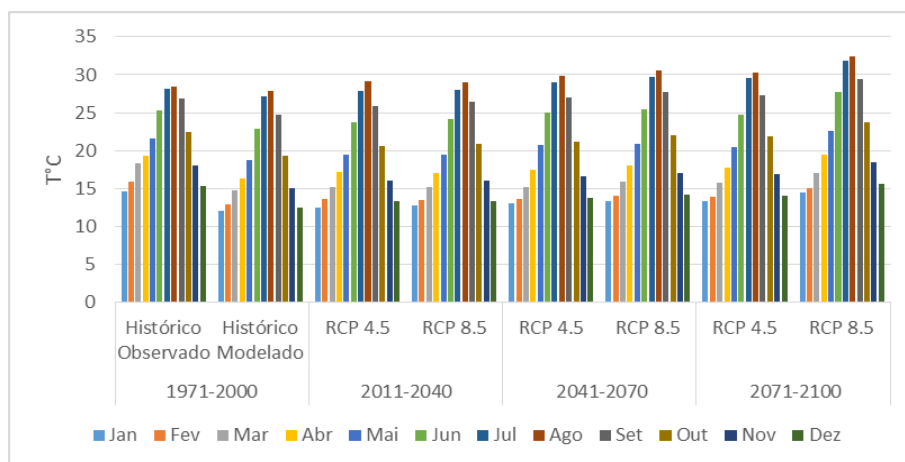


Figura 4.27 – A Normais de T(°C) média da máxima mensal, para a Coimbra, estação climatológica de Bencanta

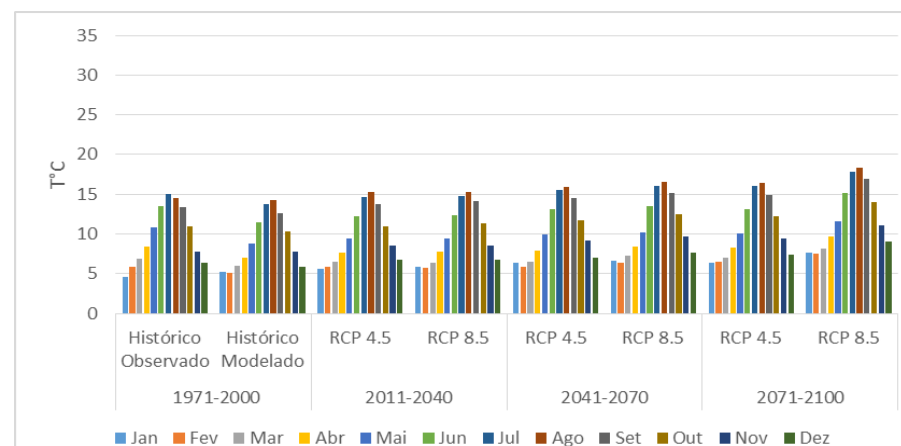


Figura 4.28 – Normais de T(°C) média da mínima mensal, para a Coimbra, estação climatológica de Bencanta

4.3.2.3. CENARIZAÇÃO PARA OS INDICADORES DE EXTREMOS DA TEMPERATURA

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

A cenarização do número de dias muito quentes, por contraposição ao período de referência, 1971-2000, permitiu concluir (Figura 4.29 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 próximo do dobro do número de dias muito quentes, +7, e superior ao dobro, +9, para o período 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 2071-2100.

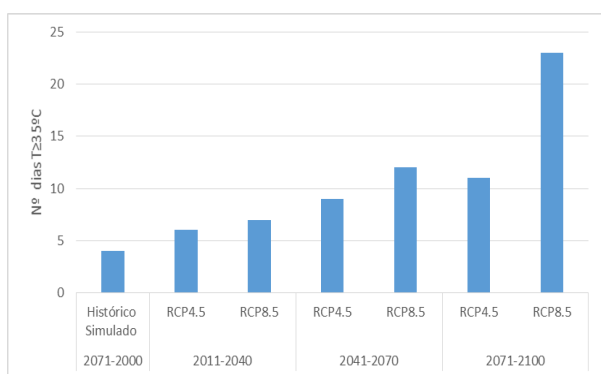


Figura 4.29 – Número médio e dias com $T \geq 35^\circ\text{C}$

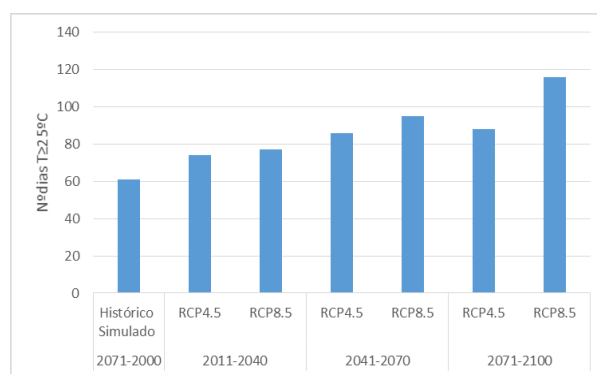


Figura 4.30 – Número médio e dias com $T \geq 25^\circ\text{C}$

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

Os resultados da cenarização para o número máximo de dias de Verão, por contraposição ao período de referência, 1971-2000, permitem as seguintes conclusões (Figura 4.30, 4.31, 4.32, 4.33, 4.34, 4.35, 4.36 e Quadro 4.6):

- O número máximo de dias em dias de Verão irá aumentar em toda a Região de Coimbra, para ambos os cenários de forçamento. Em alguns do período 2070-2100, poderá ser superior a 120 dias, o dobro em relação ao período de referência;
- Para o período 2041-2070, o acréscimo esperado no número de dias de verão é de +27 dias no cenário RCP4.5, sendo de +35 dias no cenário RCP8.5;
- Para o período 2071-2100, o acréscimo esperado no número de dias de verão é de +28 dias no cenário RCP4.5, sendo de +60 dias no cenário RCP8.5;
- A nível estacionário verifica-se o aumento do número de dias 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 $T \geq 25^\circ\text{C}$, sendo mais expressivo no cenário RCP8.5;
- Ao longo do século, já a partir do período 2011-2040, haverá um alargamento do período quente e seco, iniciando-se na Primavera e terminando no Outono, agravando-se no cenário RCP8.5.

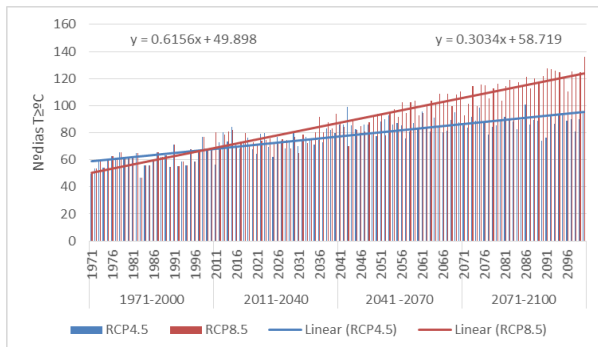


Figura 4.31 – Número médio de dias anual com $T \geq 25^{\circ}\text{C}$,

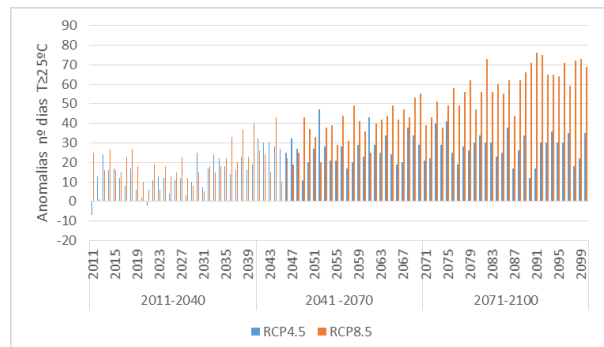


Figura 4.32 – Anomalias do número médio de dias anual

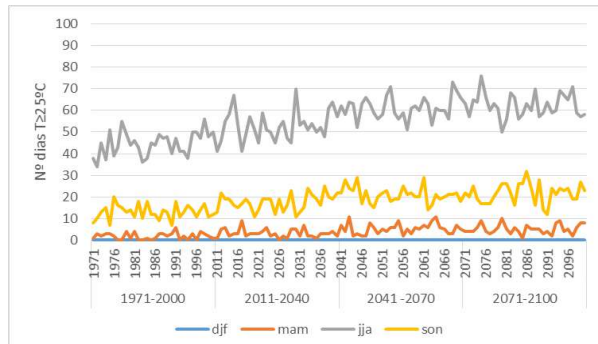


Figura 4.33 – Número médio de dias sazonal com $T \geq 25^{\circ}\text{C}$, para a RC no cenário RCP4.5

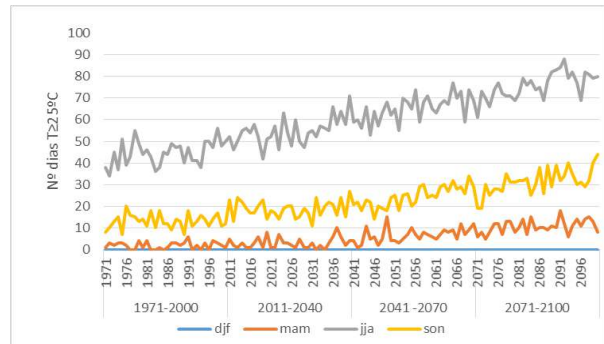


Figura 4.34 – Número médio de dias sazonal com $T \geq 25^{\circ}\text{C}$, para a RC no cenário RCP8.5

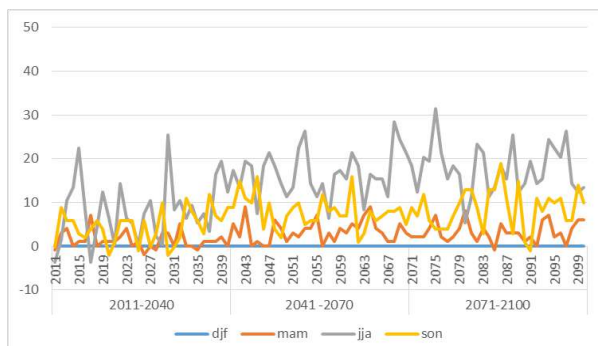


Figura 4.35 – Anomalia do número médio de dias sazonal com $T \geq 25^{\circ}\text{C}$, para a RC no cenário RCP4.5

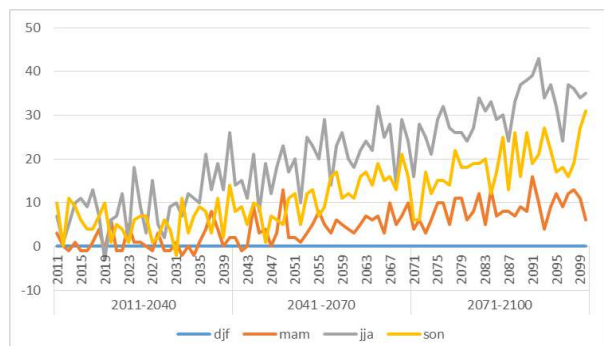


Figura 4.36 – Anomalia do número médio de dias sazonal com $T \geq 25^{\circ}\text{C}$, para a RC no cenário RCP8.5

Número médio de “Dias de Ondas Calor”

Os resultados da cenarização para o número médio de “Dias de Ondas Calor”, por contraposição ao período de referência, 1971-2000, permitem as seguintes conclusões (Figura 4.37, 4.38, 4.39, 4.40, 4.41. e Quadro 4.6):

- O número de dias de ondas de calor irá aumentar, para ambos os cenários de forçamento;
- Para o período 2041-2070, o acréscimo esperado é de +4 dias no cenário RCP4.5, sendo de +8 dias no cenário RCP8.5;
- Para o período 2071-2100, o aumento é de +5 dias no cenário RCP4.5 e de +10 dias no cenário RCP8.5, que representam um aumento de 1,8x e de 2,6x, respetivamente, em relação à norma climática de referência;

- Verifica-se, ao longo do século, 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 de 2041-2070, sendo que para o cenário de maior forçamento, CRP8.5, também poderão ocorrer, em algumas circunstâncias, no Inverno (djf).

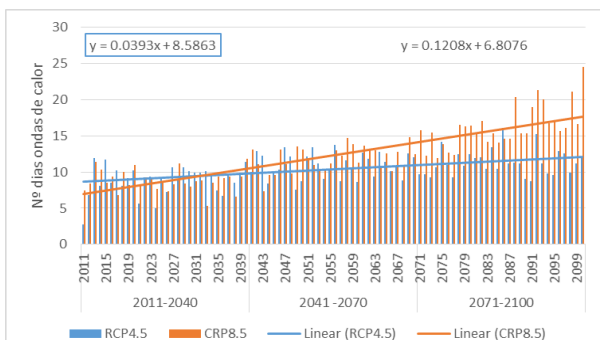


Figura 4.37 – Número médio de dias de ondas de calor anual, para os cenários RCP4.5 e RCP8.5

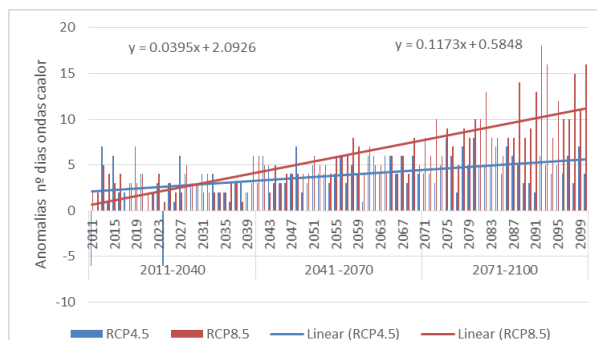


Figura 4.38 – Anomalias do número médio de dias de ondas de calor anual, para os cenários RCP4.5 e RCP8.5

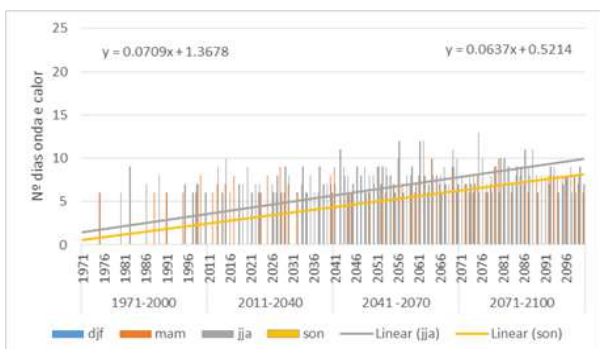


Figura 4.39 – Número médio de dias de ondas de calor estacionárias, para os cenários RCP4.5 e RCP8.5

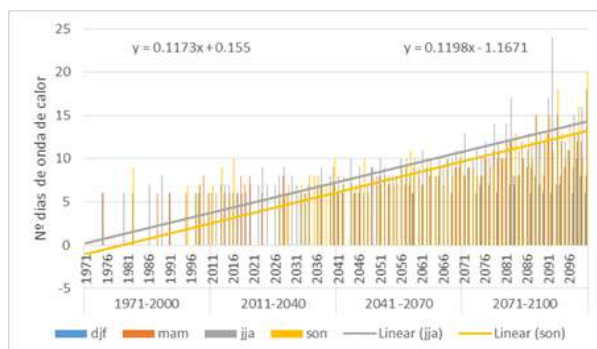


Figura 4.40 – Anomalias do número médio de dias de ondas de calor estacionárias, para os cenários RCP4.5 e RCP8.5

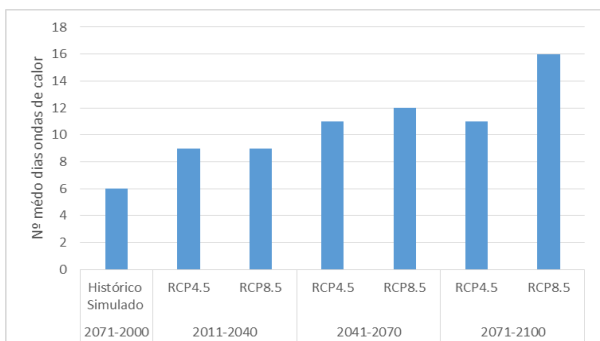


Figura 4.41 – Número médio de dias de ondas de calor

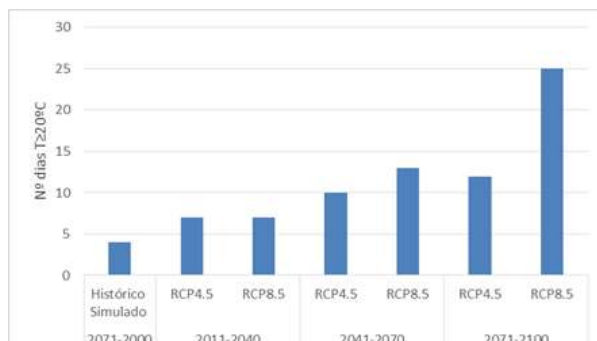


Figura 4.42 – Número médio de dias de noites tropicais

Número de noites tropicais, temperatura mínima superior ou igual a 20°C ($T \geq 20^\circ\text{C}$)

No que respeita às noites tropicais, por contraposição ao período de referência, 1971-2000, obtiveram-se as seguintes conclusões (Figura 4.42. e Quadro 4.6):

- O número de 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, que representam um aumento de 3x e 6,25x, respetivamente, em relação à norma climática de referência.

Número de dias de geada, temperatura mínima inferior ou igual a 0°C ($T_n < 0^\circ\text{C}$)

Ao longo do século, e para ambos os cenários, RCP4.5 e RCP8.5, a frequência de dias com geada irá diminuir. Esse decréscimo dar-se-á, praticamente, no Inverno e, de modo residual, na Primavera. No cenário mais gravoso, e no final do século, poderá representar uma redução em cerca de 90% (Figura 4.43 e Quadro 4.6).

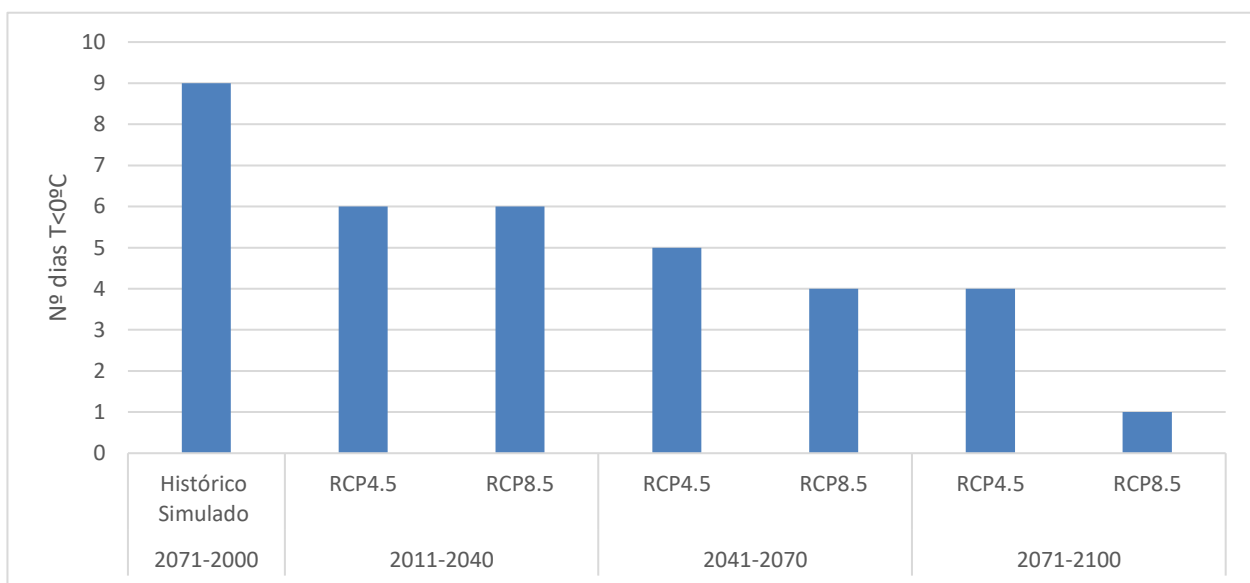


Figura 4.43 – Número médio de dias de geada com $T_n < 0^\circ\text{C}$

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, sendo projetado a sua redução para ambos os cenários (Quadro 4.6).

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

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 (Tx≥25 °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 em ondas de calor	6	+2	+4	+5	+3	+5	+10
Nº médio de dias em ondas de frio	1	0	0	0	0	0	0
Nº médio de dias 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 10m, as projeções apresentam valores cuja variabilidade é pouco significativa, apontando para reduções da velocidade de 0,1m/s ou inferiores, ao longo do século, para ambos os cenários climáticos, sendo ligeira superior no cenário RCP 8.5. Em relação à modelação climática do vento, convém de referir que lhe está associado algum grau de incerteza (Figura 4.44).

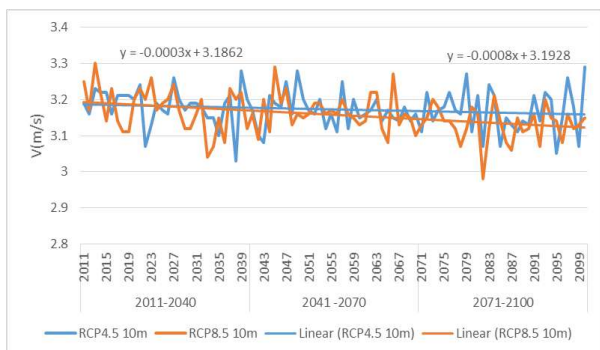


Figura 4.44 – Velocidade média anual do vento a 10m, nos cenários climáticos RCP4.5 e RCP8.5

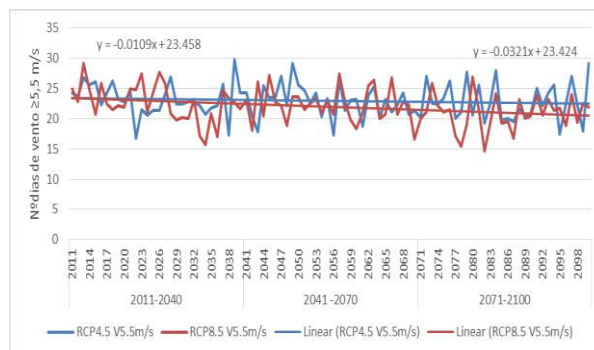


Figura 4.45 – Nº médio de dias de vento de moderado a forte (moderado V≥5,5 m/s), nos cenários climáticos RCP4.5 e RCP8.5

Quanto ao número de dias com vento moderado a forte (moderado $V \geq 5,5$ m/s), a 10m, o ensemble do modelo Regional de Coimbra 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 RCP 8.5, para o Inverno (djf) e Primavera (mam), sendo mais significativo no período invernal, a que poderão estar associados temporais (Figura 4.45, 4.46, 4.47, 4.48, 4.49).

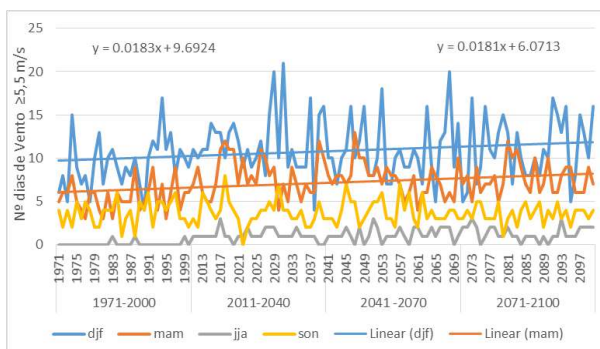


Figura 4.46 – Número médio de dias com vento moderado a forte (moderado $V \geq 5,5$ m/s) a 10m, estacionárias no cenário climático RCP4.5, para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

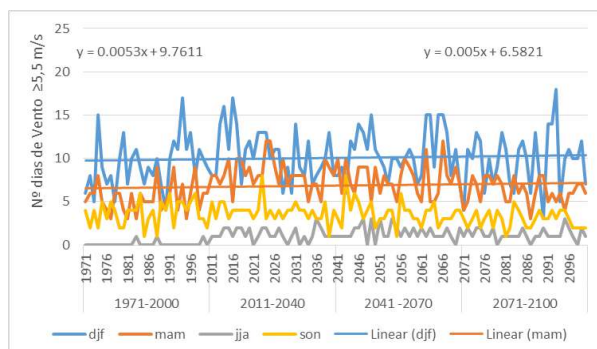


Figura 4.47 – Número médio de dias com vento moderado a forte (moderado $V \geq 5,5$ m/s) a 10m, estacionárias no cenário climático RCP8.5, para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

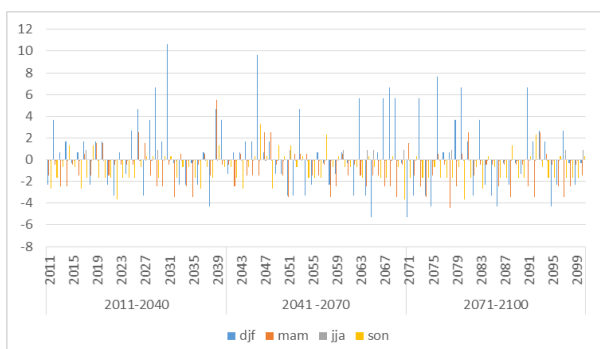


Figura 4.48 – Anomalias estacionais do nº médio de dias com vento moderado a forte (moderado $V \geq 5,5$ m/s), o cenário climático RCP4.5, para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

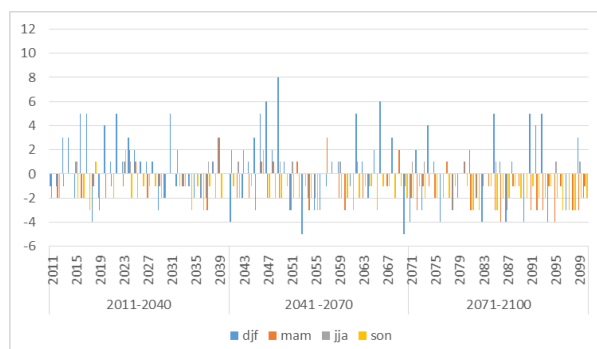


Figura 4.49 – Anomalias estacionais do nº médio de dias com vento moderado a forte (moderado $V \geq 5,5$ m/s), o cenário climático RCP4.4, para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

4.3.2.5. Cénarização do índice de seca

No que respeita à caracterização para as situações de seca (SPI) para os dois cenários de forçamento, RCP4.5 e RCP8.5, quando comparados com o período de referência de 1971-2000, verificam-se as seguintes condições (Figura 4.50 e Quadro 4.8):

- Projeta-se para a Primavera, Verão e Outono uma diminuição do índice ao longo do século, para ambos os cenários;
- Para a Primavera, Verão e Outono, no RCP4.5 o SPI varia de -0,6 a -0,8 e no RCP8.5 de -0,7 a -0,9. Variando a nível da categoria, de seca fraca a moderada;

- Para o Verão, a situação é mais gravosa em ambos os cenários, com valores a variar de -4 a -5, aumentando a frequência de ocorrência da categoria e seca extrema.

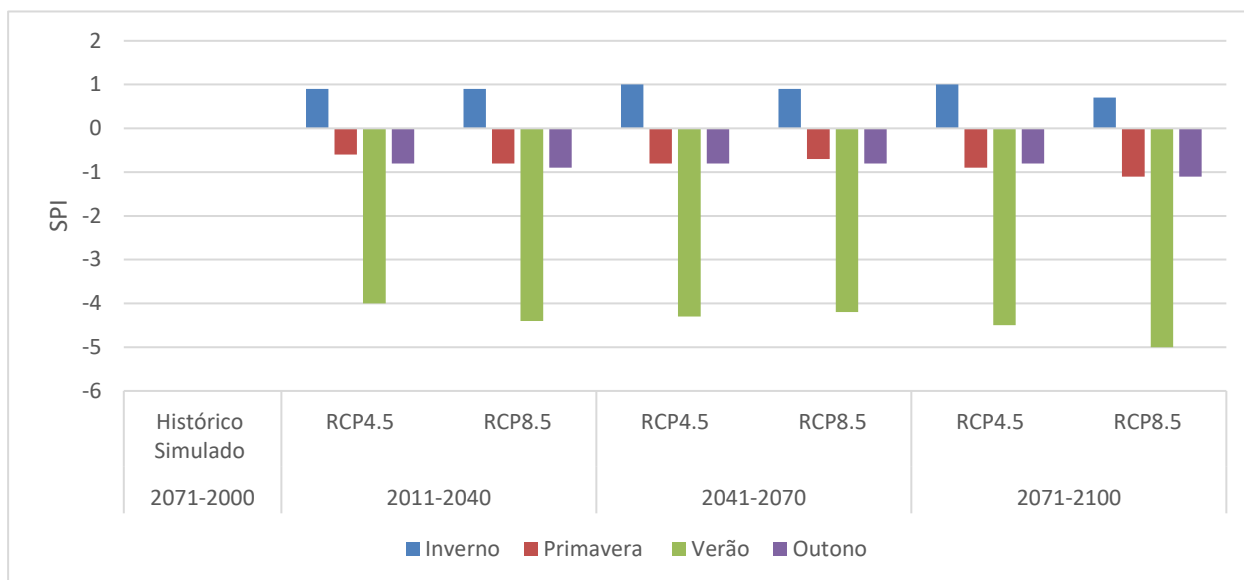


Figura 4.50 – Índice de seca sazonal, para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, nos cenários climáticos RCP4.5 e RCP8.5

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 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 4.51, 4.52, 4.53, 4.54, 4.55, 4.56, 4.57, 4.58 e Quadro 4.9):

- A partir de 2035, e para ambos os cenários de forçamento, que o risco de incêndio elevado e risco de incêndio extremo aumentam, sendo mais expressivo no risco elevado;
- No cenário de menor forçamento, RCP4.5, o risco incêndio elevado tem crescimentos mais modestos, que variam entre 0,3, para o período de 2011-2040, e 1,6 no período 2071-2100.

- Enquanto no cenário RCP8.5, aumenta de 0,8, para o período de 2011-2040, para 6,4, no período 2071-2100, o que corresponde a um valor final de índice de 8,6;
- No cenário de menor forçamento, RCP4.5, o risco incêndio extremo tem crescimentos mais modestos, que variam entre 3,3, para o período de 2011-2040, e 12,8 no fim do século. Enquanto no cenário RCP8.5, aumenta de 6,1, para o período de 2011-2040, para 33,4, no período 2071-2100, o que corresponde a um valor final de índice de 57,3;
 - 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 século

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

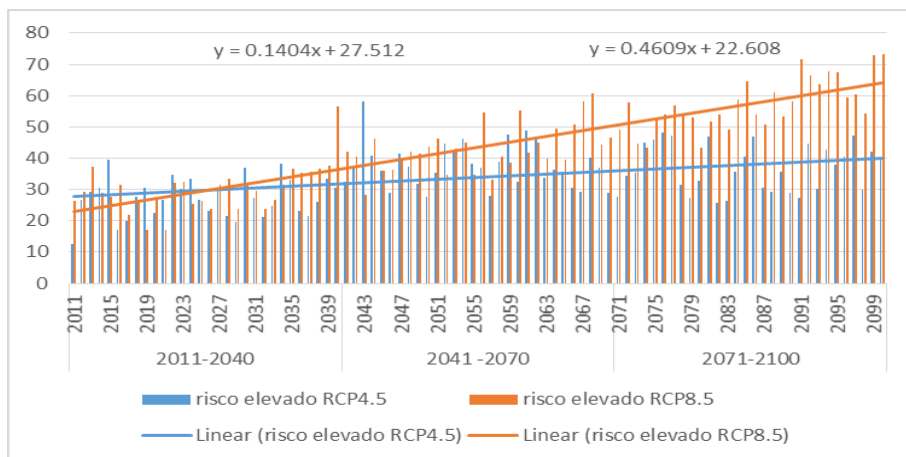


Figura 4.51 – Índice do Risco de Incêndio Elevado anual, para o RCP4.5 e RCP8.5, na Região de Coimbra

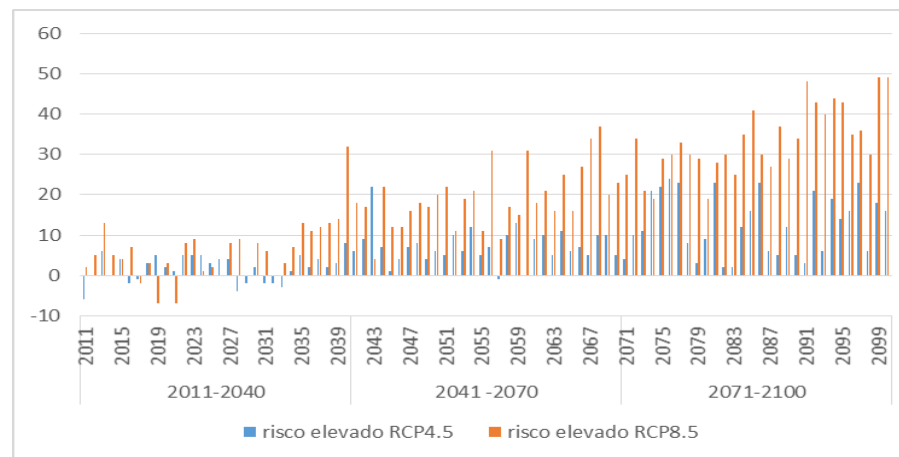


Figura 4.52 – Anomalias do Índice do Risco de Incêndio Elevado anual, para o RCP4.5 e RCP8.5, na Região de Coimbra

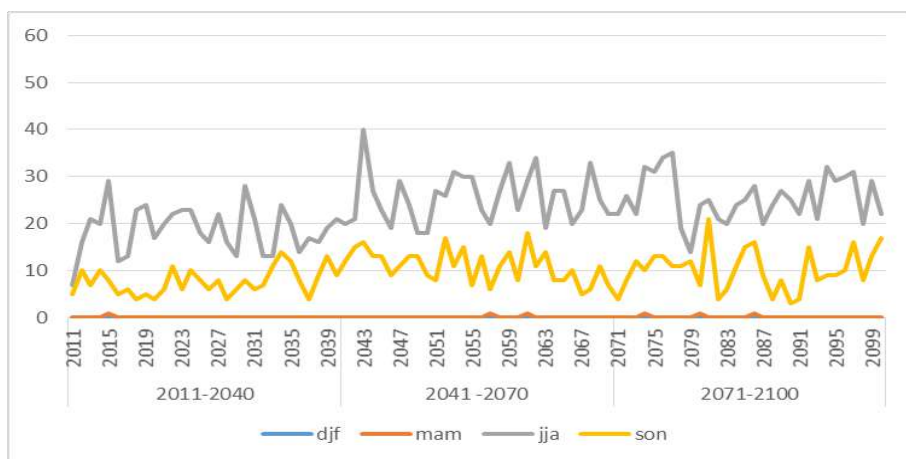


Figura 4.53 – Índice do Risco de Incêndio Elevado sazonal, para o RCP4.5, na Região de Coimbra

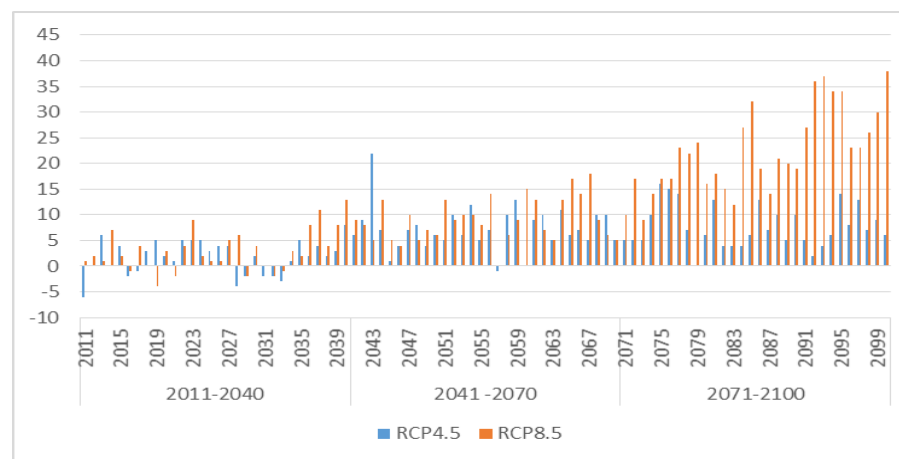


Figura 4.54 – Índice do Risco de Incêndio Elevado sazonal, para o RCP8.5, na Região de Coimbra

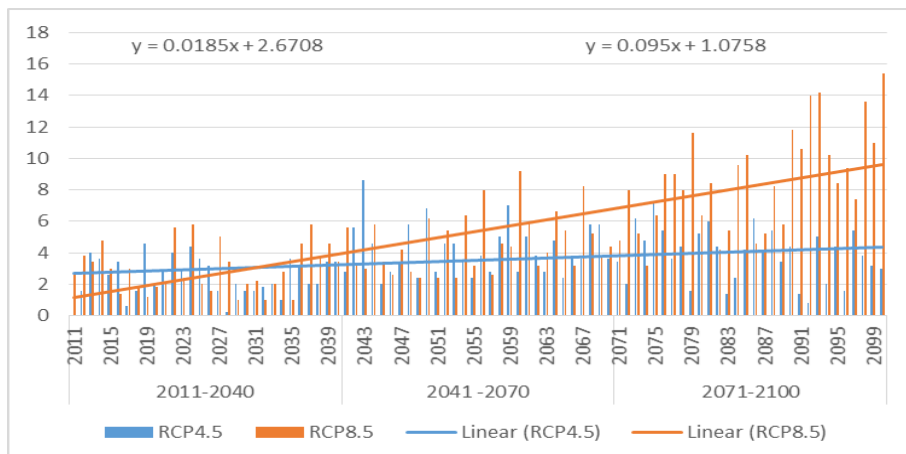


Figura 4.55 – Índice do Risco de Incêndio Extremo anual, para o RCP4.5 e RCP8.5, na Região de Coimbra

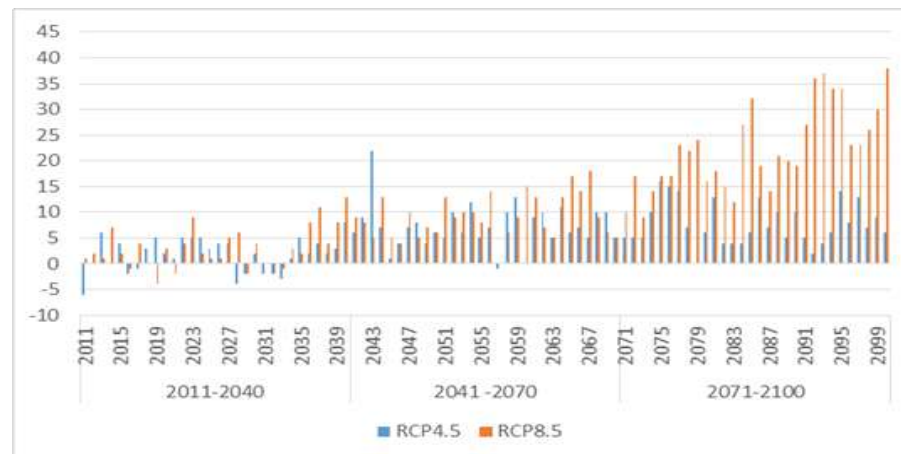


Figura 4.56 – Anomalias do Índice do Risco de Incêndio Extremo anual, para o RCP4.5 e RCP8.5, na Região de Coimbra

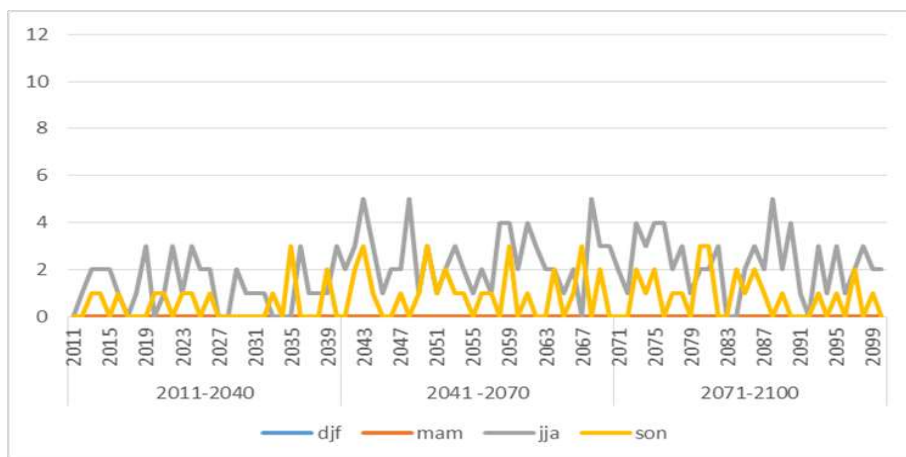


Figura 4.57 – Índice do Risco de Incêndio Extremo sazonal, para o RCP4.5, na Região de Coimbra

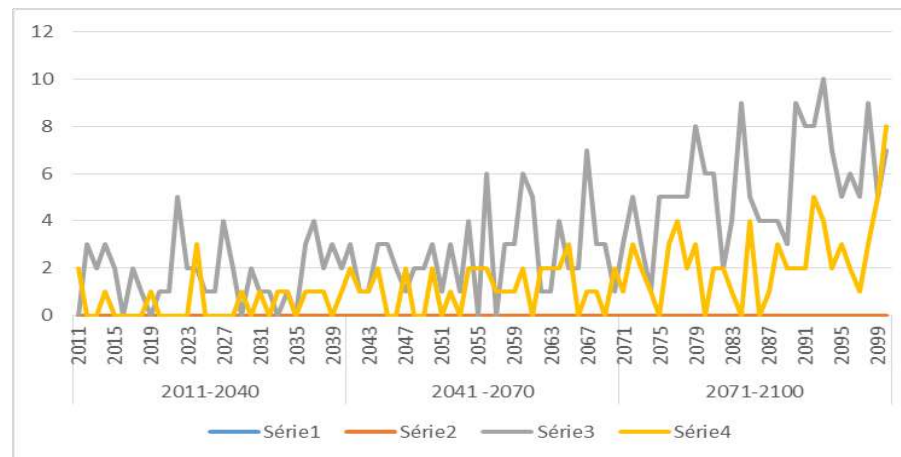


Figura 4.58 – Índice do Risco de Incêndio Extremo sazonal, para o RCP8.5, na Região de Coimbra

4.4. Cartografia climática, com a cenarização da precipitação e temperatura para Coimbra

As figuras 4.59 e 4.60 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 são maiores na parte oriental do Município, em territórios do Maciço Marginal de Coimbra, cuja morfologia acidentada e as altitudes marcam a morfologia da paisagem, reduzindo de forma considerável quando se passa para as colinas de cumeadas de topo aplanado e destas 1129,81-1157.83mm a 877,65-905,67mm. Quanto à temperatura média anual, ela apresenta uma variação compreendida entre os 15.08°C e os 16,49°C, caso de trata de região oriental ou da zona central e ocidental do município . 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 4.61, 4.63, 4.65 e 4.67 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 a maior perda anual de precipitação, -143mm/ano, em 2050;
- CRP8.5 - Para 2050 projeta-se uma redução da precipitação média anual na ordem dos -158mm, 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, --- 367mm/ano, em 2070;
- Em ambos os cenários a redução da precipitação anual, em valores absolutos, é mais significativa nos setores orientais do concelho.

As figuras 4.62, 4.64, 4.66 e 4.68 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 (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 (setor oriental) e +3,8°C (cidade e setor central e ocidental);
- Para ambos 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.

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

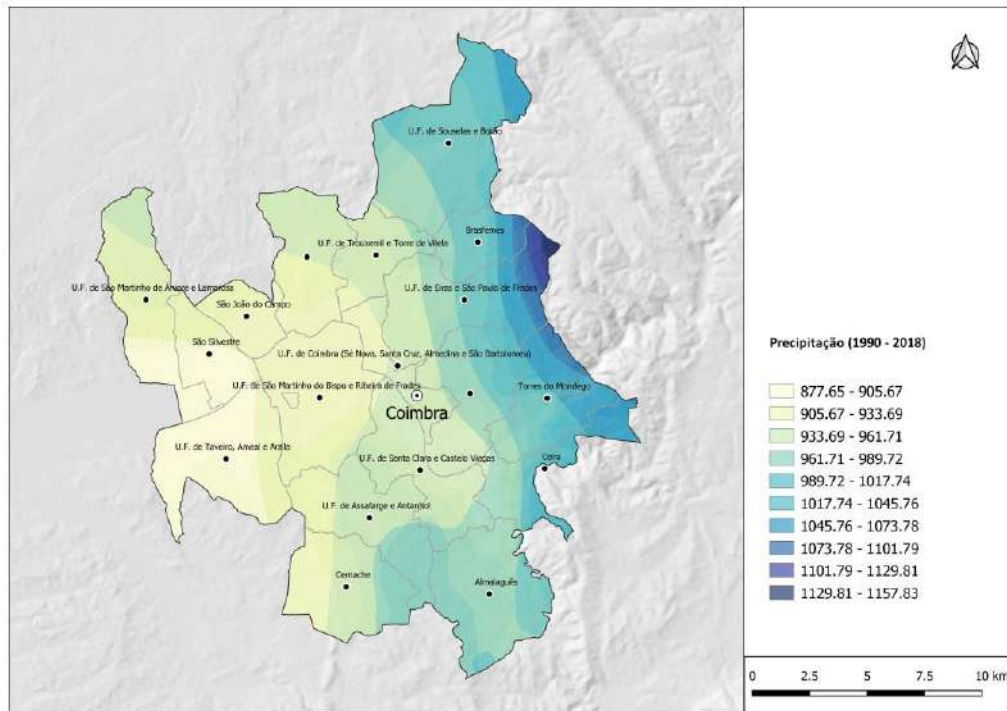


Figura 4.59 – Precipitação média acumulada anual, para o território do Município de Coimbra, no período 1990 – 2018

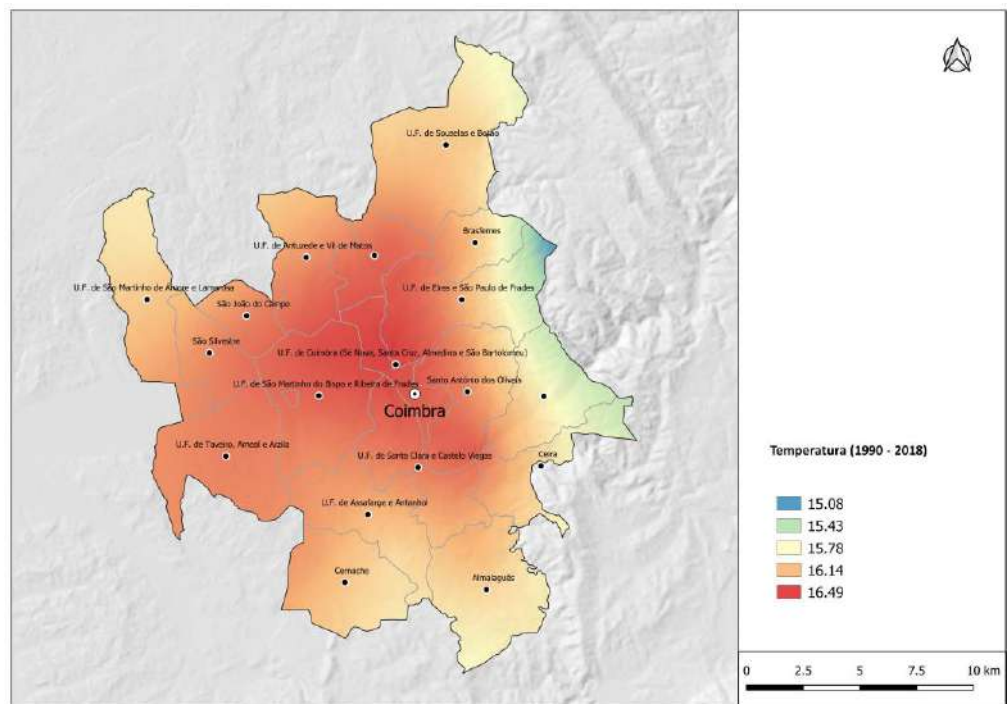


Figura 4.60 - Temperatura média anual, para o território do Município de Coimbra, no período 1990 -2018

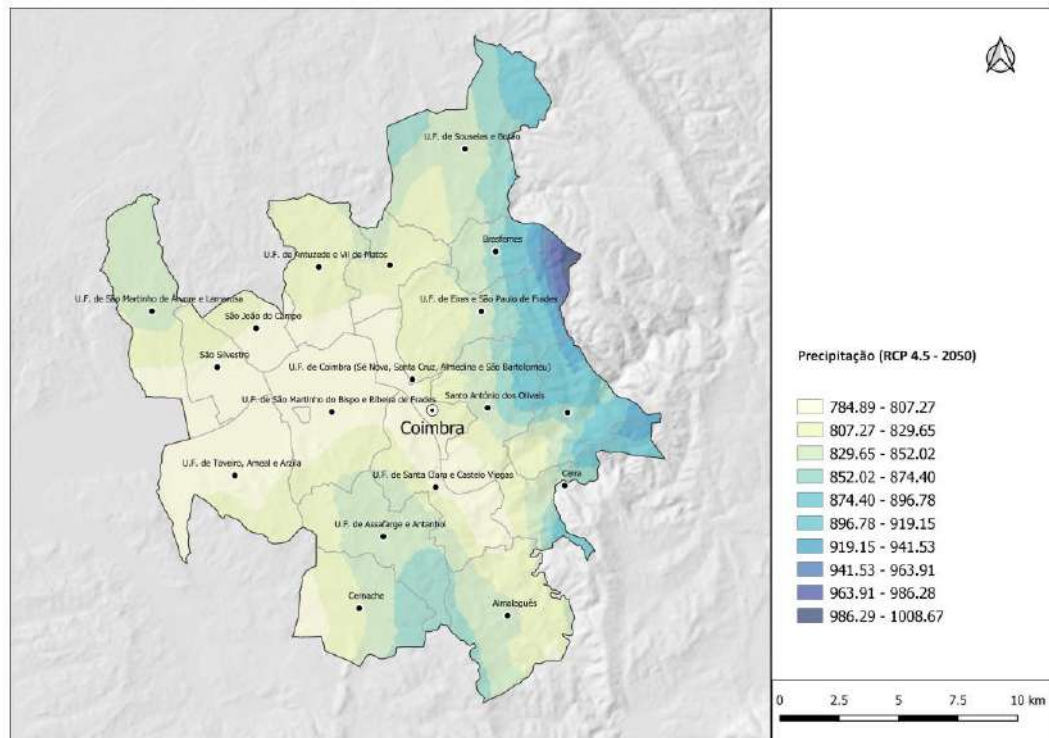


Figura 4.61 - Precipitação média acumulada anual, para o território do Município de Coimbra, em 2050, no cenário RCP4.5

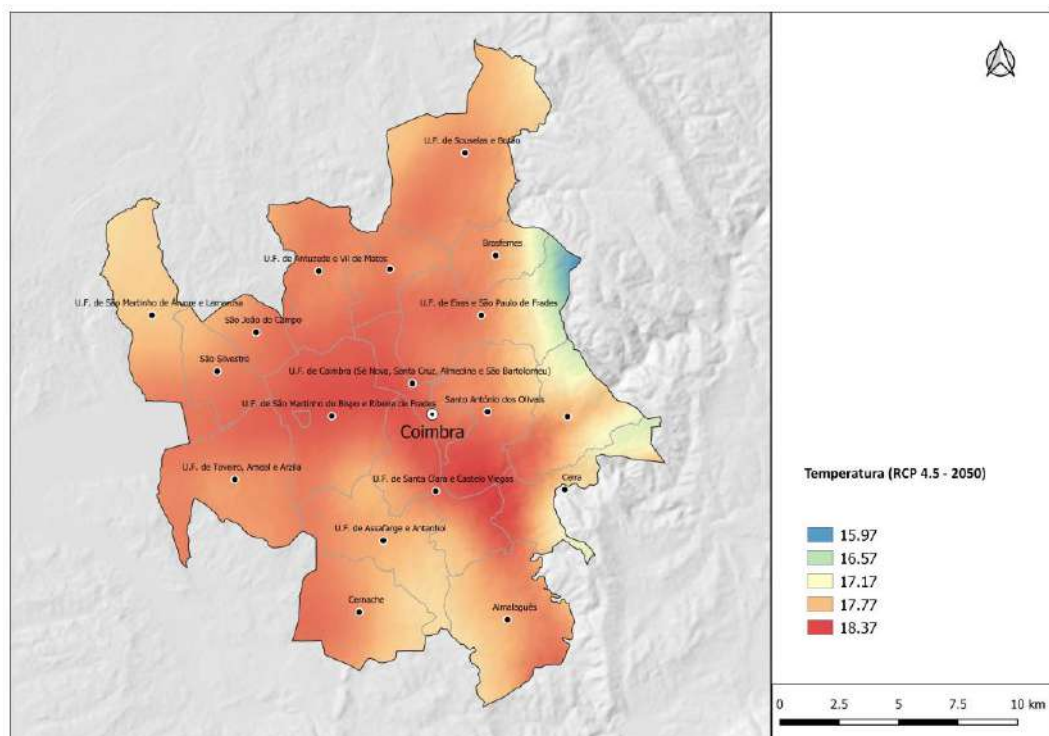


Figura 4.62 - Temperatura média anual, para o território do Município de Coimbra, em 2050, no cenário RCP4.5

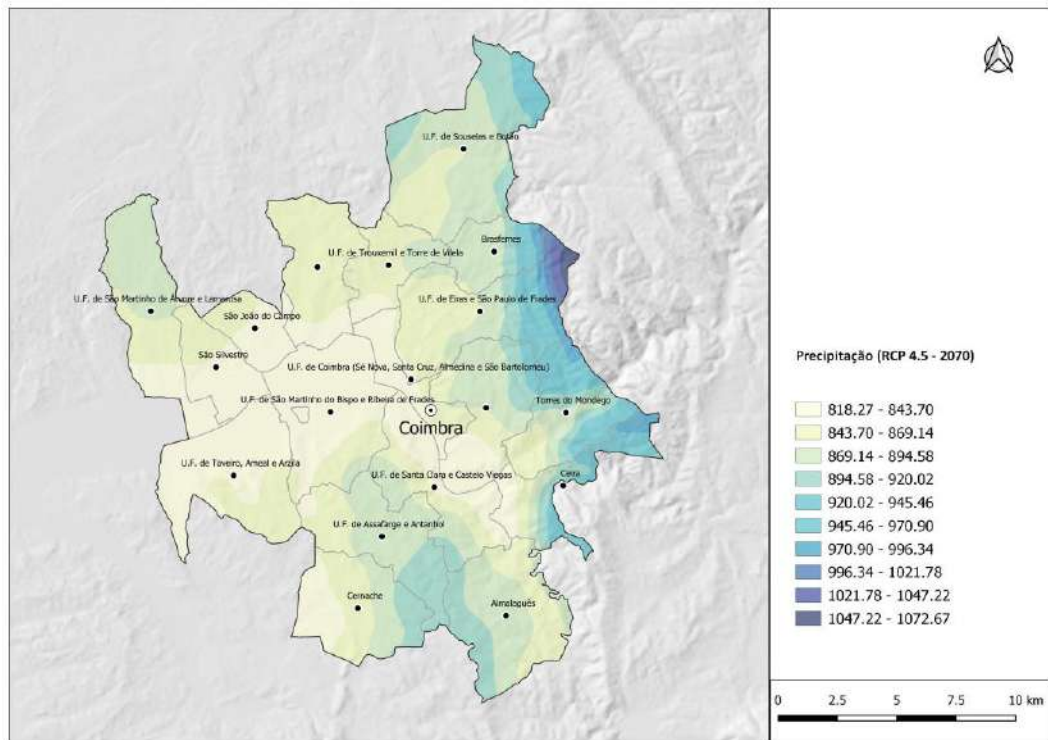


Figura 4.63 - Precipitação média acumulada anual, para o território do Município de Coimbra, em 2070, no cenário RCP4.5

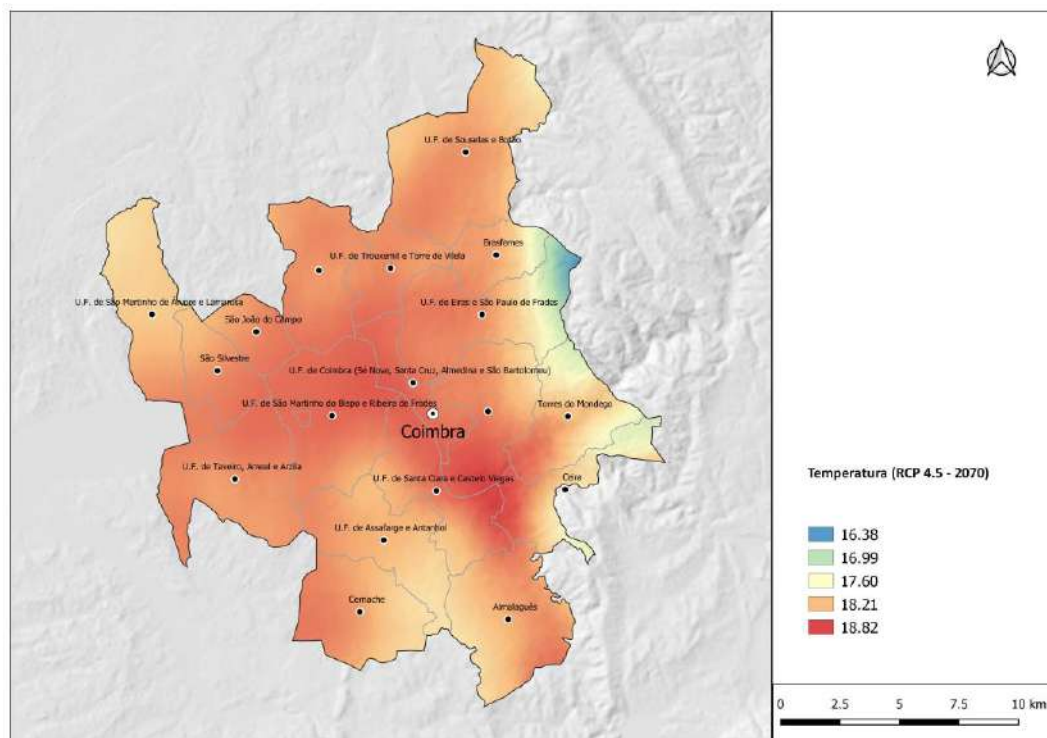


Figura 4.64 - Temperatura média anual, para o território do Município de Coimbra, em 2070, no cenário RCP4.5

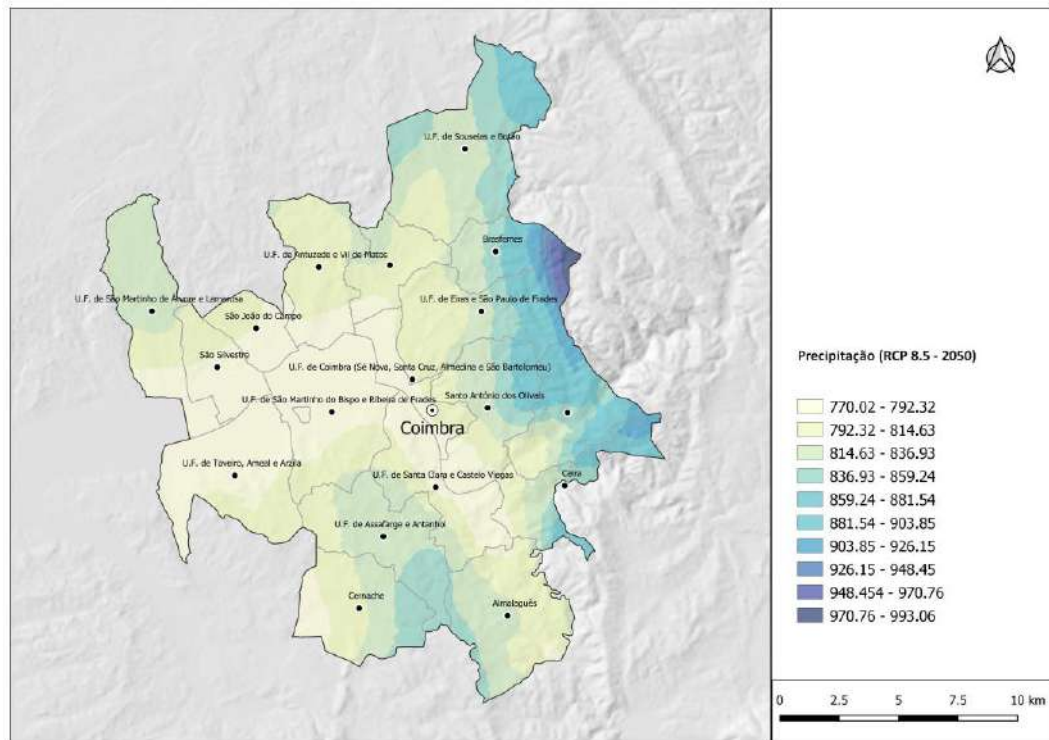


Figura 4.65 - Precipitação média acumulada anual, para o território do Município de Coimbra, em 2050, no cenário RCP8.5

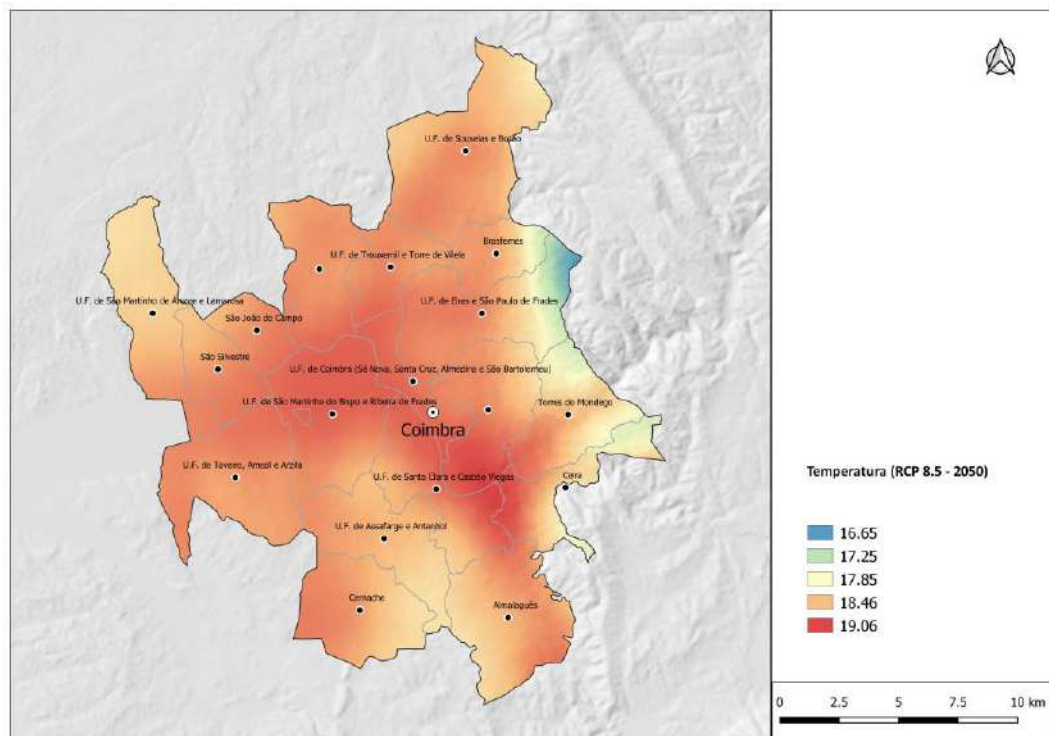


Figura 4.66 - Temperatura média anual, para o território do Município de Coimbra, em 2050, no cenário RCP8.5

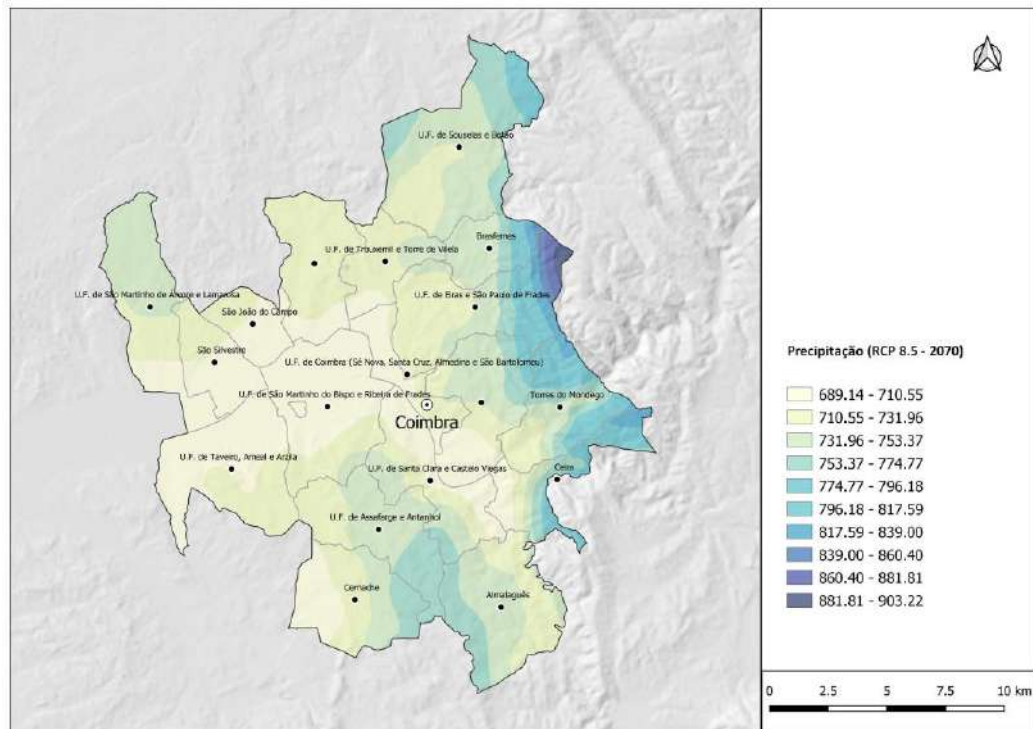


Figura 4.67 - Precipitação média acumulada anual, para o território do Município de Coimbra, em 2070, no cenário RCP8.5

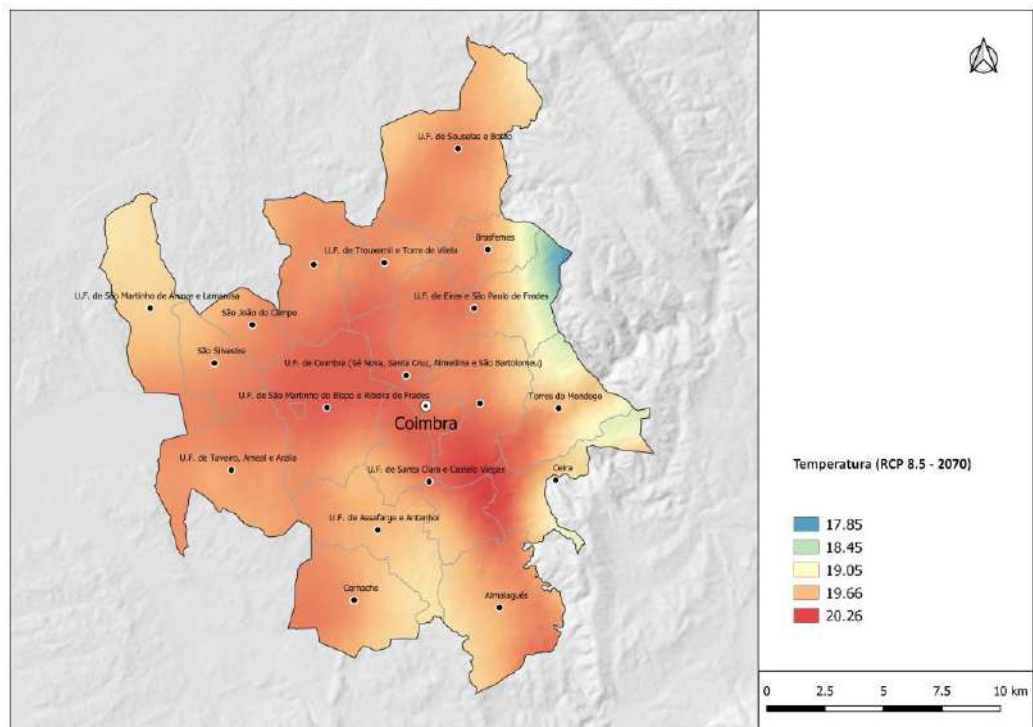


Figura 4.68 - Temperatura média anual, para o território do Município de Coimbra, em 2070, no cenário RCP8.5

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 século na Região de Coimbra. Para o período 2041-2070, - 78mm, e para o período 2071-2100, - 63,0mm/ano;
- Diminuição da frequência anual de dias com precipitação, - 8 dias, para o período de 2070-2100;
- Aumento da precipitação no Inverno (djf), concentrando nessa estação 46,6% (2041-2070) e 44% (2071-2100) da precipitação total anual;
- Para o período 2041-2070, projetam-se perdas significativas para os meses de abril, maio e outubro: -19,73, -23,4 e -22,66mm.
- Aumento, no Inverno, do número de dias com $P \geq 20\text{mm}$;
- À escala anual projeta-se: Para o período 2041-2070, um aumento de +1,6°C da $T_{\text{máxima}}$, +1,4°C da $T_{\text{média}}$ e +1,3°C da $T_{\text{mínima}}$; Para o período 2071-2100, um aumento de +2,1°C da $T_{\text{máxima}}$, +2°C da $T_{\text{média}}$ e +1,9°C da $T_{\text{mínima}}$;
- Aumento do número de dias muito quentes, $T \geq 35^{\circ}\text{C}$. Para o período de 2041-2070, +7 dias e para o período 2071-2100, +9 dias;
- Aumento do número de dias de verão, $T \geq 25^{\circ}\text{C}$, no período 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”: Para o período 2041-2070, +4 dias; Para o período 2071-2100, +5 dias (1,8x);
- Diminuição do número de dias de geada, $T_n < 0^{\circ}\text{C}$;
- Sem alteração significativa o número médio de dias com ondas de frio;
- Aumento da frequência do vento moderado a forte (moderado $V \geq 5,5 \text{ m/s}$), 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, a iniciar-se no período 2011-2040. Risco Elevado, + 13, e Risco Extremo, +2, em relação ao período de referência;
- 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 século na Região de Coimbra, -78mm (-5%) para período 2041-2070 e - 188,7mm/ano (-15%). O território do Município de Coimbra poderá perder no final do século 213mm/ano (- 23,6%);
- Aumento da precipitação no Inverno (djf), concentrando nessa estação 45% (2041-2070) e 48,6% (2071-2100) da precipitação total anual;
- Para o período 2070-2100, projeta-se a perda de precipitação no Verão (jja) entre os 38% e os 50%, para Região de Coimbra e Coimbra, respetivamente;
- Para o período 2041-2070, projetam-se perdas para os meses de abril, maio e outubro de: -27,53, -23,48 e -25,57mm.
- Para o período 2070-2100, projetam-se perdas para os meses de abril, maio e outubro de: -37,13, -31,53 e -46,3mm;
- Diminuição da frequência anual de dias com precipitação, - 22 dias, para o período de 2070-2100;

- É expectável a redução da estação húmida, o alargamento e o aumento da severidade da estação seca;
- Aumento, no Inverno, do número de dias com $P \geq 20\text{mm}$;
- À escala anual projeta-se: Para o período 2041-2070, um aumento de $+1,9^\circ\text{C}$ para a $T_{\text{máxima}}$, $+1,7^\circ\text{C}$ para a $T_{\text{média}}$ e $+1,6^\circ\text{C}$ para $T_{\text{mínima}}$; Para o período 2071-2100, um aumento de $+3,8^\circ\text{C}$ para a $T_{\text{máxima}}$, $+3,9^\circ\text{C}$ para a $T_{\text{média}}$ e $+3,3^\circ\text{C}$ 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, $T \geq 35^\circ\text{C}$: Para o período de 2041-2070, +9 dias; Para o período 2071-2100, +19 dias;
- Aumento do número de dias de verão $T \geq 25^\circ\text{C}$. No período 2070-2100, poderá duplicar para 120 dias, com o aumento a iniciar-se na Primavera e a estender-se até ao Outono. Prevê-se o alargamento do período quente e seco;
- Aumento do número médio de “Dias de Ondas Calor”: Para o período 2041-2070, +8 dias; Para o período 2071-2100, +10 dias (2,6x). Esta situação poderá ocorrer, também, no Inverno;
- Aumento do número de noites tropicais $T \geq 20^\circ\text{C}$; Para o período 2041-2070, +13 noites; Para o período 2071-2100, +19 (6,3x) noites;
- Diminuição do número de dias de geada, $T_n < 0^\circ\text{C}$. Neste 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 ($V \geq 5,5 \text{ m/s}$), a 10m, 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: Risco Elevado, + 19,3 (2041-2070) e +33,4 (2071-2100); Risco Extremo + 2,3 (2041-2070) e +6,4 (2071-2100). Isto por comparação ao período de referência;
- A nível sazonal, o Verão e o Outono apresentam os maiores índices de risco de incêndio.

Quadro 4.10 – Resumo das principais alterações climáticas projetadas para Coimbra até ao final do século (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. Mais precipitação nos meses de Inverno, dezembro, janeiro e 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 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 nos meses 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 $T_{20} \geq 0^{\circ}\text{C}$.</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 20mm, 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, com queda de árvores e estruturas.</p>

CAPÍTULO 5 | IMPACTOS E VULNERABILIDADES ÀS 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. Segundo Munich-Re (2005) 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 e pode expressar-se em termos quantitativos, em valores de perda total ou anual, 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 ou processo natural ou tecnológico, e função nomeadamente 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 (humanos, económicos, estruturais ou ambientais) quando exposto a um processo natural, ambiental ou tecnológico (expresso probabilisticamente entre 0 – sem perda e 1- 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 impulsores de perigos, exposição e vulnerabilidade (Figura 5.1).

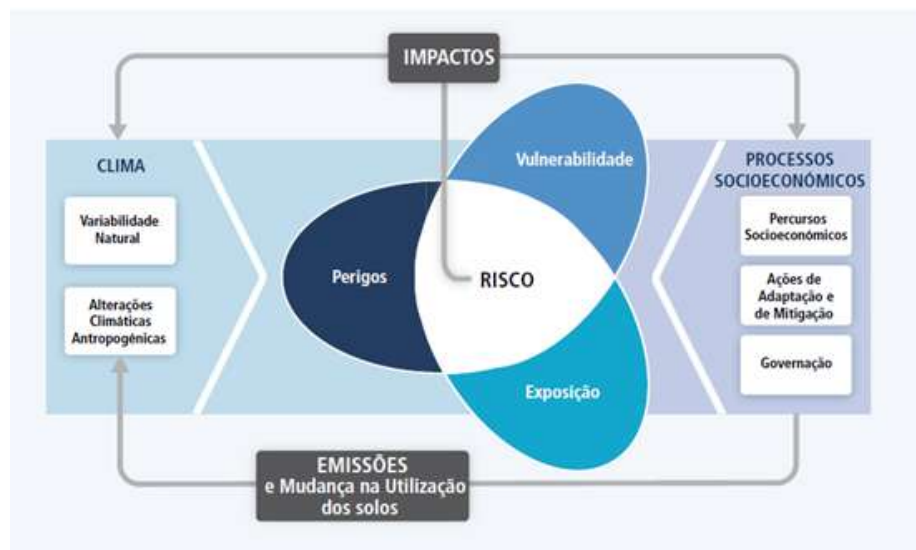


Figura 5.1 – Ilustração dos principais conceitos do Quinto relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho II (WG II AR5) (extraído de IPCC, 2017)

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 e 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 impactes 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 impactes, 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, consultou-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, 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 Proteção Civil (ANPC) conjugada com a matriz Occupational Health Safety (OHS), que tomará a designação de ANPC/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 Proteção Civil (ANPC)

		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 – A Matriz Ocupacional Health Safety (OHS)

Probabilidade	Impactes	Grau de Risco (R=P×I)
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 ANPC/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 realizada a 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 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 + 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 tipo 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.

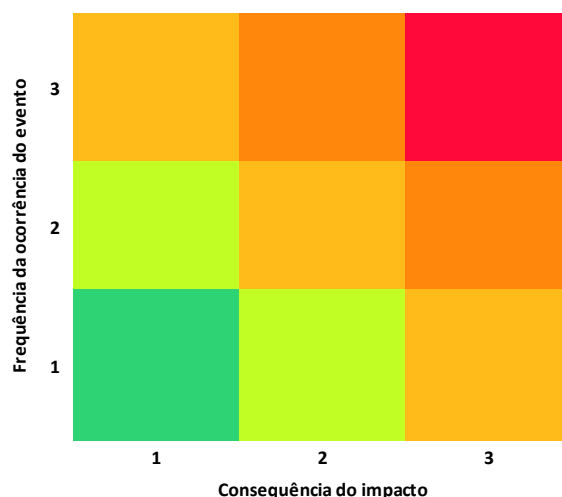


Figura 5.2 – Matriz do Risco Climático

Impactes

Para os eventos meteorológicos extremos que já ocorrem no território de Coimbra foram identificados os impactes 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 impactes 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 para o território de Coimbra um total de 1015 de eventos de cheias e deslizamentos de vertentes, com 3 feridos, 1 desaparecido, 193 desalojados e 356 evacuados.

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

Freguesia	Nº de ocorrências
Santa Cruz	208
Santo António 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:

- Afluentes do Mondego: na Freguesia de Ceira (troço terminal da 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 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 Taveiro, Ameal e Arzila. Na margem direita União de Freguesias de S. Martinho de árvore e Lamaraosa;

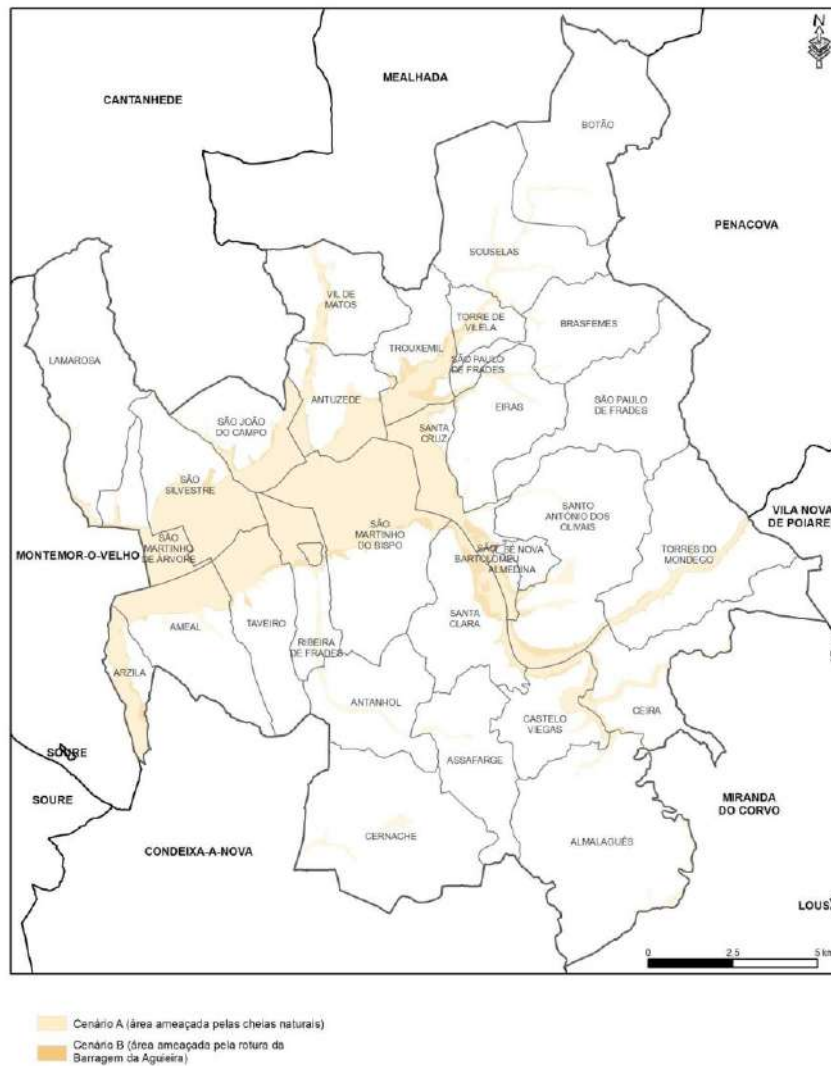


Figura 5.3 – Áreas inundadas para os dois cenários: cheias naturais, rutura da Barragem da Agueira (PEECIC, 2018)

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 - correspondendo à maior representação no município com especial incidência a Oeste, nos Campos do Mondego e, enquadrando as margens esquerda e direita, bem como um corredor meridiano, a Norte e Sul da cidade de Coimbra;
- Zonas de instabilidade baixa - correspondem a áreas com especial incidência a Norte e a Sudoeste da cidade de Coimbra., tendo 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 Agueira-Raiva-Fronhas, tem a função, para além de outras, 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 1200m³/s, para 100 anos, e de 2000m³/s, para 1000 anos.

Contudo, desde 1986, com a entrada em funcionamento em pleno do sistema Agueira-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 1990m³/s; 13 de fevereiro de 2016, com 1963,5 m³/s; 21 de dezembro de 2019 com 2182,7m³/s (Quadro 5.5 e Figura 5.6). 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 comércio, indústria e transportes. As cheias de janeiro de 2000 e dezembro de 2001 tiveram um impacte 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 inundação de espaços agrícolas e urbanos (Pardal et al 2013).

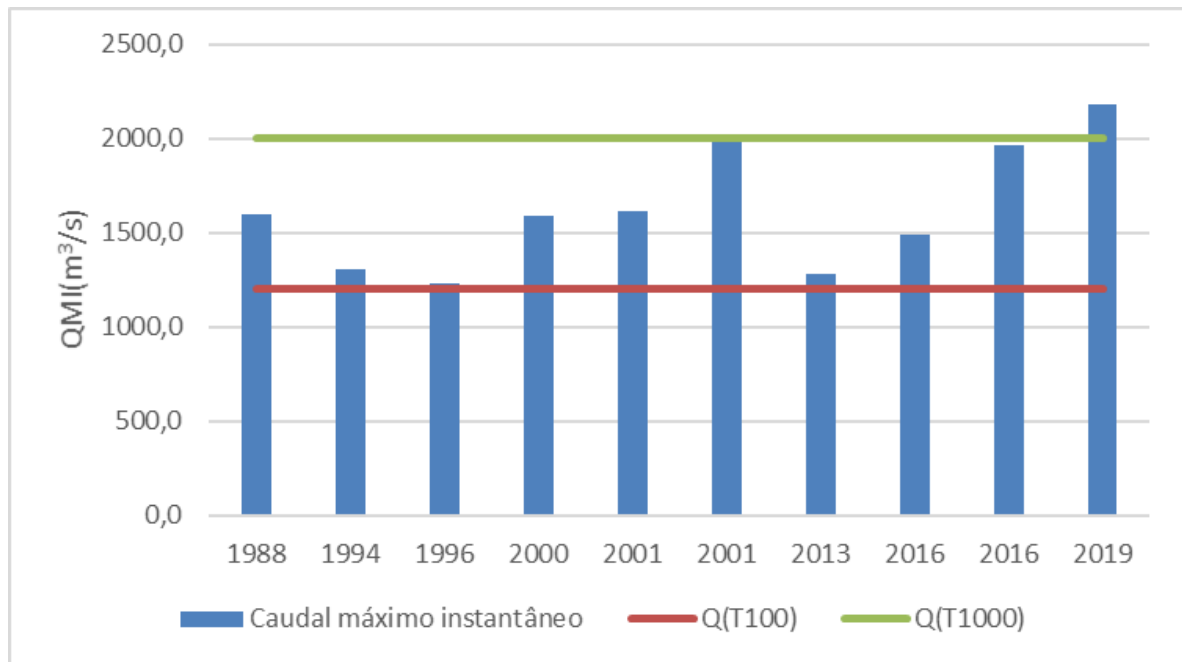


Figura 5.4 - Análise comparativa entre os caudais de retorno para T_{100} ($1200\text{m}^3/\text{s}$) e T_{1000} ($2000\text{m}^3/\text{s}$), estabelecidos para o Mondego em regime regularizado, e os caudais máximos instantâneos anuais do rio Mondego, registados na secção de escoamento do Açude Ponte 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, mas de grande magnitude nos rios dos Fornos, e de 25 de novembro de 2006 no rio Ceira, tiveram impactos negativos significativos, nomeadamente, com o isolamento de populações, a evacuação de pessoas, o corte de estradas nacionais, regionais e municipais e a 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 a 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 faça 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/>, 12/07/2016) regista-se um elevado número de ocorrências de cheias nas freguesias de Eiras, Trouxemil, Souselas e Ceira. Ceira regista 46 eventos para o referido período, com elevadas perdas ou danos materiais, pessoais ou funcionais, e a existência de número considerável de evacuados e desalojados (Tavares *et al.*, 2013). De acordo com o referido estudo, o rio Ceira a par com o a ribeira de Eiras e o rio dos Fornos são os afluentes do Mondego em que se têm registado maior número de desalojados e evacuados, em Coimbra.

O histórico 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 *flash flood* (cheias rápidas) a causaram o maior número de perdas e danos, pela velocidade com que se propagam associada à dificuldade atempada na resposta da proteção civil.

A este propósito, refira-se as cheias ocorridas no rio Ceira, no dia 31 de janeiro de 2015, e no Mondego, que inundou todo o Parque Verde e o Mosteiro de Santa Clara, que foram demonstrativas a falta de informação atempada e de uma gestão adequada dos caudais, e conduziram à elaboração de relatórios técnicos, um da responsabilidade da Autoridade Nacional de Proteção Civil, para a cheia do Ceira e outro da responsabilidade do da Ordem dos Engenheiros, para a cheia do Mondego (Figuras 5.7 e 5.8).

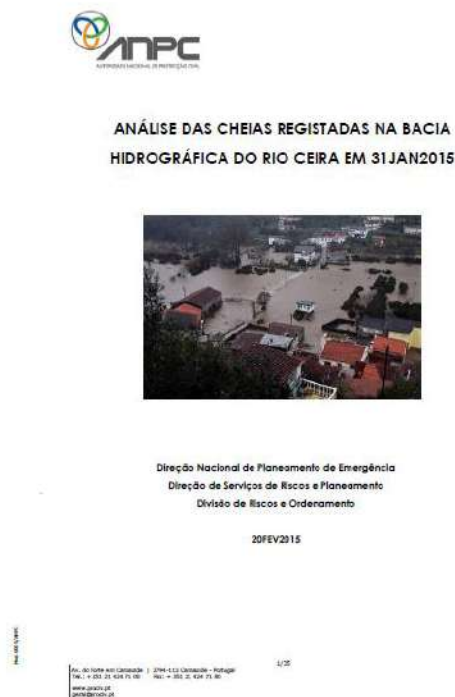


Figura 5.7 – Capa do relatório da cheia do rio Ceira no dia 31 de janeiro de 2015

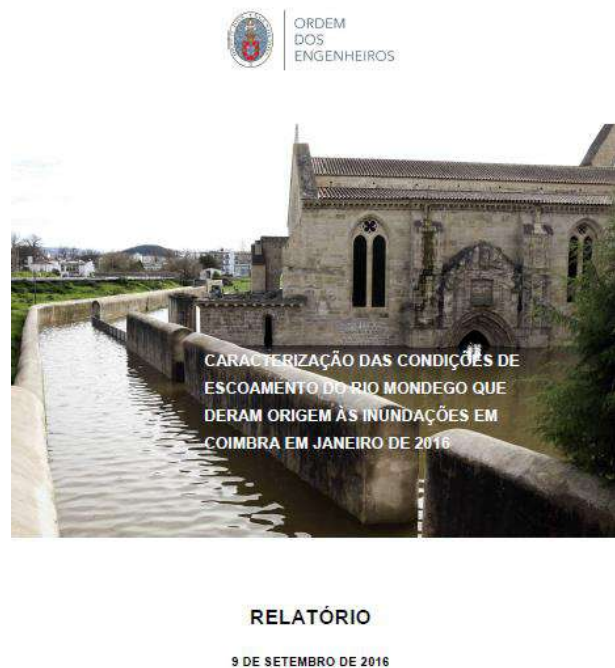


Figura 5.8 – Capa do relatório elaborado pela Ordem dos Engenheiros sobre a cheia de 11 de janeiro de 2016

A par com as cheias fluviais acresce o risco para as situações de precipitação concentrada localmente que têm originado a ocorrência de cheias de origem pluvial, com forte impacto nas infraestruturas urbanas da cidade 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 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, pela que a gestão da rede 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. Ao que acrescentamos, que este é um dos miores ricos 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 (Intensidade-Duração-Frequência), em linha com as atuais manifestações destes fenómenos na Europa Mediterrânica (ex: as cheias que ocorreram no sul de França e Norte de Itália em 3/10/2020).

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 Ceira, que já hoje são os afluentes com maiores perdas e danos, a que se juntam as ribeiras de Coselhas e de 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 e perdas de bens. O tipo de ocupação humana tem influenciado a ocorrência deste tipo de catástrofes, as intervenções humanas sobre os ecossistemas terrestres - desflorestação, industrialização, mudança do leito dos rios, etc. são fatores propiciadores para a ocorrência deste risco. Os deslizamentos de vertentes podem ter causas diretas, nomeadamente associados a períodos de intensa precipitação ou causas mistas quando um factor natural, que normalmente o desencadeia, e fatores antrópicos presentes, que propiciam a ocorrência.

As vertentes naturais que se encontram modeladas antropicamente, bem como 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 A. Tavares (1999); L. Lourenço & L. Lemos (2001); L. Cunha & L. Dimuccio (2002); A. Tavares & Soares (2002); M. Ferreira & Ferreira (2002/ 2004); A. Tavares (2003b); L. Lemos & Ferreira (2004); A. Tavares (2004b); A. 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 Elisio de Moura, com uma massa de solo, da ordem dos 4000 m³, que deslizou pela encosta destruí 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 evento, surge na consequência de um período de elevada precipitação, tendo-se registado uma precipitação acumulada de 90 mm, nos 8 dias anteriores, sendo a precipitação observada nesse dia de 15 mm, com uma média nos últimos 5 dias de 12 mm.

No período compreendido entre 2006 a 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 2026 (336), 2013 (216) e 2016 (207), e os com maior número de movimentos de massa foram os de 2013 (72), 2013 (76) e 2018 (76) (Figura 5.11).

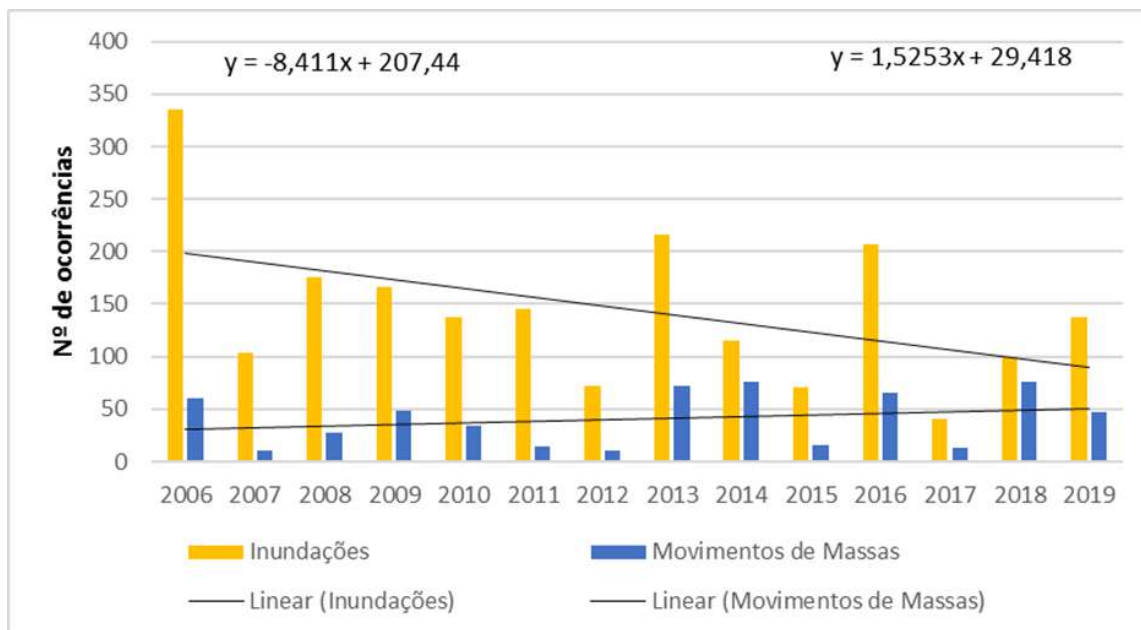


Figura 5.11 – Número de ocorrências anuais de inundações (fluviais e pluviais) e movimentos de massa

Em síntese:

Face à natureza geomorfológica do território de Concelho de Coimbra e ao tipo e áreas de ocupação antrópica 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. Complementar deverão ser desencadeadas ações, nomeadamente perante 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 os 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, um dos mais violentos desde que há recolha de registos meteorológicos (finais do século XIX), cujas rajadas máximas atingiram no Porto 130km/h, em Coimbra 133km/h e em Lisboa 127km/h, causou 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”, perfaz uma quantia superior a 5600 contos, resultando esse valor da avaliação dos estragos 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 Coimbra foi afetado por eventos extremos de ventos de natureza ciclónica, em alguns casos com vezes com rajadas superiores a 100km/h, por vezes associados a precipitação intensa, nomeadamente a ciclogénese

explosiva Gong e as tempestades Stephanie, Leslie, Fabien, Elsa, Glória. Furacão Ophelia (Quadro 5.6).

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

Dia	Temporal	Área afetada	Impactes
02 de janeiro 2008	Mini-tornado	Vale dos Fornos	Queda de estruturas e árvores, edifícios afetadas, rede elétrica e de comunicações afetadas
27-28 de fevereiro 2010	Depressão	Concelho	Queda de estruturas e árvores, edifícios afetadas, rede elétrica e de comunicações afetadas
19 de janeiro de 2013	Furacão Gong	Concelho	Queda de estruturas e árvores, edifícios afetadas, 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 afetadas, 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 afetadas, 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 ocorrem nos últimos 11 anos, num total de 11, tiveram impactes 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, e 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, 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 domínio privado/particulares. No Jardim Botânico dezenas de árvores foram afetadas, assim como nas Matas Nacionais do Choupal e Vale Canas. Também milhares de árvores foram afetadas 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

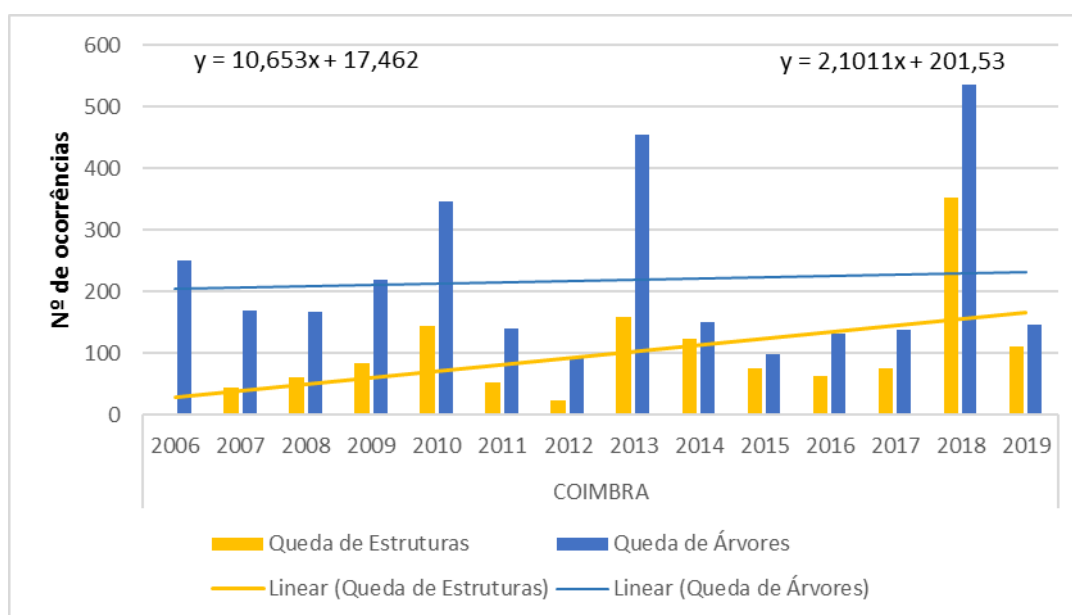


Figura 5.14 – Número de ocorrências associadas aos eventos de ventos fortes. Queda de árvores e de estruturas

No período compreendido entre 2006 a 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), e os com maior número de queda de árvores foram os 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 estabelecido num quadro de alterações climáticas e com as cenarizações projetadas para Coimbra no Capítulo 4.

Assim, é necessário que as estruturas, na sua conceção e colocação, sejam mais competentes na 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, a humidade e o declive. O risco de incêndio florestal (dendrocaustológico) constitui um risco misto, na medida em que combina, para a sua deflagração e propagação, condições geográficas tais como o relevo, vegetação e atmosfera e condições humanas.

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

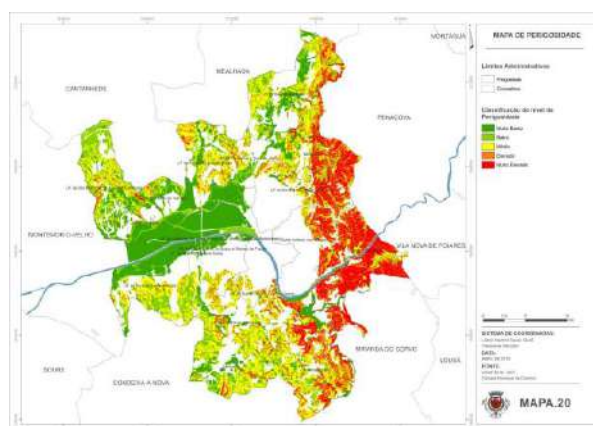


Figura 5.15 – Mapa de perigosidade

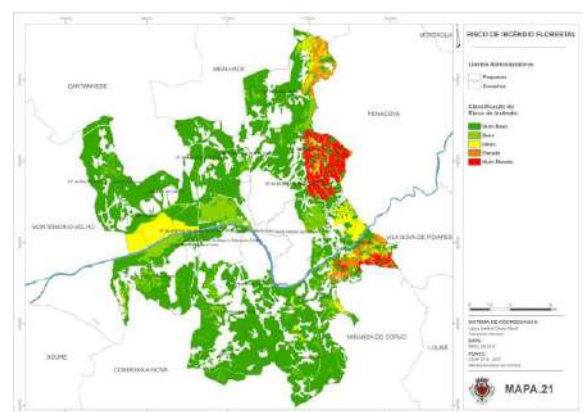


Figura 5.16 – Mapa de risco de incêndio

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, são predominantes as áreas de perigosidade de incêndio florestal baixo e muito baixo. Isto deve essencialmente ao uso predominantemente agrícola do solo (Figuras 5.15 e 5.16).

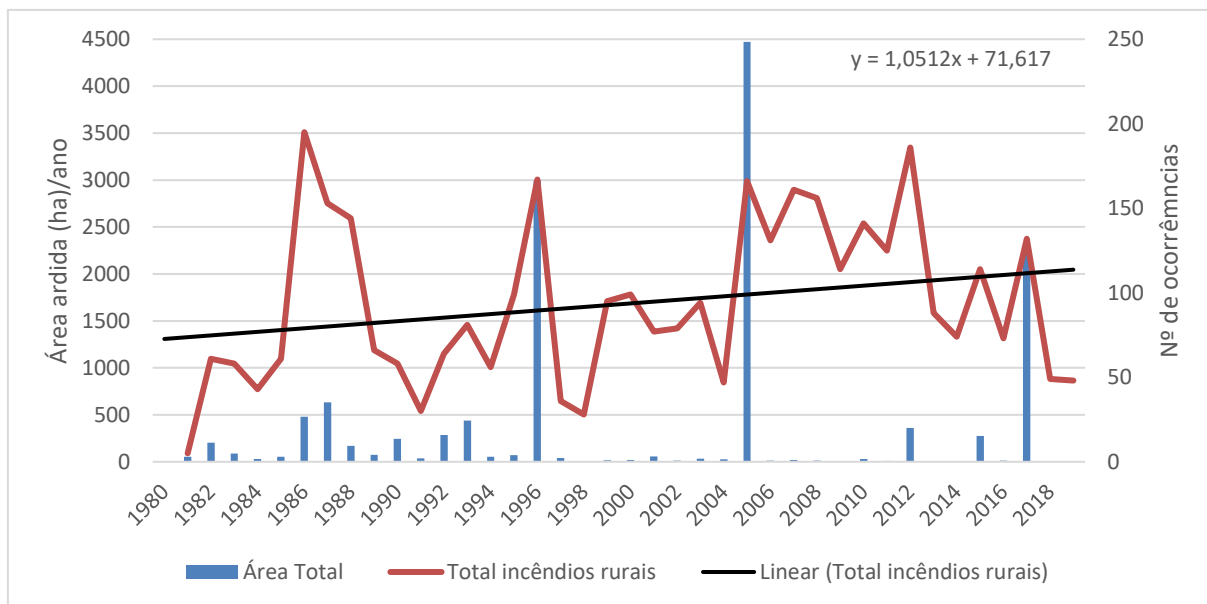


Figura 5.17 – Número de Incêndios rurais ocorridos e área ardida no território do concelho de Coimbra no período de 1980 a 2019

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

Quadro 5.7 – Número de total 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 2991,98ha, 2005, com 4478,61ha e 2017, com 2306,3ha.

Quadro 5.8 – Número de total 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 a 2019, ocorreram 2087 de incêndios rurais, com uma média de 109,8/ano. Sendo o maior número nos fogachos (1116), seguido dos Incêndios agrícolas (775) e Incêndios florestais (100), para um total de área total ardida de 7645,82ha (Quadro 5.8).

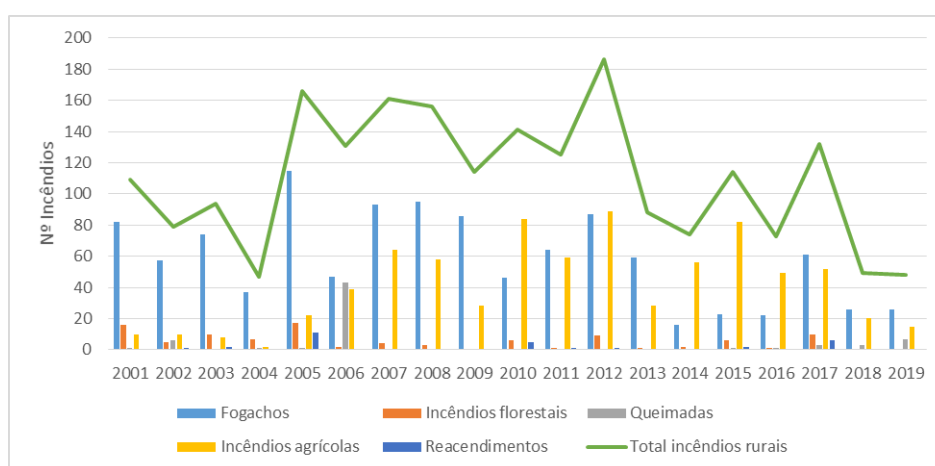


Figura 5.18 - Incêndios rurais ocorridos no território do concelho de Coimbra no período de 2001 a 2019, distribuição por tipologia, incêndios florestais, agrícolas, fogachos e queimadas

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

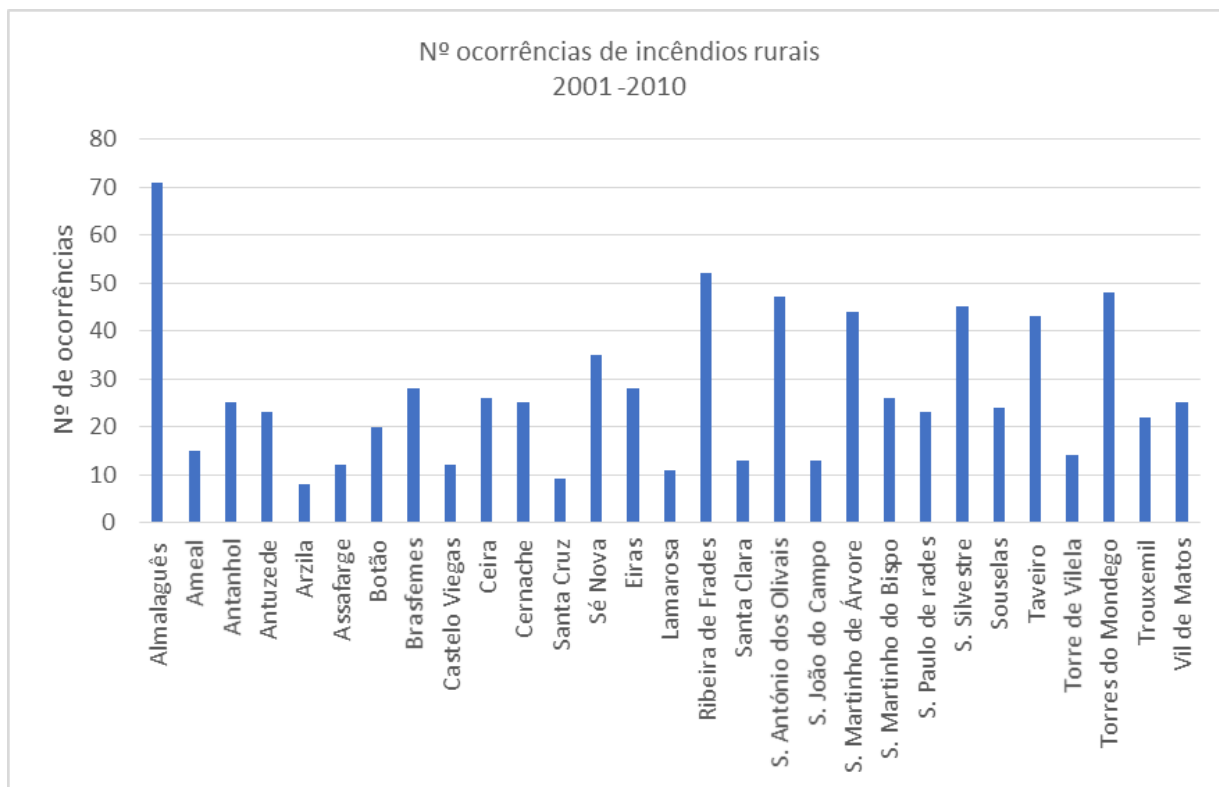


Figura 5.19 – Número de ocorrência de incêndios rurais, por freguesia, para o período 2001 - 2010

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

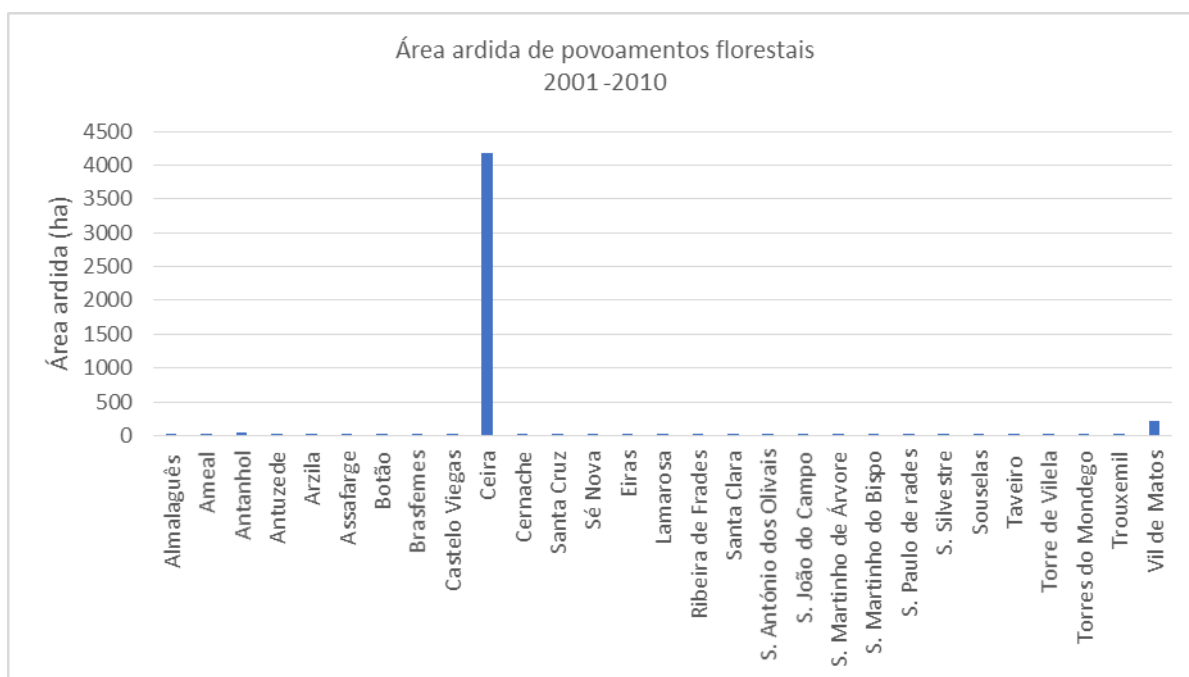


Figura 5.20 – Área ardida povoamentos florestais, por freguesia, para o período 2001 -2010.

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 544ha. 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



Figura 5.22 – Incêndio florestal num interface rural-urbano

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 gestão de combustível, vigilância e prontidão na resposta, com exceção para os anos de 2005 e 2017, os resultados permitem estabelecer que existe uma relação positiva entre o número de ocorrências e a área ardida.

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.

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 estrutural 2020-2030, daí resultante, projeta a cenarização para o território nacional.

A partir desses dados procedeu-se a elaboração da Carta de Perigosidade para Coimbra, onde se projetam-se classes de perigosidade média e alta, para o setor oriental e para algumas manchas do território sul do concelho (Figura 5.23).

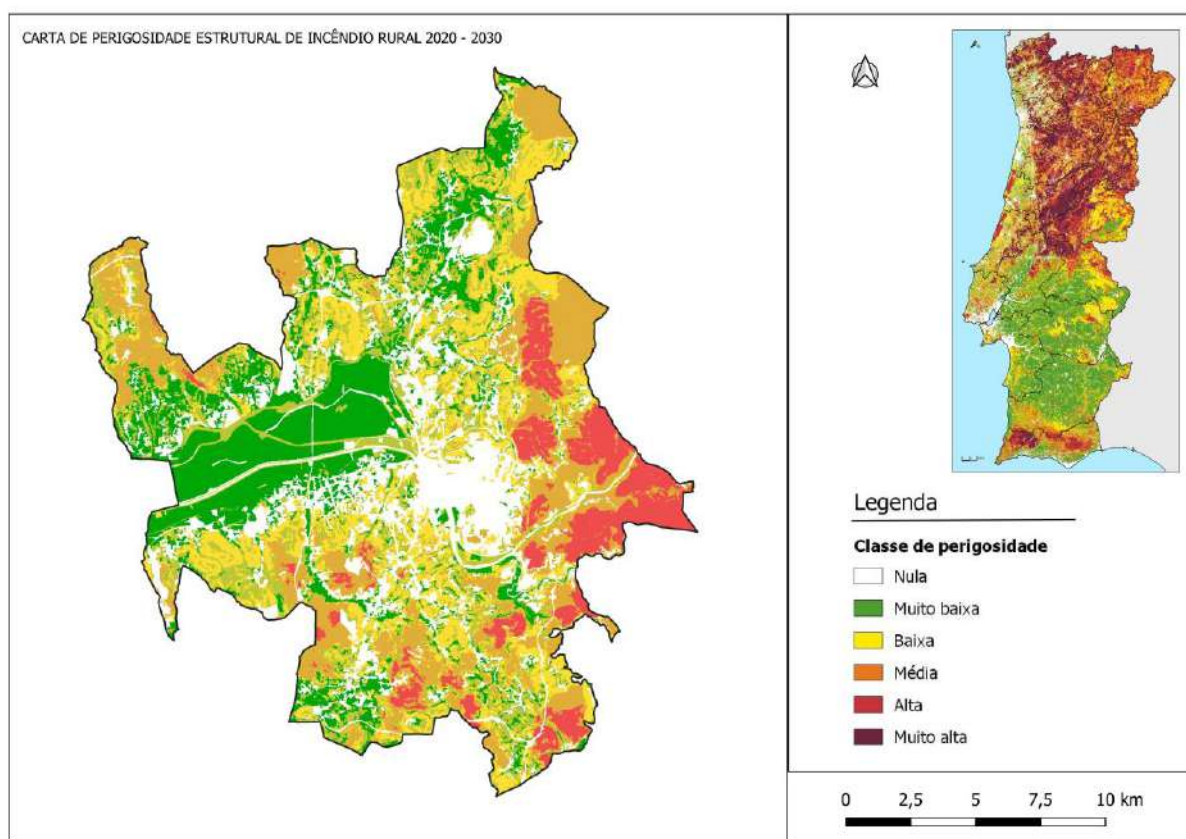


Figura 5.23 – Carta de perigosidade estrutural 2020-2030, para Coimbra (produção própria a partir de <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/dfci/inc/cartografia/cartografia-perigosidade-estrutural-2020-2030>)

É fundamental atualizar o Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios de Coimbra (PMDFCIC) e 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.

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 paroxismos térmicos (Marques, 2014).

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

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 de 26 de novembro de 1967, com os 462 mortos, mas o número pode ter chegado aos 700, e os incêndios de 2017, que totalizaram 109 mortos diretos e 5 indiretos, com uma área ardida de 500 000ha.

A nível nacional destaca-se, pela intensidade, duração e extensão espacial e também pelos impactos socio-económicos, 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 e <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 (desde 1931). O valor médio da temperatura média do ar, 25.08 °C, foi muito superior ao normal, +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 5º mais alto desde 1931. Durante o mês os valores de temperatura (média e máxima) do ar foram quase sempre superiores ao normal, destacando-se os dias 05 a 07, 16 e 17 com um valor médio da temperatura máxima do ar no continente superior a 35 °C. Também a temperatura mínima do ar foi quase sempre superior ao valor normal mensal, destacando-se o dia 17, com um valor médio da temperatura mínima no continente próximo de 20 °C. Consequência desta situação extrema ocorreram 3 períodos com onda de calor: 4 a 13 que abrangeu as regiões do interior Norte e Centro; 9 a 18 nas regiões do interior Norte, Centro e Sul; 25 a 31 em especial no interior Norte.

O estudo desenvolvido por Marques (2014), *“Ondas de calor e ondas de frio em Coimbra – impactes 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, para o período de 1865 a 2013 (Quadros 5.10 e 5.11).

No presente século, as ondas de calor, que atingiram o território de Coimbra, com maior duração e impactes sobre a saúde foram:

- 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.

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 estabelecido de acordo com a Classificação Internacional das Doenças (CID). Os resultados foram para as ondas e calor estudadas 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.

Quadro 5.10 - Ondas de calor identificadas em Coimbra e a duração, média da variação e valor máximo do desvio relativamente à normal climatológica de referência (extraído de Marques, 2014)

Anos	Ondas de calor	Duração (n.º 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 julho	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	13,0
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	12,0
	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	12,09	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	11,0
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

Ainda, segundo os mesmos autores, verificou-se que a mortalidade aumenta nos 3 dias após o início dos eventos e prolongando-se nos dias subsequentes. As principais causas de morte, no que concerne às ondas de calor, averiguou-se maior mortalidade nas doenças circulatórias e respiratórias e foi maior nos idosos (≥ 65 anos de idade) e nas mulheres (que constituem grande parte da população idosa).

5.3.4.2 Ondas de frio

O frio e as ondas de frio têm como consequências ao nível económico, social e de saúde pública: maior mortalidade por doença isquémica cardíaca e doenças cerebrovasculares, aumento de doenças respiratórias, gripe, pneumonia, 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 morbilidade, de internamentos hospitalares e de mortalidade (ARSLVT, 2012 e 2013; Cunha, 2012; Cunha e Leal, 2013).

Em de fevereiro de 1956 ocorreu o episódio de frio intenso, longo e sem precedentes em Portugal continental, com ondas de frio a 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, 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 observada desde 1941.

O mês e fevereiro foi o mais frio observado em Portugal desde 1931; a anomalia (em relação ao valor médio 1971-2000) da temperatura média foi de $-4.7\text{ }^{\circ}\text{C}$, a da temperatura mínima, $-5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ e a da temperatura máxima, $-4.9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nos dias 11 e 12 de fevereiro de 1956, registaram-se valores de temperatura mínima extremamente baixos, com todo o território apresentar valores de temperatura mínima inferior a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (com exceção de 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) é 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 entre 6 e 11 dias, com um nevão a cair em Coimbra no dia 11 de fevereiro deste ano.



Figura 5.24 – Cidade de Coimbra. Nevão de 11 de fevereiro de 1983



Figura 5.25 – Parque da Cidade. Nevão de 11 de fevereiro de 1983

Das 9 ondas de frio identificadas para Coimbra, para o período de 1865 a 2013, Marques (2014), determinou que a onda de frio 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 as principais causas de morte se deveu a doenças circulatórias e isquémica do coração.

Quadro 5.11 - Ondas de frio registado em Coimbra e a duração, média da variação e valor máximo dos desvios de temperatura mínima diária relativamente à normal climatológica de referência (extraído de Marques, 2014)

Anos	Ondas de frio	Duração (n.º de dias)	Média da variação (°C)	Valor máximo dos desvios (°C)
1907	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	-5,83	-7,3
1983	8 a 16 de fevereiro	9	-7,69	-9,6
2001	24 a 29 de dezembro	6	-6,42	-7,1

Apesar de 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:

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.

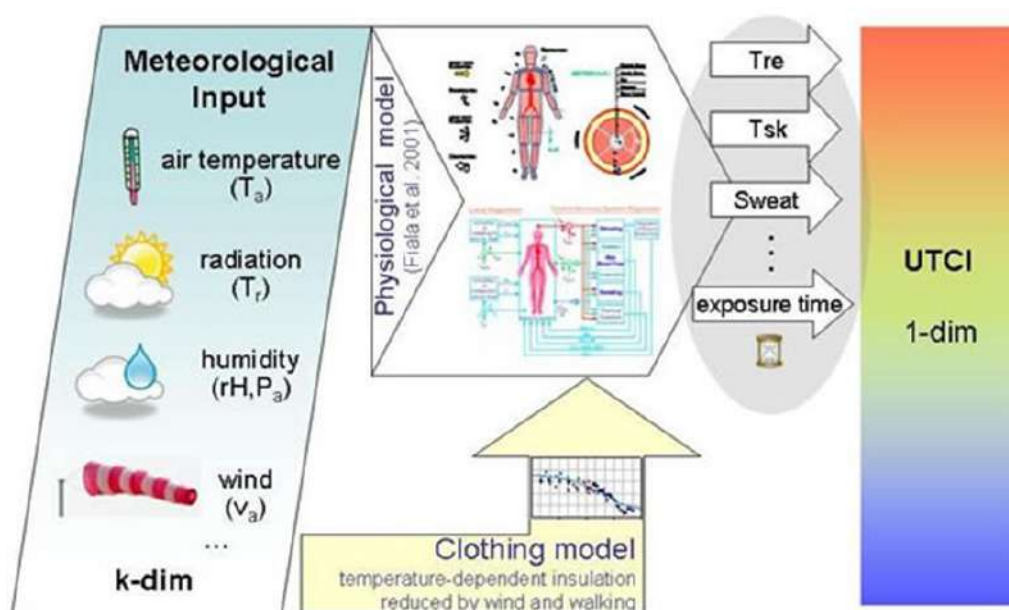


Figura 5.26 – Acesso climático do UTCI, calculado a partir de um modelo termo fisiológico e de um manequim térmico (Ação COST 730)(<http://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/amb.atmosfera/index.bioclima/?page=utci.xml>. Extraído, 4/2/2021).

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, são:

- 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;
- Representa 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 seguinte escala (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 5.12 – 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

Assim, considera-se que a nível Municipal é fundamental identificar a localização da população idosa e desfavorecida, para o que deva 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 e que afeta mais pessoas e durante mais tempo que qualquer outro. 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 peste.

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 utiliza com a 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 e 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, 1990-92 a 2ª mais longa, 2004-06 e 1980-81 foram as 3ª mais longas;
- Seca de 2004-06 – a de maior extensão territorial (100% do território afetado) e a mais intensa (tendo em conta os meses consecutivos em 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 escasseia 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 de 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 anuais, associado ao aumento do número de dias de temperatura elevada e extensão do período estival, associado ao agravamento de índice de seca, pelo é expetável o aumento da sua frequência e severidade.

Em síntese:

A nível municipal é que repensar a gestão da água, numa respetiva de poupança e usos múltiplos, bem com a transformação/conversão de Parques e Jardins, para plantas mais resilientes à secura.

5.3.7. Nevoeiro, Granizo e Geadas

Os eventos meteorológicos adversos de nevoeiro, de granizo e da geada, não sendo frequentes, ocorrem no território do concelho de Coimbra. Contudo, na falta um resisto histórico da ocorrência deste tipo de eventos, optou-se por considerar os registos constantes da ficha climatologia da Estação Meteorológica de Bencanta, do IPMA, para a normal climatológica 1971 e 2000, em que número de dias/ano com nevoeiro é de 31,6, o número de dias/ano com geada é de 18.7 e o número de dias/ano 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 no aumento da sinistralidade rodoviária (CIM-RC, 2017).

A análise do mapa 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, Ceira, a que acrescentamos o vale do rio dos Fornos. Sendo que, os períodos de maior incidência são os meses de março, abril, setembro, outubro e novembro.

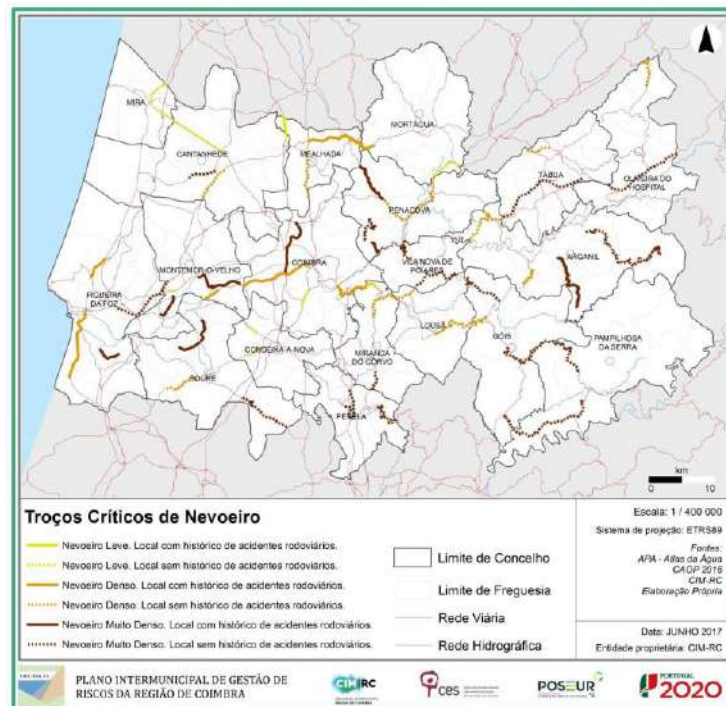


Figura 5.27 – Distribuição geográfica dos pontos ou troços críticos de nevoeiro para os municípios da CIM-RC (extraído do Plano Intermunicipal de Gestão de Riscos da Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra, 2 fevereiro de 2021)

Granizo

A ocorrência da queda de granizo é um fenómeno de elevada aleatoriedade, mas com grandes impactes negativos. Com ocorrência de inundações, danos nos edifícios e equipamentos, e condicionantes ao tráfego e encerramento de vias. A sua ocorrência em março e abril, coincidentes os períodos do desenvolvimento das plantas, ou em fase de amadurecimento das culturas (ex: frutos) causa 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, que tem 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, que são atravessados por importantes eixos rodoviários, A1, IC, A13, IP3, N111, N110 e N17, e de forma a reduzir a sinistralidade é necessário reforçar a sinalética competente.

As condições meteorológicas extraordinárias, nomeadamente a queda de granizo e a geada, comprometem as colheitas e/ou as culturas agrícolas e o seu potencial produtivo, causando grandes prejuízos. Assim, e por se tratar de fenómenos que 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 Proteção Civil e da Matriz Occupational Health Safety (ANPC & 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.

Ambos os perigos tem associado um elevado número de eventos, de que resultam, igualmente elevado número de ocorrências, associado a uma elevada probabilidade de ocorrência no futuro. 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, inoperacionalidade e destruição de infraestruturas básicas. Trata-se de 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 estabelecem para o nível elevado o risco de ondas de calor, seguido de cheias e inundações, seguido dos ciclones e tempestades.

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

As duas matrizes ANPC & OHS e OEM são concordantes ao estabelecer os riscos de inundação e os ciclones e tempestades como muito elevado.

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

Perigo	Matriz ANPC&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

Em síntese:

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

5.5. Risco Climático Presente e Futuro

As figuras 5.30, 5.31 e 5.32 procedem à avaliação dos do risco climático de Coimbra em função dos eventos meteorológicos e impactes associado, identificando as vulnerabilidades atuais e futuras, para médio prazo (2041 -2070) e 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 as tempestades, tornados e ventos fortes e precipitação intensa, seguido das temperaturas altas.

Para o restante século XXI projeta-se, que os riscos que apresentam um potencial crescimento, que são preocupantes, os relacionados com as 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, terão uma tendência para a manutenção da sua frequência, sendo espetável a redução da frequência das temperaturas baixas e ondas de frio. Estes resultados estão em concordância com 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**

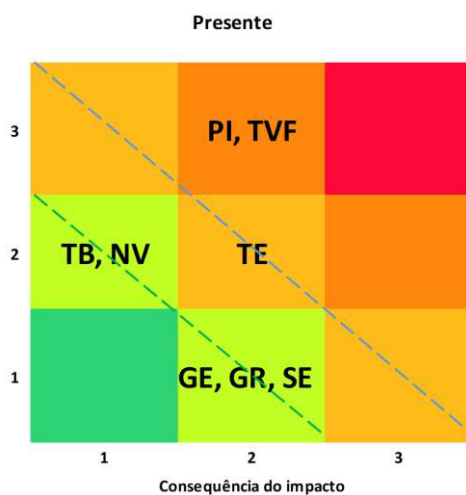


Figura 5.28 – Avaliação do Risco Climático em Coimbra para o Presente

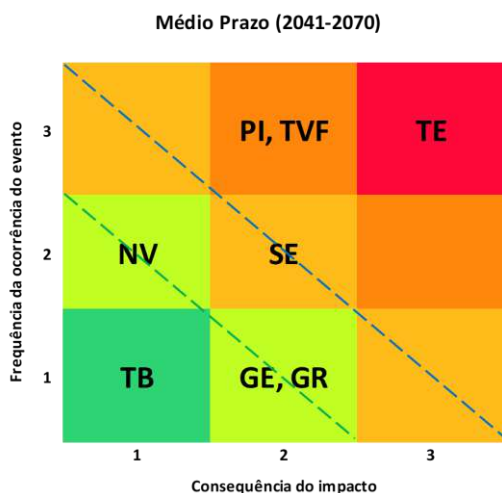


Figura 5.29 – Avaliação do Risco Climático em Coimbra para o médio prazo (2041 - 2070)

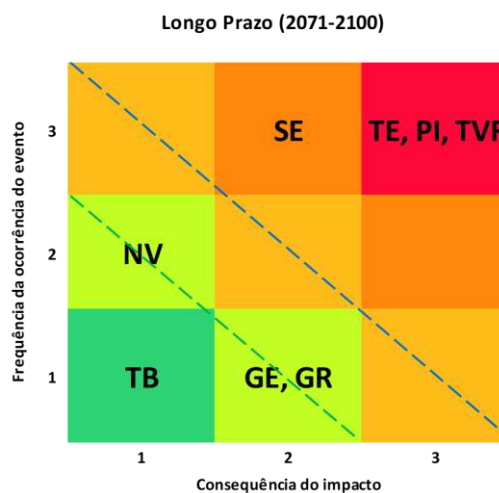


Figura 5.30 – Avaliação do Risco Climático em Coimbra para o longo prazo (2071-2100)

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 expetável um agravamento dos seus impactes.

A ocorrência de precipitação Intensa, cuja frequência futura poderá ser menor mas de maior magnitude, aumentar situações de ocorrência de inundações (fluviais e urbanas), e de deslizamento de massas de vertentes, provocando danos nos edifícios, equipamentos, infraestruturas e espaço público. A vida quotidiana será profundamente perturbada, com condicionado/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.

As tempestades, tornados, e 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 publico, edifícios, queda de estruturas e de árvores, e em veículos. Num médio e longo prazo prevê-se o agravamento destes impactes.

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

As secas tornar-se-ão mais frequentes, com impactes 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 impactes associados

Ref.	Risco Climático	Impactes	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, 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 a precipitação intensa, as tempestades, tornados e ventos fortes e as temperaturas altas e as ondas de calor.

Num quadro de alterações climáticas, mantém-se ou diminuem (temperaturas baixas/ondas de frio), outros poderão diminuir a frequência, como as precipitações intensas, mas aumenta a sua intensidade e magnitude, e outros como tempestades, tornados, ventos fortes, temperatura alta, ondas de calor e secas aumentaram, bem como a magnitude dos seus impactes negativos.

A estes riscos estão associados impactes 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. Impactes associados aos eventos meteorológicos extremos**5.6.1. Impactes atuais**

Os eventos climatológicos extremos, nomeadamente de natureza hidrometeorológica e tendo por referência os últimos 20 anos, provocaram no território 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, em 13 outubro de 2018, que atingiu o centro de Portugal, causou 27 feridos, 61 deslocados e prejuízos na ordem dos 120 milhões de euros. Em Coimbra, os danos em infraestruturas e equipamentos municipais foram na ordem 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 não foi possível apurar o valor das perdas económicas. Os valores apurados não inclui 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 unidades orgânicas municipais possam carregar os elementos referente às ocorrências e perdas no património municipal.

Quadro 5.15 – Danos em infraestruturas e equipamentos municipais Eventos de meteorologia adversa em 2016 e 2018

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

5.6.2. Impactes futuros

5.6.2.1. Impactes 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 impactes serão:

- Aumento da perturbação da vida quotidiana e alterações nos estilos de vida;
- Condicionamentos 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 condicionamentos de mobilidade, com vias encerradas e degradadas;
- Condicionamento da circulação dos transportes públicos devido a inundações, deslizamentos 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 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 da 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 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 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 gases de efeito estufa;
- Aumento tendência para a ocorrência de pragas, animais e plantas, e 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 agrícola;
- Aumento das despesas associadas às operações de resgate, evacuação e socorro, limpeza e desobstrução e 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 dos agricultores, dos produtores florestais e das empresas promotoras de atividades ao ar livre.

5.6.2.2. Impactes positivos (oportunidades)

Associado aos riscos climáticos foram identificados diversos impactes 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 das comunidades locais e das entidades públicas, através de (a/o):

- Melhoria dos processos de planeamento e gestão do território e promoção de 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;
- Aumento da área verde e a melhoria do conforto térmico urbano;
- Aumentar a área permeável da cidade;
- Aumento da arborização e capitação/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;
- Recuperação/requalificação dos espaços naturais da cidade, bosques, bosquetes, parques e jardins;
- Plantação de espécies de plantas autóctones no espaço público e cedência, através do Horto Municipal, a particulares;

- Promoção de medidas de combate a espécies exóticas de cariz invasor, animais e plantas;
- Aumento da diversidade biológica, através da plantação, nos espaços florestais e baldios, de espécies autóctones mais resistentes aos fogos florestais;
- Implementação de medidas de combate à erosão nas zonas mais vulneráveis e requalificação de áreas de solo degradado;
- Valorização da frente ribeirinha do Mondego, e implementação de medidas para uma menor pressão urbanística sobre os recursos hídricos;
- Valorização e requalificação de vales fluviais dos rios Ceira e Fornos e das ribeiras de Coselhas e Eiras;
- Desenvolvimento de um plano municipal de limpeza, desobstrução das linhas de água e secções de escoamento e regularização fluvial e controlo de cheias;
- Construção de bacias de retenção para mitigar as inundações repentinas, reduzindo a vulnerabilidade das áreas de risco;
- Melhoria dos sistemas de drenagem, com implementação de novas soluções técnicas e materiais;
- Utilização para usos múltiplos de águas pluviais e reutilização de água residual tratada;
- Aumento da rede de percursos pedonáveis e clicáveis;
- Melhoria da mobilidade e da oferta do transporte público;
- Organização do espaço público e suas infraestruturas para uma melhor resposta aos eventos climáticos extremos;
- Melhoria da climatização, eficiência energética, da 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 banhar (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;
- Desenvolvimento de planos de contingência para as temperaturas extremas (ondas de calor e ondas de frio);
- Aumento do nível de informação à comunidade sobre as respostas e comportamentos a ter em situação de catástrofe;
- Alteração das práticas agrícolas e promover o consumo dos produtos endógenos;
- Prevenção das 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 da Município de Coimbra, através do Serviço Municipal de Proteção Civil e da Companhia Municipal de Bombeiros Sapadores, complementada pelos diferentes serviços municipais e entidades externas.

Esta capacidade de resposta, célere e eficaz, tem permitido mitigar os impactes negativos, reduzir os prejuízos e retomar a vida quotidiana num curto período. Sempre que a natureza dos eventos e a sua magnitude o justificavam, 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 a capacidade de resposta operacional nas cheias do Mondego e Ceira em 21 de dezembro de 2019, com a evacuação de 2788 pessoas residentes nas localidades ribeirinhas da margem esquerdas a jusante de Coimbra.

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

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

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 tempo possível.



Figura 5.31 – Operações de estabilização de um deslizamento de vertente



Figura 5.32 – Ação de limpeza dos arruamentos e casas do 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, ativação de planos regionais e com o 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)
- Comando Distrital de Operações de Socorro de Coimbra/ANEPC
- Bombeiros Voluntários de Coimbra
- Bombeiros Voluntários de Brasfemes
- Polícia de Segurança Pública

- Guarda Nacional Republicana
- 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 (DRAP-c);
- Agência Portuguesa do Ambiente/Administração da Região Hidrográfica do Centro
- IPSS
- EDP, PT
- Infraestruturas de Portugal (Vias rodoviárias e ferroviárias)

União Europeia

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

O Centro de Coordenação de Resposta de Emergência (CCRE) é o coração do Mecanismo, que está em funcionamento 24 horas por dia, 7 dias por semana. Coordena a prestação de assistência aos países afetados pela catástrofe, como equipamento 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 com as 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>). Fornece serviços gratuitos de acesso direto a dados de satélite sobre: atmosfera, meio marinho, meio terrestre, alterações climáticas, segurança, emergência.



Alterações Climáticas: O 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 crises humanitárias, 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:

- Uma componente de cartografia. A componente de cartografia do serviço (EMS do Copernicus - Cartografia) 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;
- Uma componente de alerta precoce;
- O EMS do Copernicus - Cartografia pode apoiar todas as fases do ciclo de gestão de emergências: preparação, prevenção, redução dos riscos de catástrofe, resposta a emergências e recuperação.

A componente de alerta precoce do EMS do Copernicus 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 alguns dias mais tarde e analisa coerentemente registos de dados retrospectivos relativos aos últimos anos e apoia 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>).

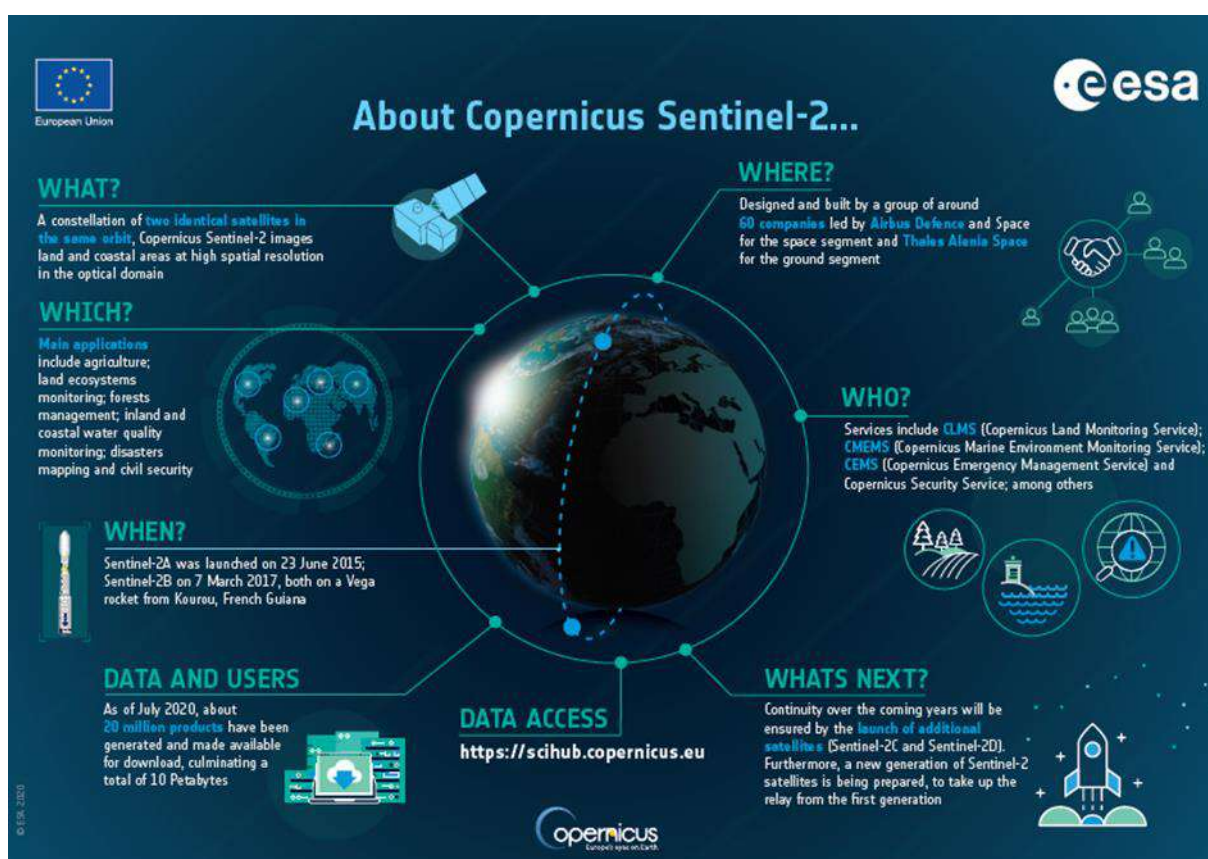


Figura 5.33 – Diagrama funcional do Copernicus Sentinel 2
(<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/news/-/article/copernicus-sentinels-help-monitor-ship-traffic>, 10/01/20121)

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 a empenhar em operações de Proteção Civil. Pela sua natureza imprescindíveis à resposta e 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. Estes documentos permitem organizar, orientar, facilitar, agilizar e uniformizar as ações necessárias à resposta. Permitem, 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.prociiv.pt/Pages/PlanosEmergencia.aspx>, 19/10/2020). 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 as imudáveis e 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 (em elaboração).



Figura 3.34 – Capa Plano Especial de Emergência para o Risco de Cheias e Inundações



Figura 3.35 – Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios

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 meteorologia adversa, como precipitação intensa, tempestades e ventos fortes, e temperatura elevada, 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 ao longo do século de acordo com os cenários estabelecidos para Coimbra.

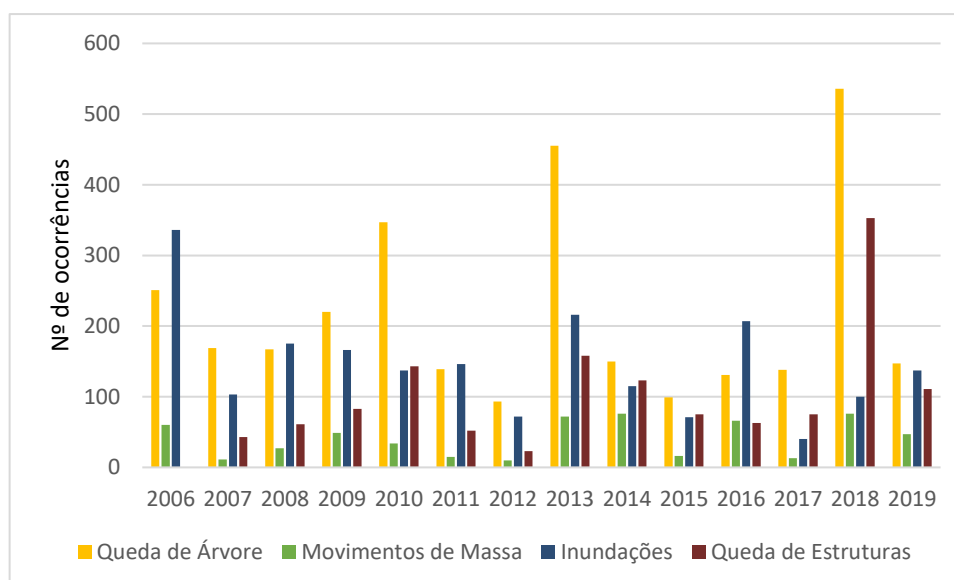


Figura 3.36 – Meteorologia Adversa. Ocorrências ocorridas em Coimbra no período de 2006 -2019

Assim, considera-se necessário tornar o território municipal e a sociedade mais resiliente 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 impactes negativos sobre os sistemas humanos, ambientais e urbanos, através de:

- Promover reuniões regulares entre os diferentes atores, para melhor conhecimento das funções e das responsabilidades de cada um, em situação emergência, e dos planos de emergência;
- Solicitar à APA a implantação 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 articulação o 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 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 de informação de natureza meteorológica e informáticos para acesso direto ao Copernicus “European Union's Earth Observation Programme” (<https://www.copernicus.eu/en/copernicus-services>);
 - Criar uma plataforma municipal para registos da ocorrência das catástrofes naturais e impactes sociais e económicos e pedras no património municipal;
 - Implementar um sistema de gestão da água, numa respetiva de poupança e usos múltiplos, associada à transformação/conversão de Parques e Jardins, para plantas mais resilientes à secura;
 - Alterar a natureza do mobiliário urbano e sinalética estruturas, e a tipologia do património arbóreo de forma a serem mais competentes na resposta 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 partes;
 - 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;
 - Elaborar o Plano Municipal de Adaptação às Temperaturas Extremas, Ondas de Calor e de Frio;
 - Implementar um plano de intervenção nos edifícios municipais, com os objetivos de serem energeticamente eficientes e resistentes aos fenómenos de meteorologia adversa;
 - Aumentar os meios e o nível de informação ao munícipe.

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 impactes, 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), e cujos impactos negativos afetam a vida quotidiana e causam 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 resiliência às Alterações Climáticas, para isso realizou-se:

- No dia 2 de setembro de 2020, uma 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 uma reunião de trabalho, presidida pelo Sr. Presidente da CMC, Dr. Manuel Machado, coadjuvado pelo Sr. Vice-presidente, Dr. Carlos Cidade, onde estiveram técnicos e chefias 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. Posteriormente, na reunião da Câmara Municipal, do dia 22 de fevereiro, foi feita uma apresentação dos trabalhos já desenvolvidos.

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 no 18 de fevereiro 2021, no Salão Nobre dos Paços do Concelho

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 implantação 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;
- Transporte 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 se 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 melhor 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 área 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), de que resultou as chamadas Infraestruturas Azuis e Verdes (IAV). Doravante, no presente trabalho, será utilizado o termo IAV.

B- Âmbito

As opções de mitigação/adaptação planeada 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 a 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, realocando 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 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.

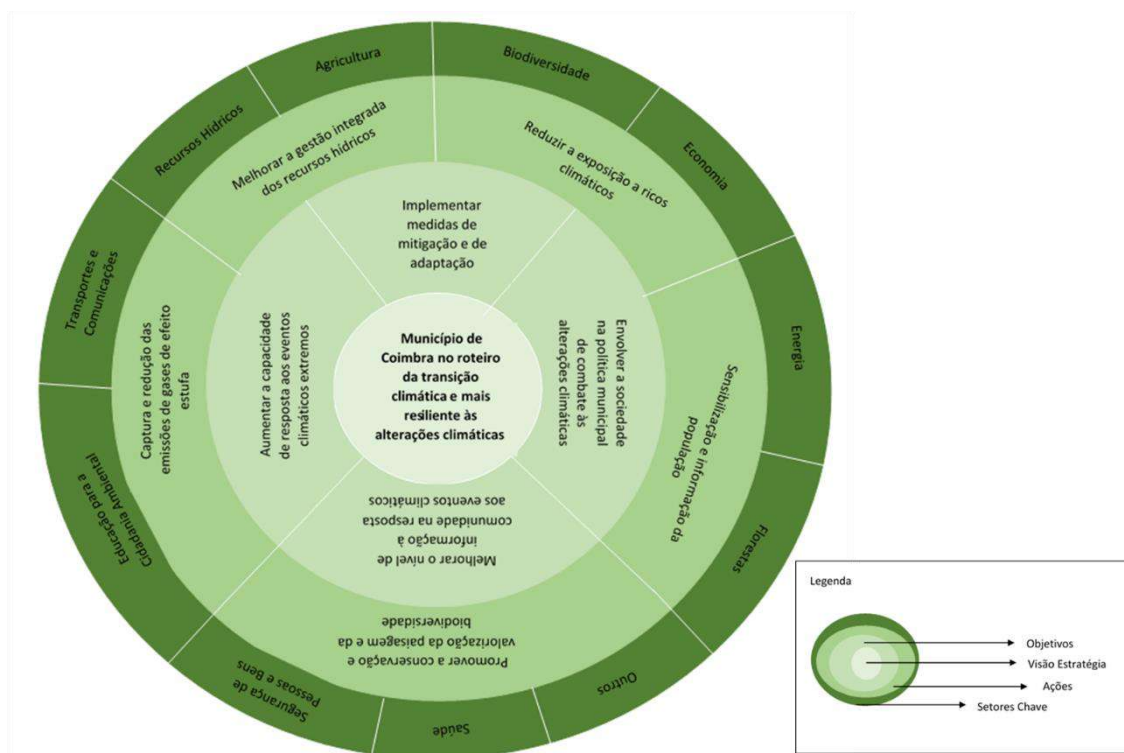


Figura 6.2 – Visão estratégica do Município de Coimbra, objetivos e ações para o combate às alterações climáticas

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 e das reuniões da Equipa de Projeto de 2 de setembro de 2020 e de 18 de fevereiro de 2021, engloba 75 medidas de mitigação/adaptação, integradas em 5 grandes ações estratégicas, a saber:

- Captura e redução das emissões de gases de efeito estufa;
- Reduzir a exposição a riscos climáticos;
- Promover a conservação e valorização da paisagem e da biodiversidade;
- Melhorar a gestão integrada dos recursos hídricos;
- Sensibilização e informação da população.

Refira-se que nos últimos anos o Município de Coimbra realizou 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 de gases de efeito estufa 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 a 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 ton/CO2 (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 ton/CO2 (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 ton/CO2 (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 para 238615,78 ton/CO2 (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 ton/CO2 (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 ton/CO2 (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 ton/CO2 (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 ton/CO2 (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 ton/CO2 (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 ton/CO2 (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 e autocarros de transportes públicos movidos por veículos movidos a energias renováveis (20 miniautocarros e 28 standard até 2025 – Redução de cerca de 2.000 tonCO2Eq)			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, campanhas de sensibilização (redução de cerca de 180 tonCO2Eq/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 o 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	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 zonas de 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, instalando meios mecânicos para vencer desníveis acentuados	X			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									

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
		Aumentar em 30%, até 2030, as áreas verdes urbanas, relativamente ao existente em 2020, recorrendo a espécies autóctones		X		X			X		X					X				
		Implementar o sistema de recolha de bio resíduos	X			X			X											X
A2	Reduzir a exposição a riscos climáticos	<p>Integrar nos instrumentos de gestão do território e nos regulamentos medidas de mitigação e de adaptação às alterações climáticas, nomeadamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introdução de indices de impermeabilização mais restritivos; • Aumento da permeabilidade do solo urbano e conversão de espaços permeabilizados; • Atualizar o cadastro da estrutura verde e ecológica municipal; • Rever as medidas normativas e regulamentares de ocupação do espaço público faça intensificação de fenómenos de precipitação intensa e vento forte. 																		X
		Plantar, no espaço urbano, espécies arbóreas, que pela natureza da sua copa e da raiz, sejam mais resistentes aos ventos fortes		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
		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						X
		Aumentar a capacidade de resposta à ocorrência dos incêndios florestais e rurais e inundações através do aumento dos meios operacionais (terrestres e aquáticos)			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						
		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
		Criar um prémio de boas práticas florestais (melhor projeto florestal)			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	
		Modelar hidrologicamente as sub-bacias hidrográficas do território de Coimbra, para determinação do risco de cheias e inundações, e áreas alagáveis			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)																			
		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				
		Implementar um sistema de alerta e um plano de contingência de proteção à população vulnerável, em situações de temperaturas extremas e elevada radiação solar																			
		Integrar a componente das alterações climáticas na Estratégia Municipal de Saúde (em elaboração)			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	
		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; impactes humanos, sociais, económicos/financeiros e ambientais)			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
		Elaborar o Plano de Gestão do Riscos Naturais, Mistos e Tecnológicos			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 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												
		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		
		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				
		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				
		Articular as ações municipais de combate aos períodos de seca com o futura Estratégia Intermunicipal de Combate à Seca (PIAAC, CIM-RC)			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						
		Articular com a CIM-RC a criação de sistemas intersectoriais de vigilância epidemiológica (PIAAC, CIM-RC)			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					
		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 e implementar a “horta da minha escola”		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, em colaboração com os organismos representantes do setor, um manual de boas práticas agro-florestal e de proteção ao solo.				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			

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 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”			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 35000 clientes); ➤ Reabilitar as condutas e ramais de água; ➤ Melhor a gestão de pressões 	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 os recursos hídricos superficiais e subterrâneos (aquíferos)			X														X		
		Aproveitar das 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 e motas das linhas de água, acautelando o melhoramento das condições de escoamento em zonas críticas de cheia	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		
		Criar o plano municipal de educação e sensibilização ambiental, 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	
		Criar um sistema de informação meteorológica online (sito da CMC, paragens dos autocarros), a partir de dados fornecidos pelo IGUC, ESAC, CIM-RC, 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			

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 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
		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				
		Promover a divulgação dos avisos e medidas sanitárias emanadas pelo ICNF, DRAPC e DGS			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; MIT – Mitigação; ADT – Adaptação;
- **Setores-chave:** AGR – Agricultura; BIO – Biodiversidade; ECO – Economia; ENE – Energia; FLO – Florestas; SAÚ – Saúde; SPB – Segurança de Pessoas e Bens; TC – Transporte 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, priorização das opções identificadas estabelecendo os respetivos prazos de implementação, responsáveis pela sua concretização e monitorização, representado no Quadro 7.1, seguinte, 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 valor mais baixo:
 - 1- Medidas que envolvam a redução ou captura de GEE e/ou se ao integrar-se 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 a 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 e autocarros de transportes públicos movidos por veículos movidos a energias renováveis (20 miniautocarros e 28 standard. Redução de cerca de 2.000 tonCO2Eq)	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, campanhas de sensibilização (redução de cerca de 180 tonCO2Eq/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 1	Até 2025	SMTUC	M	5 anos
4	Renovar a frota ligeira municipal para veículos elétricos, 50%	1	Nível 3	Até 2030	DF/GGFM	M	5 anos
5	Aumentar o número de postos de carregamento elétrico, triplicar o número de postos públicos comparados com 2020	1	Nível 1	Até 2025	DMT	M	5 anos
6	Dar continuidade ao programa de melhoria do desempenho energético, da climatização e o 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	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 zonas de na cidade de emissão reduzida de GEE	2	Nível 1	Em execução	DMT	M	5 anos
13	Aumentar a utilização da rede pedonal e clicável, ampliando a rede existente, melhorando o seu nível de conforto, instalando meios mecânicos para vencer desníveis acentuados	1	Nível 1	Em execução	DIEP	M	5 anos
14	Implementar um sistema de oferta de bicicletas partilhadas – bicicletas ecológicas	3	Nível 3	Até 2025	DMT	P	5 anos
15	Dar continuidade ao Plano Municipal de Arborização	1	Nível 1	Em execução	DEVJ	P	5 anos
16	Aumentar em 30% as áreas verdes urbanas, relativamente ao existente em 2020, recorrendo a espécies autóctones	1	Nível 1	Até 2030	DEVJ	G	5 anos
17	Implementar o sistema de recolha de bio resíduos	2	Nível 3	1ª fase: até 2023	DSA	M	5 anos
A2. REDUZIR A EXPOSIÇÃO A RISCOS CLIMÁTICOS							
18	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 indicies de impermeabilização mais restritivos; • Aumento da permeabilidade do solo urbano e conversão de espaços permeabilizados; • Atualizar o cadastro da estrutura verde e ecológica municipal; • Rever as medidas normativas e regulamentares de ocupação do espaço público faça intensificação de fenómenos de precipitação intensa e vento forte. 	2	Nível 2	Novo PDM	DPEE	P	Sem prazo de revisão
19	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

ID	Medidas	Prioridade	Escala	Previsão de implementação	Responsável	Esforço	Monitorização (previsão)
20	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
21	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
22	Promover a prevenção de incêndios, nomeadamente através da análise e modelação/simulação do risco de incêndios florestais	2	Nível 3	Em execução	SMPC/CMBS	P	5 anos
23	Aumentar a capacidade de resposta à ocorrência dos incêndios florestais e rurais e inundações através do aumento dos meios operacionais (terrestres e aquáticos)	2	Nível 3	Em execução	CMBS	P	5 anos
24	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
25	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
26	Criar um prémio de boas práticas florestais (melhor projeto florestal)	3	Nível 2	Até 2023	CMC	P	Sem prazo definido
27	Modelar hidrologicamente as sub-bacias hidrográficas do território de Coimbra, para determinação do risco de cheias e inundações, e áreas alagáveis	2	Nível 2	Até 2023	SMPC	P	5 anos
28	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
29	Melhorar as condições de escoamento das águas pluviais em zonas críticas de cheia (coletores e bacias de retenção)	2	Nível 3	Até 2025	AC	M	5 anos
30	Identificar e cartografar os efeitos das ilhas de calor no território	2	Nível 2	Até 2023	DSA	P	5 anos

ID	Medidas	Prioridade	Escala	Previsão de implementação	Responsável	Esforço	Monitorização (previsão)
31	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
32	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
33	Integrar a componente das alterações climáticas na Estratégia Municipal de Saúde (em elaboração)	1	Nível 2	Em execução	DSA	P	Sem prazo definido
34	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; impactes humanos, sociais, económicos/financeiros e ambientais)	2	Nível 2	Até 2023	DSII/CIC	P	5 anos
35	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
36	Elaborar o Plano de Gestão de Riscos Naturais, Mistos e Tecnológicos	2	Nível 2	Até 2025	SMPC	P	10 anos
37	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
38	Melhorar 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

ID	Medidas	Prioridade	Escala	Previsão de implementação	Responsável	Esforço	Monitorização (previsão)
39	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
40	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
41	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
42	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
43	Articular as ações municipais de combate aos períodos de seca com o futura Estratégia Intermunicipal de Combate à Seca (PIAAC, CIM-RC)	3	Nível 2	PIAAC/CIM-RC (integrar)	CMC/CIM-RC	P	Sem prazo definido
44	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
45	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							
46	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
47	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
48	Promover o controlo e a erradicação das espécies exóticas de cariz invasora	3	Nível 3	Em execução	DEJV	P	5 anos
49	Avaliar a condição fitossanitária do património arbóreo Municipal	2	Nível 2	Até 2023	DEJV	P	5 anos
50	Promover as práticas tradicionais de agricultura e de conservação do solo e a agroecologia	3	Nível 2	Até 2023	DEJV/ESAC	P	5 anos

ID	Medidas	Prioridade	Escala	Previsão de implementação	Responsável	Esforço	Monitorização (previsão)
51	Alargar a área das hortas urbanas e implementar a “horta da minha escola”	3	Nível 2	Em execução	DHS/DEJV/DE	P	5 anos
52	Incentivar o consumo de produtos agrícolas de produção local	3	Nível 2	Até 2023	GAI	P	5 anos
53	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
54	Elaborar, em colaboração com os organismos representantes do setor, um manual de boas práticas agro- florestal e de proteção ao solo	3	Nível 2	Até 2023	SMPC/DEVJ	P	5 anos
55	Valorizar ecologicamente os vales fluviais dos rios de Ceira e Fornos e das ribeiras de Coselhas, Cernache, Eiras	1	Nível 1	Até 2025 (em articulação com a APA)	DOAD/DEVJ/DA	G	5 anos
56	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”	3	Nível 2	Até 2025	DEVJ	P	5 anos
A4. MELHORAR A GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS							
57	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
58	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
59	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 35000 clientes); ➤ Reabilitar as condutas e ramais de água; ➤ Melhor a gestão de pressões 	2	Nível 3	Em execução	AC	G	5 anos
60	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

ID	Medidas	Prioridade	Escala	Previsão de implementação	Responsável	Esforço	Monitorização (previsão)
61	Implementar medidas regulamentares de proteção os recursos hídricos superficiais e subterrâneos (aquíferos)	3	Nível 2	PDM (revisão)	DPEE	P	Sem prazo definido
62	Aproveitar das águas pluviais e residuais tratadas para usos não potáveis	3	Nível 3	Até 2025	DOAD	M	5 anos
63	Criar um plano de ação de limpeza, desobstrução, desassoreamento e reposição de margens e 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
64	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
A5. SENSIBILIZAÇÃO E INFORMAÇÃO DA POPULAÇÃO							
65	Criar o Conselho Municipal de Acompanhamento do PMAC	1	Nível 2	Até 2022	CMC	P	4 anos (ciclo autárquico)
66	Criar o plano municipal de educação e sensibilização ambiental, 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
67	Criar um sistema de informação meteorológica online (sito da CMC, paragens dos autocarros), a partir de dados fornecidos pelo IGUC, ESAC, CIM-RC, IPMA	3	Nível 3	Até 2023	DSII/CIC	P	5 anos
68	Implementar a plataforma “A nossa pegada carbónica”	3	Nível 2	Até 2023	DSII/CIC	P	5 anos
69	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
70	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

ID	Medidas	Prioridade	Escala	Previsão de implementação	Responsável	Esforço	Monitorização (previsão)
71	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
72	Promover campanhas de sensibilização para a importância da redução e valorização dos resíduos	3	Nível 2	Em execução	DSA	P	5 anos
73	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
74	Elaborar o plano de comunicação e divulgação do PMAC	3	Nível 2	Até 2023	DPCO	P	5 anos
75	Promover a divulgação dos avisos e medidas sanitárias emanadas pelo ICNF, DRAPC e DGS	3	Nível 2	Até 2023	DPCO	P	5 anos

7.2. Acompanhamento

A implementação do PMAC também deverá ser acompanhado 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
- Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra;
- Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro;
- Universidade 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 e Forças de Segurança;
- Outras entidades de reconhecido mérito

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.

7.3. 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 impactes 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 das emissões dos gases de efeito de estufa (GEE) à escala global. O Acordo de Paris veio estabelecer metas para a redução dessas emissões.

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 efeito de 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”*.

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 2º 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, em relação ao valor normal 1971 – 2000 em Portugal Continental, foi superior a +2,5°C.

Resulta do diagnóstico feito a nível Mundial e das projeções estabelecidas, que é fundamental 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. 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 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 visão 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 2011-2040, 2041-2070, 2070-2100, 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), ressalta:

- 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 anual, podendo a temperatura variar entre +1.7 e 3.9°C, em função do RCP. Aumento do número de dias de Verão ($T_{25} \geq 9^{\circ}\text{C}$), do número de dias com temperaturas muito altas ($T_{35} \geq 9^{\circ}\text{C}$), do número de dias com noites tropicais ($T_{20} \geq 9^{\circ}\text{C}$) 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 o risco de incêndio;
- Aumento da ocorrência de fenómenos extremos de meteorologia adversa, em particular de precipitação excessiva, particularmente 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: a precipitação intensa, as tempestades, tornados e ventos fortes, as temperaturas altas e as ondas de calor. É exetável um agravamento dos seus impactes, nomeadamente: inundações e/ou deslizamento de massas de vertentes; danos nos edifícios, equipamentos, infraestruturas; danos no espaço publico/queda de estruturas e de árvores; danos na rede elétrica e de comunicações; condicionalismos nas vias de circulação e alteração da mobilidade; interrupção 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, 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 gases de efeito estufa, na ordem das 249524,68 ton/CO₂, até 2030.

Assim, e com o objetivo de contribuir, ainda mais, para a redução das emissões de GGE e preparar uma resposta mais competente aos fenómenos climáticos extremos, foram identificadas, para o PMAC, cinco grandes ações estratégicas, que por sua vez integram 75 medidas de mitigação/adaptação, para o presente e para o futuro, que abrangem setores

chaves como a agricultura a biodiversidade a economia a energia as florestas a saúde a segurança de pessoas e bens, os transportes e comunicações, os recursos hídricos, a educação para a cidadania, outros (ordenamento do território, gestão de resíduos, etc), e que se encontram nos quadros resumos que se seguem. As medidas preconizadas irão:

- 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 impactes 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 e no Plano de Emergência e planos setoriais;
- Melhorar o nível de informação à sociedade.

Este documento terá um alcance temporal até 2030, será monitorizado pelos serviços municipais e acompanhado na sua implementação por uma comissão a criar para o efeito.

Num Mundo em que se esgotam os recursos naturais, escasseia a água para consumo humano, os glaciares e as calotes polares derretem, o nível do mar sobe, a perda de biodiversidade é uma constante, avançam as epidemias, a área de solos agricultáveis diminui, as desigualdades entres os povos acentuam-se, a temperatura aumenta, e 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 por veículos 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, campanhas de sensibilização
- M3.** Instalar um sistema de cogeração na cobertura dos edifícios da Guarda Inglesa dos SMTUC
- M4.** Renovar a frota ligeira municipal para veículos elétricos, 50%
- M5.** Aumentar o número de postos de carregamento elétrico, triplicar o número de postos públicos comparados com 2020
- M6.** Dar continuidade ao programa de melhoria do desempenho energético, da climatização e o 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
- 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, ampliando a rede existente, melhorando o seu nível de conforto, instalando meios mecânicos para vencer desníveis acentuados
- M14.** Implementar um sistema de oferta de bicicletas partilhadas – bicicletas ecológicas
- M15.** Dar continuidade ao Plano Municipal de Arborização
- M16.** Aumentar em 30% as áreas verdes urbanas, relativamente ao existente em 2020, recorrendo a espécies autóctones
- M17.** Implementar o sistema de recolha de bio resíduos

A2. REDUZIR A EXPOSIÇÃO A RISCOS CLIMÁTICOS

- M18.** 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 permeabilizados; Atualizar o cadastro da estrutura verde e ecológica municipal; Rever as medidas normativas e regulamentares de ocupação do espaço público faça intensificação de fenómenos de precipitação intensa e vento forte.
- M19.** Plantar, no espaço urbano, espécies arbóreas, que pela natureza da sua copa e da raiz, sejam mais resistentes aos ventos fortes
- M20.** Aumentar a capacidade de resistência aos eventos meteorológicos extremos das infraestruturas de trânsito, mobiliário urbano, sistemas de comunicação, geração e transporte de energia
- M21.** Aumentar a capacidade de resistência/resiliência dos edifícios municipais (novas construções ou reabilitação) aos eventos meteorológicos extremos
- M22.** Promover a prevenção de incêndios, nomeadamente através da análise e modelação/simulação do risco de incêndios florestais
- M23.** Aumentar a capacidade de resposta à ocorrência dos incêndios florestais e rurais e inundações através do aumento dos meios operacionais (terrestres e aquáticos)
- M24.** Desenvolver, em articulação com as entidades competentes (ICNF), um plano de ordenamento florestal para o território de Coimbra
- M25.** 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
- M26.** Criar um prémio de boas práticas florestais (melhor projeto florestal)
- M27.** Modelar hidrologicamente as sub-bacias hidrográficas do território de Coimbra, para determinação do risco de cheias e inundações, e áreas alagáveis
- M28.** Integrar a variável das alterações climáticas nas componentes de planeamento, dimensionamento, gestão, operação e manutenção da rede de drenagem pluvial
- M29.** 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

M30. Identificar e cartografar os efeitos das ilhas de calor no território

M31. Elaborar a cartografia de risco para as temperaturas extremas (ondas de calor e de frio), com identificação da população vulnerável

M32. Implementar um sistema de alerta e um plano de contingência de proteção à população vulnerável, em situações de temperaturas extremas e elevada radiação solar

M33. Integrar a componente das alterações climáticas na Estratégia Municipal de Saúde (em elaboração)

M34. Desenvolver e implementar a "Plataforma Municipal para os Riscos e Catástrofes

M35. 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

M36. Elaborar o Plano de Gestão de Riscos Naturais, Mistos e Tecnológicos

M37. 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.

M38. Melhorar articulação e o nível de informação entre as diferentes entidades com responsabilidades de proteção civil

M39. Melhorar, em 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

M40. Implementar, à escala local, uma rede de monitorização da qualidade do ar, dos UV, dos meteoros, com recurso a dataloggers

M41. Reforçar a sinalética competente para as situações de ocorrência de nevoeiro nos vales do Mondego, Ceira e Fornos.

M42. Elaborar uma nova carta de risco e de suscetibilidade dos deslizamentos de vertentes ou movimentos de massa

M43. Articular as ações municipais de combate aos períodos de seca com o futura Estratégia Intermunicipal de Combate à Seca (PIAAC, CIM-RC)

M44. Reforçar, com as autoridades de saúde, a vigilância dos insetos que transportam doenças

M45. 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

M46. Preservar e promover os parques, os jardins e as matas de Coimbra, enquanto refúgio da população em situações extremas de calor

M47. Preservar a variabilidade e o património genético da flora e fauna autóctone

M48. Promover o controlo e a erradicação das espécies exóticas de cariz invasora

M49. Avaliar a condição fitossanitária do património arbóreo Municipal

M50. Promover as práticas tradicionais de agricultura e de conservação do solo e a agroecologia

M51. Alargar a área das hortas urbanas e implementar a "horta da minha escola"

M52. Incentivar o consumo de produtos agrícolas de produção local

M53. 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)

M54. Elaborar, em colaboração com os organismos representantes do setor, um manual de boas práticas agro- florestal e de proteção ao solo

M55. Valorizar ecologicamente os vales fluviais dos rios de Ceira e Fornos e das ribeiras de Coselhas, Cernache, Eiras

M56. 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

M57. Transformar/convertir o coberto vegetal dos Parques e Jardins, para plantas mais resistentes/resilientes à secura

M58. Implementar sistemas produtivos menos exigentes em água e composto orgânico

M59. 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 35000 cliente; Reabilitar as condutas e ramais de água; Melhor a gestão de pressões

M60. Promover a eficiência do uso da água pelos clientes através da disponibilização de uma APP para consulta dos consumos

M61. Implementar medidas regulamentares de proteção os recursos hídricos superficiais e subterrâneos (aquíferos)

M62. Aproveitar das águas pluviais e residuais tratadas para usos não potáveis

M63. Criar um plano de ação de limpeza, desobstrução, desassoreamento e reposição de margens e motas das linhas de água, acautelando o melhoramento das condições de escoamento em zonas críticas de cheia

M64. 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

M65. Criar o Conselho Municipal de Acompanhamento do PMAC

M66. Criar o plano municipal de educação e sensibilização ambiental, integrando a componente das alterações climáticas, e aspetos como o ciclo urbano da água, biodiversidade, gestão de resíduos, mobilidade sustentável, serviços de ecossistemas, etc.

M67. Criar um sistema de informação meteorológica online (sito da CMC, paragens dos autocarros), a partir de dados fornecidos pelo IGUC, ESAC, CIM-RC, IPMA

M68. Implementar a plataforma “A nossa pegada carbónica”

M69. Elaborar um manual de informação à população sobre os procedimentos e as medidas de autoproteção a observar na ocorrência de eventos meteorológicos

M70. 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

M71. Elaborar manual de orientações técnicas para o aumento da resiliência do edificado aos eventos meteorológicos extremos

M72. Promover campanhas de sensibilização para a importância da redução e valorização dos resíduos

M73. 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

M74. Elaborar o plano de comunicação e divulgação do PMAC

M75. Promover a divulgação dos avisos e medidas sanitárias emanadas pelo ICNF, DRAPC e DGS

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.
Alterações climáticas	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.
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].

Termo	Definição
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 (http://www.cordex.org/).
Efeito estufa	É um processo natural que determina o clima da Terra e faz com que a temperatura da Terra seja superior do que a que seria na ausência 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].
Extremos climáticos	A ocorrência de valores superiores (ou inferiores) a um limiar próximo do valor máximo (ou mínimo) observado (IPCC, 2012).
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
Gás de Efeito de Estufa (GEE)	São os constituintes gasosos da atmosfera, naturais e antropogénicos (derivados de atividade humana), que absorvem e emitem radiação em comprimentos de onda específicos dentro do espectro da radiação terrestre emitida pela superfície do globo terrestre, a própria atmosfera e pelas nuvens. Esta propriedade causa o efeito de estufa. O vapor de água (H ₂ O), dióxido de carbono (CO ₂), óxido nitroso (N ₂ O), metano (CH ₄) e ozono (O ₃) são os principais gases de efeito de estufa da atmosfera do globo terrestre. Além disso, há uma série de gases de efeito estufa inteiramente produzidos pelo homem, como os halocarbonos e outras substâncias que contém cloro e bromo, tratadas de acordo com o Protocolo de Montreal. Para além do CO ₂ , N ₂ O e do CH ₄ , o Protocolo de Quioto lida com o hexafluoreto de enxofre (SF ₆), hidrofluorcarbonetos (HFC) e perfluorcarbonetos (PFC) dos gases de efeito de estufa [IPCC, 2013].
Histórico observado	Corresponde ao conjunto das observações entre 1971 a 2000.
Histórico simulado	É a projeção da resposta do sistema climático sobre emissão ou concentração de gases de efeito estufa e aerossóis, com base em simulações, por modelos climáticos.
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.

Impactos	Efeitos da mudança do clima sobre os sistemas humanos e naturais. Os impactos podem ter resultados benéficos ou adversos para meios de subsistência, saúde e bem-estar, ecossistemas e espécies, serviços, infraestrutura e ativos econômicos, sociais e culturais.
IPCC	IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 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).
Modelo climático global	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	Modelo climático regional é um modelo numérico de previsão do clima para uma região. Habitualmente determinados a partir de GCM (global climatic model), com 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.
Modelo climático	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 [IPCC, 2013].
Modelo climático regional (RCM)	Os RCM 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 (UKCIP, 2013).
Normal climatológica	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. 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. 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, trovoadas, nevoeiro, orvalho e geada.
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 remanescente de carbono	Estimativa cumulativa de emissões antrópicas globais líquidas de CO ₂ a partir de uma determinada data até o momento em que as emissões antrópicas de CO ₂ 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.
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 assunções relacionadas com comportamentos socioeconómicos e tecnológicos no futuro. Estas assunções poderão ou não vir a acontecer estando sujeitas a um grau substancial de incerteza (IPCC, 2012).
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.
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 realizado [IPCC, 2013].
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 [IPCC, 2013].
RCP4.5	É um patamar de estabilização intermediário em que o forçamento radiativo está estabilizado a aproximadamente 4,5Wm ⁻² e 6,0Wm ⁻² após 2100 (o RCP correspondente assume emissões constantes após 2150) [IPCC, 2013].
RCP8.5	é um patamar elevado para cada forçamento radiativo e superior a 8,5 Wm ⁻² em 2100 e continua a aumentar durante algum tempo (o RCP correspondente assume emissões constantes após 2250) [IPCC, 2013].
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.
Risco	A probabilidade de ocorrerem consequências onde algo de valor está em jogo e onde o resultado é incerto, reconhecendo a diversidade dos valores. O risco é muitas vezes

	apresentado como a probabilidade de ocorrência de eventos ou tendências perigosas multiplicadas pelos impactos, se estes eventos ocorrerem ou essas tendências existirem. O risco resulta da interação da vulnerabilidade, exposição e perigos. Neste relatório, 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).
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.
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.
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 [IPCC, 2013].
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.
Orçamento total de carbono	Estimativa cumulativa de emissões antrópicas globais líquidas de CO ₂ do período pré-industrial até o momento em que as emissões antrópicas de CO ₂ 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.

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 MJ, Andrade H, Oliveira S, Festas MJ, Rosa F (2009) Alterações climáticas e desenvolvimento urbano. DGOTDU. Série Política de cidades, 4. (ISBN: 978-972-8569-46-4)
- An indicator-based report
- 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. 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.
- 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;
- Cátia Leal, Nuno Ganho, António M. Rochette Cordeiro Leal (2008). O contributo dos espaços verdes da cidade de Coimbra (Portugal) no topo-clima, microclima e no conforto bioclimático. Cadernos de Geografia, ISSN 0871-1623, Nº. 26-27, 2007-2008, págs. 333-342
- Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016
- 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 Lourenço, 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 nº 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.
- Füssel, H. and Klein R., 2006. Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking. *Climatic Change* 75: 301–329. Sp Fritzsche, Kerstin.
- Füssel, Hans-Martin & Marx, Andreas & Hildén, Mikael & Bastrup-Birk, Annemarie & Louwagie, Geertrui & Wugt-Larsen, Frank & Suk, Jonathan (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.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. 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 (2013). 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, 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, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, 2013.
- IPCC, 2013. *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 (2014). *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 (2014). *Summary for policymakers*. United Kingdom and New York: Cambridge University Press, 2014b.
- IPCC (2018). Relatório especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e respectivas trajetórias de emissão de gases de efeito 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. Disponível no site do IPCC 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
- Kerstin Fritzsche, Stefan Schneiderbauer, Philip Bubeck, Stefan Kienberger, Mareike Buth, Marc Zebisch y Walter Kahlenborn (2014) *El Libro de la Vulnerabilidad Concepto y lineamientos para la evaluación estandarizada de la vulnerabilidade*. https://www.adaptationcommunity.net/?wpfb_dl=269.
- LOURENÇO, Luciano (2007) – Riscos Naturais, Antrópicos e Mistos. *Territorium*, 14, Coimbra
- Marques D, Ganho N, 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. Santos, F. (2005) – Cheias em áreas urbanas- A zona de intervenção do Programa Polis em Coimbra. *Territorium*, nº12. Pp29.53.
- Mateus, Carla & Cunha, Lúcio & Nossa, Paulo. (2014). Ondas de calor e ondas de frio em Coimbra: impactes na mortalidade da população. 10.13140/RG.2.1.3163.0167.
- Mateus P. (2014). Ondas de calor e ondas de frio em Coimbra: impactes na mortalidade da população. Coimbra: [s.n.], 2014. Dissertação de Mestrado. Disponível na WWW: <http://hdl.handle.net/10316/27650>.

- MENDES, José Manuel (2009) – Social vulnerability indexes as planning tools: beyond the preparedness paradigm, in *Journal of Risk Research*, Routledge, Londres
- MENDES, José Manuel e TAVARES, Alexandre (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, Adélia & Pinho, João & Ganho, Nuno. (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; 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, 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, 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.
- João Pardal, Lúcio Cunha, Alexandre Oliveira Tavares, Pedro Pinto Santos (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, Tavares A.O, Santos P.P. Leitão L. (2019). *Contribution of the intermediate hydrographic basin of mondego river for the tributary flows to coimbra in floods events*. 3Rd international meeting, Terretirial Cohesion. 2030 Agenda for Sustainable Development. Universidade de Coimbra 26 to 28 September, 2019. PP112-113: 135.
- Pardal J., Cunha, L., 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 MARTORELLET al, *Safety, Reliability an risk analysis: Theory, methods and applications*, Taylor & Francis Group, Londres
- Rebello, Fernando (1997) – “Risco e crise nas inundações rápidas em espaço urbano. Alguns exemplos portugueses analisados a diferentes escalas”, *Territorium*, Coimbra, 4, p. 29-47.
- Rebello, Fernando (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 J S; Marques J A S; Simões N E; Mendes P A (2013). *Modelação numérica de cheias fluviais e urbanas na bacia do Mondego*. Riscos naturais, antrópicos e mistos. Homenagem ao Professor Doutor Fernando Rebello. 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 (editors), *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;
- 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. O & Soares, A.F. (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, Alexandre e CUNHA, Lúcio (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, Alexandre (2010) – “Riscos Naturais e Ordenamento do Território – Modelos, Práticas e Políticas Públicas a partir de uma Reflexão para a Região Centro de Portugal”. *Prospectiva e Planeamento*, Vol. 17, p. 33-55.
- Tavares, A.O., Barros, L.R., Santos, P., & Zêzere, J.L. (2013). Desastres naturais de origem hidro-geomorfológica 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
- UKCIP - The UKCIP Adaptation Wizard v 4.0. UKCIP, Oxford, 2013.

Legislação

- 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.

Documentos de consultados

- Acordo de Paris; o Pacote Energia-Clima para 2030 da União Europeia;
- Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas;
- Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC 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://climate-adapt.eea.europa.eu/;](https://climate-adapt.eea.europa.eu/)
[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://nacoesunidas.org/tema/agenda2030/;](https://nacoesunidas.org/tema/agenda2030/)
<https://vancouver.ca/green-vancouver/climate-change-adaptation-strategy.aspx>
[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/pt;](https://www.eea.europa.eu/pt)
<https://www.eea.europa.eu/pt/pressroom/newsreleases/evidencia-das-alteracoes-climaticas-em>
[https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/;](https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/)
[https://www.ukcip.org.uk/wizard/about-the-wizard/;](https://www.ukcip.org.uk/wizard/about-the-wizard/)
www.climadapt-local.pt

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/>);
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>);



CÂMARA MUNICIPAL
DE
COIMBRA