

a. . .
. . m. área
. l. . metropolitana
de lisboa

plano metropolitano de adaptação às alterações climáticas

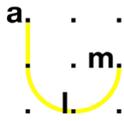


Volume II Avaliação de Impactes e de Vulnerabilidades

P052 | Rev.03 | 17.07.2019

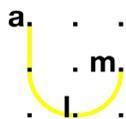
Cofinanciado por:



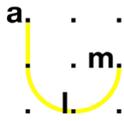


Índice

1. Introdução	17
2. Metodologia	23
2.1. Identificação e Avaliação de Riscos Climáticos Atuais e Futuros.....	23
2.2. Avaliação da Sensibilidade a Estímulos Climáticos.....	29
2.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa.....	31
2.4. Identificação dos Impactes Climáticos Atuais.....	34
2.5. Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Atuais e Futuras.....	35
3. Riscos Climáticos	43
3.1. Incêndios rurais/florestais.....	43
3.2. Erosão do solo.....	45
3.3. Instabilidade de vertentes.....	48
3.4. Cheias e inundações.....	50
3.5. Inundações e galgamentos costeiros, erosão litoral e recuo de arribas.....	56
3.6. Calor excessivo.....	60
3.7. Seca meteorológica.....	62
3.8. Tempestades de vento.....	64
4. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas	67
4.1. Introdução.....	67
4.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos.....	67
4.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa.....	74
4.4. Identificação dos Impactes Climáticos Atuais.....	78
4.5. Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Atuais.....	85
4.6. Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Futuras.....	95
5. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas ‘Agricultura e Florestas’	107
5.1. Introdução.....	107
5.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos.....	108
5.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa.....	112
5.4. Identificação de Impactes e Avaliação da Vulnerabilidades Climáticas Atuais.....	117
5.5. Identificação de Impactes e Avaliação de Vulnerabilidades Climáticas Futuras.....	121
6. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas ‘Biodiversidade e Paisagem’	133
6.1. Introdução.....	133
6.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos.....	134
6.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa.....	137
6.4. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Atuais.....	142
6.5. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Futuras.....	148
7. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas ‘Economia’	155
7.1. Introdução.....	155
7.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos.....	156
7.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa.....	161



7.4. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Atuais	166
7.5. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Futuras.....	173
8. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas ‘Energia e Segurança Energética’	185
8.1. Introdução	185
8.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos	188
8.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa	196
8.4. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Atuais	204
8.5. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Futuras.....	205
9. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas ‘Recursos Hídricos’	213
9.1. Introdução	213
9.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos	214
9.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa	221
9.4. Identificação de Impactes e Vulnerabilidades Climáticas Atuais	226
9.5. Identificação de Impactes e Vulnerabilidades Climáticas Futuras	230
10. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas ‘Saúde Humana’	237
10.1. Introdução	237
10.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos.....	240
10.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa	241
10.4. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Atuais	245
10.5. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Futuras	256
11. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas ‘Segurança de Pessoas e Bens’.....	263
11.1. Introdução	263
11.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos.....	264
11.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa	267
11.4. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Atuais	270
11.5. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Futuras	274
12. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas ‘Transportes e Comunicações’	283
12.1. Introdução	283
12.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos.....	285
12.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa	289
12.4. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Atuais	294
12.5. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Futuras	297
13. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas ‘Zonas Costeiras e Mar’	305
13.1. Introdução	305
13.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos.....	307
13.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa	310
13.4. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Atuais	319
13.5. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Futuras	324
14. Bibliografia	329
Ficha Técnica - Equipa PMAAC-AML	337



Índice de tabelas

Tabela 1. Métodos utilizados na avaliação de riscos climáticos na AML	23
Tabela 2. Definição das classes de suscetibilidade de vento forte na AML	28
Tabela 3. Indicadores de sensibilidade a estímulos climáticos analisados, por tipo de risco	29
Tabela 4. Matriz de construção dos índices de vulnerabilidade climática atual e futura.....	37
Tabela 5. Principais indicadores de capacidade adaptativa, por municípios da AML	75
Tabela 6. Índice de capacidade adaptativa, por municípios da AML	76
Tabela 7. Síntese dos eventos climáticos extremos registados na AML, entre 2000 e 2018	79
Tabela 8. Síntese dos impactes dos eventos climáticos extremos registados na AML, entre 2000 e 2018	80
Tabela 9. Avaliação da importância das consequências dos eventos climáticos extremos registados na AML, entre 2000 e 2018	81
Tabela 10. Avaliação da eficácia da resposta às consequências dos eventos climáticos extremos registados na AML, entre 2000 e 2018	81
Tabela 11. Indicadores de capacidade adaptativa para o sector 'Agricultura e florestas', por município, em 2016.....	113
Tabela 12. Síntese das ações/respostas mais frequentes para o sector 'Agricultura e florestas'.....	115
Tabela 13. Identificação das entidades responsáveis pelo planeamento e execução da resposta para o sector 'Agricultura e florestas'	116
Tabela 14. Síntese dos resultados do perfil dos impactes climáticos para o sector 'Agricultura e florestas'	117
Tabela 15. Apresentação dos principais eventos com impactes no sector 'Agricultura e florestas'.....	120
Tabela 16. Síntese de principais impactes futuros para o sector 'Agricultura e florestas'	123
Tabela 17. Matriz de avaliação do risco climático sectorial 'Agricultura e florestas'	127
Tabela 18. Proporção de superfície das áreas protegidas (%) por Localização geográfica (NUTS - 2013), em 2016.....	139
Tabela 19. Identificação de responsáveis pelo planeamento e execução da resposta para o sector 'Biodiversidade e Paisagem'	141
Tabela 20. Síntese das ações/respostas mais frequentes para o sector 'Biodiversidade e Paisagem'	141
Tabela 21. Síntese dos resultados do Perfil dos Impactes Climáticos para o sector 'Biodiversidade e Paisagem'	142
Tabela 22. Habitats com maior suscetibilidade à invasão da Acacia saligna nas dunas do município de Sesimbra	145
Tabela 23. Apresentação dos principais eventos com impacto no sector 'Biodiversidade e Paisagem'.....	147
Tabela 24. Síntese de principais impactes futuros para o sector 'Biodiversidade e Paisagem'	149
Tabela 25. Matriz de avaliação do risco climático sectorial 'Biodiversidade e Paisagem'	150
Tabela 26. Indicadores de capacidade adaptativa para o Sector 'Economia', por município, 2016	161
Tabela 27. Síntese das ações/respostas mais frequentes para o sector 'Economia'	163
Tabela 28. Identificação de responsáveis pelo planeamento e execução da resposta para o sector 'Economia'.....	164
Tabela 29. Planos de Emergência Externo (PEExt) de áreas e unidades industriais na AML	165
Tabela 30. Síntese dos resultados do Perfil dos Impactes Climáticos para o sector 'Economia'	167
Tabela 31. Apresentação dos principais eventos com impacto no sector 'Economia'.....	171
Tabela 32. Síntese de principais impactes futuros para o sector 'Economia'.....	176
Tabela 33. Matriz de avaliação do risco climático sectorial 'Economia'	178
Tabela 34. Indicadores de "capacidade adaptativa, por município" para o subsector 'Segurança Energética' - infraestruturas de produção, transporte e distribuição	197
Tabela 35. Indicadores de "capacidade adaptativa" para o Sector 'Energia e Segurança Energética', por município.....	199
Tabela 36. Índice de 'necessidade adaptativa' para o Sector 'Segurança Energética', por município	200
Tabela 37. Síntese das ações/respostas mais frequentes para o sector 'Energia e Segurança Energética'	202
Tabela 38. Identificação de responsáveis pelo planeamento e execução da resposta para o sector 'Energia e Segurança Energética'	202
Tabela 39. Síntese dos resultados do Perfil dos Impactes Climáticos para o sector 'Energia e Segurança Energética'	204
Tabela 40. Apresentação dos principais eventos com impacto no sector 'Energia e Segurança Energética'.....	205
Tabela 41. Síntese dos principais impactes futuros para o sector 'Energia e Segurança Energética'	207
Tabela 42. Matriz de avaliação do risco climático sectorial 'Energia e Segurança Energética'	209

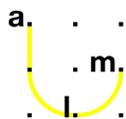


Tabela 43. Variação da recarga e dos níveis médios para os aquíferos da AML abrangidos pelo projeto BINGO, em cenários de alterações climáticas para o horizonte temporal de 2024.....	217
Tabela 44. Indicadores de capacidade adaptativa para o Sector 'Recursos Hídricos', por município.....	224
Tabela 45. Identificação de responsáveis pelo planeamento e execução da resposta para o sector 'Recursos Hídricos' ..	226
Tabela 46. Apresentação dos principais eventos com impacte no sector 'Recursos Hídricos'	229
Tabela 47. Síntese de principais impactes futuros para o sector 'Recursos Hídricos'	231
Tabela 48. Matriz de avaliação do risco climático sectorial 'Recursos hídricos'	232
Tabela 49. Indicadores de capacidade adaptativa para o Sector 'Saúde', por município, 2011.....	242
Tabela 50. Síntese das ações/respostas mais frequentes para o sector 'Saúde'	243
Tabela 51. Identificação de responsáveis pelo planeamento e execução da resposta para o sector 'Saúde'	244
Tabela 52. Síntese dos resultados do Perfil dos Impactes Climáticos para o sector 'Saúde'	255
Tabela 53. Apresentação dos principais eventos com impacte no sector 'Saúde'	255
Tabela 54. Síntese de principais impactes futuros para o sector 'Saúde humana'	257
Tabela 55. Matriz de avaliação do risco climático sectorial 'Saúde humana'.....	258
Tabela 56. Sensibilidade a estímulos climáticos por município da Área Metropolitana de Lisboa para a população (Pop), Edifícios (Ed) e Alojamentos (Al)	266
Tabela 57. Indicadores de capacidade adaptativa para o Sector 'Segurança de Pessoas e Bens', por município	268
Tabela 58. Síntese das ações/respostas mais frequentes para o sector 'Segurança de Pessoas e Bens'	269
Tabela 59. Identificação de responsáveis pelo planeamento e execução da resposta para o sector 'Segurança de Pessoas e Bens'	270
Tabela 60. Síntese dos resultados do Perfil dos Impactes Climáticos para o sector 'Segurança de Pessoas e Bens'	271
Tabela 61. Apresentação dos principais eventos com impacte no sector 'Segurança de Pessoas e Bens'	273
Tabela 62. Síntese de principais impactes futuros para o sector 'Segurança de Pessoas e Bens'.....	276
Tabela 63. Matriz de avaliação do risco climático sectorial 'Segurança de Pessoas e Bens'	278
Tabela 64. Indicador de Capacidade adaptativa para o sector 'Transportes e Comunicações'	289
Tabela 65. Distribuição da população em relação às zonas de cheia identificadas.....	291
Tabela 66. Resultados do Indicador de Capacidade Adaptativa para o sector 'Transportes e Comunicações' transmitida pela percentagem populacional afetada	291
Tabela 67. Em caso de evento climático extremo, passageiros impedidos de aceder à rede de transporte nas zonas assinaladas como críticas; 'Transportes e Comunicações'	292
Tabela 68. Síntese das ações/respostas mais frequentes para o sector 'Transportes e Comunicações'	293
Tabela 69. Identificação de responsáveis pelo planeamento e execução da resposta para o sector 'Transportes e Comunicações'	293
Tabela 70. Síntese dos resultados do Perfil dos Impactes Climáticos para o sector 'Transportes e Comunicações'	294
Tabela 71. Apresentação dos principais eventos com impacte no sector 'Transportes e Comunicações'	295
Tabela 72. Síntese de principais impactes futuros para o sector 'Transportes e Comunicações'	299
Tabela 73. Matriz de avaliação do risco climático sectorial 'Transportes e Comunicações'.....	300
Tabela 74. Comprimentos da linha de costa da Área Metropolitana de Lisboa, por município	309
Tabela 75. Tipologia de ocupação.....	310
Tabela 76. Síntese das ações/respostas mais frequentes para o sector 'Zonas Costeiras e Mar'.....	311
Tabela 77. Síntese das intervenções e dos investimentos em defesa costeira na AML, executados entre 2003 e 2017 e projetados até 2023.....	313
Tabela 78. População residente em áreas de risco e numa área de influência de 500 metros nas freguesias costeiras da AML.....	315
Tabela 79. Dez freguesias com mais população residente numa área de influência de 500 metro de uma zona de risco, relativamente ao total da própria freguesia	316
Tabela 80. População "em risco" com mais de 65 anos.....	317
Tabela 81. Análise da educação formal da população "em risco".	318
Tabela 82. Identificação de responsáveis pelo planeamento e execução da resposta para o sector 'Zonas Costeiras e Mar'	318
Tabela 83. Síntese dos resultados do Perfil dos Impactes Climáticos para o sector 'Zonas Costeiras e Mar'	319
Tabela 84. Apresentação dos principais eventos com impacte no sector 'Zonas Costeiras e Mar'	322
Tabela 85. Resumo de ocorrências registadas na AML causadas pela tempestade Hércules	323

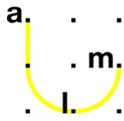


Tabela 86. Síntese de principais impactes futuros para o sector 'Zonas Costeiras e Mar'.....	326
Tabela 87. Matriz de avaliação do risco climático sectorial 'Zonas Costeiras e Mar'	326

Índice de figuras

Figura 1. Fatores relevantes para a determinação da vulnerabilidade climática.....	36
Figura 2. Abordagem metodológica para identificação e avaliação de vulnerabilidades climáticas atuais e futuras	36
Figura 3. Territorialização do perigo atual de incêndio rural /florestal.....	44
Figura 4. Suscetibilidade atual ao perigo de incêndio rural/florestal	44
Figura 5. Suscetibilidade futura ao perigo de incêndio rural/florestal.....	45
Figura 6. Territorialização do perigo atual de erosão hídrica do solo.....	46
Figura 7. Suscetibilidade atual ao perigo de erosão hídrica do solo.....	47
Figura 8. Suscetibilidade futura ao perigo futuro de erosão hídrica do solo.....	47
Figura 9. Territorialização do perigo atual de instabilidade de vertentes	49
Figura 10. Suscetibilidade atual ao perigo de instabilidade de vertentes.....	49
Figura 11. Suscetibilidade futura ao perigo de instabilidade de vertentes	50
Figura 12. Territorialização do perigo atual de cheia e inundação.....	53
Figura 13. Suscetibilidade atual ao perigo de cheia rápida.....	53
Figura 14. Suscetibilidade futura ao perigo de cheia rápida	54
Figura 15. Suscetibilidade atual ao perigo de cheia progressiva	54
Figura 16. Suscetibilidade futura ao perigo de cheia progressiva.....	55
Figura 17. Suscetibilidade atual ao perigo de inundação estuarina.....	55
Figura 18. Suscetibilidade futura ao perigo de inundação estuarina.....	56
Figura 19. Territorialização do perigo atual de galgamento / erosão, em litoral arenoso e litoral de arriba	57
Figura 20. Suscetibilidade atual ao perigo de galgamento / erosão em litoral baixo arenoso	58
Figura 21. Suscetibilidade futura ao perigo de galgamento / erosão em litoral baixo arenoso.....	58
Figura 22. Suscetibilidade atual ao perigo de erosão e recuo de arriba em litoral de arriba	59
Figura 23. Suscetibilidade futura ao perigo de erosão e recuo de arriba em litoral de arriba.....	59
Figura 24. Suscetibilidade atual ao perigo de calor excessivo.....	60
Figura 25. Suscetibilidade atual ao perigo de calor excessivo.....	61
Figura 26. Suscetibilidade futura ao perigo de calor excessivo	61
Figura 27. Suscetibilidade atual ao perigo de seca meteorológica	62
Figura 28. Suscetibilidade atual ao perigo de seca meteorológica	63
Figura 29. Suscetibilidade futura ao perigo de seca meteorológica.....	63
Figura 30. Suscetibilidade atual ao perigo de vento forte	64
Figura 31. Suscetibilidade atual ao perigo de vento forte.....	65
Figura 32. Suscetibilidade futura ao perigo de vento forte.....	65
Figura 33. Índice de sensibilidade a incêndios rurais/florestais	69
Figura 34. Índice de sensibilidade a cheias e inundações (cheias rápidas, cheias progressivas e inundações estuarinas).....	69
Figura 35. Índice de sensibilidade a inundações e galgamentos costeiros em litoral arenoso e a erosão/recuo de arribas.....	70
Figura 36. Índice de sensibilidade a erosão hídrica.....	71
Figura 37. Índice de sensibilidade a instabilidade de vertentes	72
Figura 38. Índice de sensibilidade ao calor excessivo	72
Figura 39. Índice de sensibilidade a seca meteorológica	73
Figura 40. Índice de sensibilidade a tempestades de vento	74
Figura 41. Peso relativo do número de consequências geradas por cada tipo de evento climático extremo, em cada município da AML (%) (continua).....	83
Figura 42. Peso relativo do número de consequências geradas por cada tipo de evento climático extremo, em cada município da AML (%) (continuação).....	84

Figura 43. Índice de vulnerabilidade atual a incêndios rurais/florestais na AML	86
Figura 44. Índice de vulnerabilidade atual a cheias rápidas na AML	87
Figura 45. Índice de vulnerabilidade atual a cheias progressivas na AML	87
Figura 46. Índice de vulnerabilidade atual a inundações estuarinas na AML	88
Figura 47. Índice de vulnerabilidade atual a inundações e galgamentos costeiros na AML	89
Figura 48. Índice de vulnerabilidade atual a erosão litoral e recuo de arribas na AML	90
Figura 49. Índice de vulnerabilidade atual a erosão hídrica na AML	90
Figura 50. Índice de vulnerabilidade atual a instabilidade de vertentes na AML	92
Figura 51. Índice de vulnerabilidade atual a calor excessivo na AML	93
Figura 52. Índice de vulnerabilidade atual a seca meteorológica na AML	94
Figura 53. Índice de vulnerabilidade atual a tempestades de vento na AML	95
Figura 54. Índice de vulnerabilidade futura a incêndios rurais/florestais na AML	98
Figura 55. Índice de vulnerabilidade futura a cheias rápidas na AML	98
Figura 56. Índice de vulnerabilidade futura a cheias progressivas na AML	99
Figura 57. Índice de vulnerabilidade futura a inundações estuarinas na AML	99
Figura 58. Índice de vulnerabilidade futura a inundações e galgamentos costeiros na AML	100
Figura 59. Índice de vulnerabilidade futura a erosão litoral e recuo de arribas na AML	100
Figura 60. Índice de vulnerabilidade futura a erosão hídrica na AML	101
Figura 61. Índice de vulnerabilidade futura a instabilidade de vertentes na AML	102
Figura 62. Índice de vulnerabilidade futura a calor excessivo na AML	103
Figura 63. Índice de vulnerabilidade futura a seca meteorológica na AML	104
Figura 64. Índice de vulnerabilidade futura a tempestades de vento na AML	105
Figura 65. Distribuição territorial da SAU na AML – proporção em cada município em relação ao total de SAU da AML Distribuição territorial da superfície florestal na AML – proporção de superfície florestal em cada município, em relação ao total da AML	110
Figura 66. Evolução do risco climático para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector 'Agricultura e florestas'	129
Figura 67. Evolução do risco climático para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector 'Biodiversidade e Paisagem'	151
Figura 68. Valor acrescentado bruto no comércio e dos serviços, por Município	156
Figura 69. Evolução do risco climático para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector 'Economia'	180
Figura 70. Procura de energia: eletricidade no distrito de Lisboa em 2016	186
Figura 71. Evolução do consumo de energia elétrica na AML (1994-2016)	189
Figura 72. Evolução do consumo de energia <i>per capita</i> na AML (2001-2016)	190
Figura 73. Sensibilidade do consumo de energia elétrica do sector doméstico a fatores climáticos e socioeconómicos (2000-2016)	192
Figura 74. Indicadores de sensibilidade climática: Consumo de energia elétrica no sector doméstico por residente (2000-2016)	192
Figura 75. Indicadores de sensibilidade climática: Consumo de gás natural total por residente (2000-2016)	193
Figura 76. Indicadores de sensibilidade climática: Consumo de energia elétrica no sector não-doméstico por volume de negócios (2000-2016)	193
Figura 77. Principais linhas de transporte de energia elétrica (V>150 KV) na AML	194
Figura 78. Centrais de produção de energia elétrica proveniente de Fontes de Energia Renovável na AML	194
Figura 79. Áreas onde se localizam as principais infraestruturas associadas à segurança energética	195
Figura 80. Valoração e consenso sobre os fatores que melhor contribuem na AML para a capacidade adaptativa às alterações climáticas	201
Figura 81. Evolução do risco climático para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector 'Energia e Segurança Energética'	210
Figura 82. Massas de água subterrâneas da AML	215
Figura 83. Evolução da intrusão salina em condições de subida do nível do mar e de não exploração do aquífero	218
Figura 84. Bacias hidrográficas dos cursos de águas superficiais interiores da AML (Sub-bacias do Tejo e Ribeiras costeiras)	219

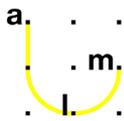
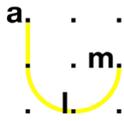
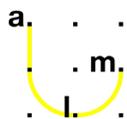


Figura 85. Sensibilidade dos recursos hídricos aos estímulos climáticos: a) águas subterrâneas e b) águas superficiais.	220
Figura 86. Volume de água distribuído para abastecimento público em 2017.	221
Figura 87. Variação do nível piezométrico nos aquíferos na área metropolitana.	228
Figura 88. Intrusão salina nos aquíferos na área metropolitana.	229
Figura 89. Evolução do risco climático para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector 'Recursos Hídricos'.	233
Figura 90. ACES na região da ARSLVT.	239
Figura 91. Habitantes por centro de saúde.	243
Figura 92. Percentagem de população sem ar condicionado.	243
Figura 93. Mortalidade diária na AML e ocorrência de ondas de calor.	246
Figura 94. Índice cumulativo de vulnerabilidade ao calor na AML.	247
Figura 95. Número de excedências e concentração média diária de PM10 em algumas estações na AML (2001-2016).	248
Figura 96. Estimativas da mortalidade por doenças associadas ao calor (esquerda) e ao frio (direita) no Reino Unido para diferentes horizontes temporais.	250
Figura 97. Probabilidade de excesso de mortalidade no inverno na AML.	251
Figura 98. Evolução do risco climático para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector 'Saúde humana'.	259
Figura 99. Ocorrências hidro-geomorfológicas identificadas no território metropolitano, no período 1865-2010.	264
Figura 100. Evolução do risco climático para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector 'Segurança de Pessoas e Bens'.	280
Figura 101. Rede viária e ferroviária metropolitana.	284
Figura 102. Rede metroviária e fluvial.	284
Figura 103. Sobreposição da rede viária com os riscos identificados para o sector Transportes.	286
Figura 104. Riscos a que a Rede Ferroviária e Metropolitano estão expostos a norte do território metropolitano.	288
Figura 105. Riscos a que a Rede Ferroviária e Metropolitano estão expostos a sul do território metropolitano.	289
Figura 106. Intersecções de base à estimativa de população exposta ao risco de cheias; 'Transportes e Comunicações'.	290
Figura 107. Evolução do risco climático para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector 'Transportes e Comunicações'.	301
Figura 108. Evolução temporal das intervenções e investimentos em defesa costeira.	313
Figura 109. Evolução do risco climático para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector 'Zonas Costeiras e Mar'.	327

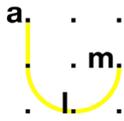


Siglário

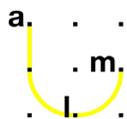
%	Percentagem
€	Euro
>, <, =	Maior, menor, igual
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	microgramas/metro cúbico
ACES	Agrupamentos de Centros de Saúde
AE	Autoestrada
Al	Alojamentos
AML	Área Metropolitana de Lisboa
AMN	Autoridade Marítima Nacional
ANF	Água Não Faturada
ANPC	Autoridade Nacional de Proteção Civil
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
ARH	Administração da Região Hidrográfica
ARS LVT	Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo
BVM	Bombeiros Voluntários Municipais
cf.	Do latim <i>confer</i> (confronte, confira, confirme)
CCO	Centro Coordenador Operacional
CDOS-L	Comando Distrital de Operações de Socorro de Lisboa
CDOS-S	Comando Distrital de Operações de Socorro de Setúbal
CEDRU	Centro de Estudos de Desenvolvimento Regional e Urbano
CH ₄	Metano
CM	Câmaras Municipais
CO	Monóxido de carbono
COS	Carta de Uso e Ocupação do Solo
COVs	Compostos orgânicos voláteis
CP	Comboios de Portugal, E.P
CVP	Cruz Vermelha Portuguesa
DGADR	Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural
DGEG	Direção-Geral de Energia e Geologia
DGS	Direção-Geral de Saúde
DGT	Direção-Geral do Território
DL	Decreto-Lei
DRAP	Direção Regional de Agricultura e Pescas
DRAP-LVT	Direção Regional de Agricultura e Pescas de Lisboa e Vale do Tejo
e.g.	Do latim <i>exempli gratia</i> (por exemplo)
Ed	Edifícios
EDP	Energias de Portugal



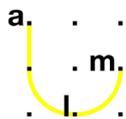
EHF	<i>Excess Heat Factor</i>
EMI	Excesso de mortalidade no Inverno
ENAAC	Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas
ERSAR	Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
Etc.	Do latim <i>et cetera</i> ou <i>et caetera</i> (quanto ao mais, de resto)
EUR	Euro
FER	Fontes de Energia Renovável
GEE	Gases com Efeito de Estufa
GNR- GIPS	Guarda Nacional Republicana - Grupo de Intervenção Proteção e Socorro
h/hr	horas
ha	hectares
Hab.	Habitantes
IC	Itinerário Complementar
ICI	Índice de conhecimento infraestrutural
ICN	Infraestrutura Crítica Nacional
ICNF	Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P.,
IGOT	Instituto de Geografia e Ordenamento do Território
INAG	Instituto da Água
INE	Instituto Nacional de Estatística
INEM	Instituto Nacional de Emergência Médica
IP	Itinerário Principal
IP, EP	Infraestruturas de Portugal, EP
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera, IP
ISN	Instituto de Socorro a Náufragos
km	Quilómetro
km/h	Quilómetros/hora
kWh	Quilowatt-hora
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
LR	<i>Likelihood Ratio</i>
m	Metro
m/s	Metro por segundo
m ²	Metro quadrado
MAM	Ministério da Agricultura e do Mar
MARL	Mercado Abastecedor da Região de Lisboa
MDT	Modelo Digital de Terreno



mm	Milímetros
mm/h	Milímetros /hora
MW	Megawatt
N.º/ n.º	Número
nd	Não disponível
NMGM	Nível Médio Global do Mar
NO ₂	Dióxido de azoto
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration - EUA
NO _x	Óxidos de nitrogénio
NUTS	Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos
NZEB	<i>nearly zero energy buildings</i>
°C	Grau celsius
O ₃	Ozono troposférico
PEExt	Plano de Emergência Externo
PGRI	Planos de Gestão de Riscos de Inundações
PIC	Perfil de Impactes Climáticos
PIS	Parque Industrial do Seixal
PM	Partículas suspensas
PMAAC-AML	Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas da Área Metropolitana de Lisboa
PMDFCI	Planos Municipais de Defesa da Floresta contra Incêndios
PMEPC	Planos Municipais de Emergência de Proteção Civil
POC-ACE	Programa da Orla Costeira Alcobça – Cabo Espichel
Pop	População
PORDATA	Base de Dados Portugal Contemporâneo
PSP	Polícia de Segurança Pública
RCP	<i>Representative Concentration Pathways</i>
REN	Reserva Ecológica Nacional
REN	Redes Energéticas Nacionais
RGA	Recenseamento Geral Agrícola
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SAU	Superfície Agrícola Utilizada
SIARL	Sistema de Administração do Recurso Litoral
SIC	Sítios de Interesse Comunitário
SICO	Sistema de Informação dos Certificados de Óbito
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SMAS	Serviços Municipalizados de Água e Saneamento
SMPC	Serviços Municipais de Proteção Civil
SNS	Serviço Nacional de Saúde



SPI	<i>Standardized Precipitation Index</i>
TI	Transporte individual
TIS	Transportes Inovação e Sistemas
Tmax	Temperatura Máxima
TP	Transporte público
U.F.	União das Freguesias
UE	União Europeia
UKCIP	<i>United Kingdom Climate Impacts Programme</i>
UMC	Unidades Morfoclimáticas
URCH	Unidades de Resposta Climática Homogénea
USGS	<i>United States Geological Survey</i>
UTCI	<i>Universal Thermal Climate Index</i>
VAB	Valor Acrescentado Bruto
W	<i>watt</i>
ZAC	Zona Ameaçada por Cheias
zo	Rugosidades aerodinâmicas
ZPE	Zonas de Proteção Especial



adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 1. Introdução

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo de Coesão



1. Introdução

O presente documento constitui o ‘Volume II – Avaliação de impactes e de vulnerabilidades’, elaborado no âmbito do Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas da Área Metropolitana de Lisboa (PMAAC-AML).

Os impactes das alterações climáticas podem afetar a globalidade das sociedades e dos sectores públicos e económicos a diversas escalas (mundial, europeia, nacional, regional e local). Neste quadro, nos últimos anos, a preocupação com o aumento do conhecimento científico e com a definição das melhores respostas para a redução das vulnerabilidades às alterações climáticas tornou-se uma das prioridades das políticas públicas. Não só com o objetivo de lidar com os riscos climáticos, mas também para preparar a economia para as mudanças de contexto, especialmente as atividades que dependem de sectores sensíveis ao clima, como a agricultura, as florestas ou os recursos hídricos. Assim, a adaptação às alterações climáticas é, atualmente, um dos principais desafios da Humanidade, estando na vanguarda da agenda das políticas de desenvolvimento sustentável um pouco por todo o Mundo.

Conforme expresso pelo ‘Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas’ (IPCC, 2014), “a adaptação é um processo pelo qual os indivíduos, as comunidades e os países procuram lidar com as consequências das alterações climáticas, incluindo a sua variabilidade, com vista a minimizar os danos e a explorar as oportunidades”.

Ao longo da história, pessoas e atividades adaptaram-se às mudanças das condições dos contextos onde viviam ou atuavam, incluindo as mudanças climáticas naturais de longo prazo. A novidade com que as sociedades atuais se confrontam é, por um lado, o facto de as mudanças estarem a ocorrer num intervalo de tempo relativamente curto e, por outro lado, existir a preocupação em incorporar o risco climático futuro na formulação das políticas, tentando minimizar o seu impacte negativo e/ou potenciar o melhor aproveitamento das oportunidades.

Neste quadro, o PMAAC-AML representa um instrumento fundamental para preparar a comunidade metropolitana, nomeadamente as instituições, os cidadãos e os seus atores estratégicos – públicos e privados – para o caminho adaptativo que é necessário iniciar, começando pela adaptação à variabilidade climática de curto prazo e aos eventos extremos, com o objetivo de, a longo prazo, reduzir a vulnerabilidade às mudanças climáticas.

Assume-se, igualmente, como um instrumento fundamental para, por um lado, concretizar as estratégias europeia e nacional de adaptação às alterações climáticas, criando condições para a sua operacionalização à escala regional, com as necessárias transposições e ajustamentos e, por outro, enquadrar o planeamento adaptativo local – a promover por cada um dos municípios, segundo

as suas opções estratégicas – definindo uma abordagem que potencie sinergias no conhecimento das vulnerabilidades e na concretização de opções de adaptação de âmbito intermunicipal.

Assim, o Plano Metropolitano pretende apoiar e complementar o planeamento adaptativo municipal, facilitando a sua concretização através: da sistematização de conhecimento climático; da definição de abordagens de adaptação; da sinalização das formas de integração no planeamento local; da capacitação dos técnicos municipais; e, da sensibilização e mobilização da comunidade em geral.

Deste modo, pretende reduzir a vulnerabilidade climática no território metropolitano e promover a adaptação, nomeadamente:

- Identificando as vulnerabilidades atuais e futuras do território, dos sectores e das suas populações;
- Definindo e priorizando as opções e medidas de adaptação sectorial a executar no curto/médio prazo;
- Identificando os meios e as ações necessários à adaptação, de forma coerente e integrada;
- Definindo as medidas para a integração da adaptação nas políticas sectoriais, nomeadamente em dimensões estratégicas relevantes (ordenamento do território e recursos hídricos);
- Estabelecendo o processo de monitorização continuada do Plano, que permita conhecer e avaliar resultados, informando regularmente o decisor, de forma a promover ajustamentos e melhorando a resposta (adequada e atempada) às potenciais necessidades emergentes; e,
- Sensibilizando os diversos atores para a necessidade de promover a adaptação.

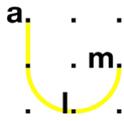
O presente Volume tem como referência de partida o cenário base de adaptação, apresentado no Volume I, fazendo-se uma identificação e avaliação dos impactes e das vulnerabilidades climáticas, atuais e futuras, no território metropolitano e para cada um dos sectores estratégicos de adaptação definidos na Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAAC).

Nesta ótica, são abordados os seguintes pontos:

- Apresentação da metodologia adotada para o desenvolvimento das várias componentes de análise relacionadas com a identificação dos riscos climáticos e com a avaliação dos impactes e vulnerabilidades climáticas atuais e futuras;
- Identificação e avaliação dos riscos climáticos relevantes para o território metropolitano, designadamente os incêndios rurais e florestais, a erosão do solo, a instabilidade de vertentes, as cheias e inundações, os galgamentos e a erosão costeira, o calor excessivo, a seca meteorológica e as tempestade e vento;
- Avaliação dos impactes e vulnerabilidades climáticas para o território metropolitano, que engloba a avaliação da sensibilidade aos estímulos climáticos, a avaliação da capacidade adaptativa, a identificação dos impactes climáticos atuais e a avaliação das vulnerabilidades climáticas atuais e futuras;

- Avaliação dos impactes e das vulnerabilidades climáticas de cada um dos sectores estratégicos de adaptação.

A elaboração deste documento e o desenvolvimento das análises que contempla apenas foi possível devido à grande colaboração técnica prestada pelos 18 municípios da Área Metropolitana de Lisboa e por outras entidades públicas e privadas relevantes, designadamente na disponibilização de informação estatística e cartográfica que permitiu não só conhecer os impactes do clima atual, mas especialmente conhecer a sensibilidade climática sectorial.



adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 2. Metodologia

Cofinanciado por:



2. Metodologia

2.1. Identificação e Avaliação de Riscos Climáticos Atuais e Futuros

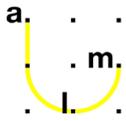
A cartografia de riscos climáticos foi concretizada para um conjunto de processos físicos com incidência territorial relevante na área metropolitana e cuja ocorrência é influenciada por parâmetros climáticos. A avaliação de risco foi baseada na aplicação de métodos técnico-científicos reconhecidos, ajustados a uma análise à escala metropolitana e aos dados disponíveis, e foi realizada separadamente para cada tipo de processo (Tabela 1).

Tabela 1. Métodos utilizados na avaliação de riscos climáticos na AML

Processo biofísico/climático	Método de avaliação
Incêndios Florestais	Modelo heurístico PMDFCI
Erosão hídrica do solo	Equação Universal de Perda de Solo (erosão potencial)
Instabilidade de vertentes	Método do Valor Informativo
Cheias e inundações	Modelação hidro-geomorfológica & PGRI + REN Regional + ZAC municipais
Inundações estuarinas	Modelação hidrodinâmica
Inundações e galgamentos costeiros, erosão litoral e recuo de arribas	Planos de Ordenamento da Orla Costeira (APA)
Calor Excessivo/Ondas de Calor	Combinação de dias muito quentes com noites tropicais
Secas	Índice SPI (<i>Standardized Precipitation Index</i>)
Tempestades de vento	Modelação WAsP Eng

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Como regra, a cartografia dos riscos atuais foi efetuada a partir da delimitação direta das áreas perigosas ou com recurso a métodos indiretos de zonamento, isto é, métodos quantitativos ou semi-quantitativos que se baseiam na análise das causas dos processos perigosos. Para cada processo biofísico/climático, foram identificadas as áreas mais críticas ou afetadas pelo processo. Nos casos



dos incêndios florestais, da erosão hídrica do solo e da instabilidade de vertentes, as áreas mais críticas foram definidas como os espaços onde as classes de suscetibilidade elevada e/ou muito elevada se localizam. Refira-se que a megaclasse territórios artificializados, obtida a partir da COS2015, foi excluída da análise da erosão hídrica dos solos uma vez que nessas áreas o solo se encontra selado, logo, insuscetível de ser erodido superficialmente. A megaclasse territórios artificializados foi igualmente excluída da análise dos incêndios rurais/florestais, juntamente com as megaclasse zonas húmidas e corpos de água, seguindo a metodologia preconizada no Guia para os Planos Municipais de Defesa da Floresta Contra Incêndios (ICNF, 2012). Para os fenómenos relacionados com a hidrografia e as zonas costeiras, as áreas críticas foram definidas como as que podem ser diretamente afetadas por cheias, inundações estuarinas, galgamentos e erosão litoral (arenoso ou de arriba). Para os processos que resultam diretamente das condições climáticas, como o calor excessivo, as secas e as tempestades de vento, foram definidas diferentes classes de suscetibilidade de ocorrência, de acordo com escalas de valores dos parâmetros climáticos que os definem. Adicionalmente, para facilitar a comparação com a representação cartográfica dos riscos futuros, a cartografia dos riscos atuais foi também efetuada recorrendo a unidades administrativas (freguesias), para as quais foi realizada uma estimativa qualitativa do risco, com base na incidência espacial do risco atual, ou seja, tendo em conta a razão entre a área abrangida pelo processo perigoso na freguesia e a superfície total da freguesia.

A cartografia dos riscos futuros foi realizada individualmente para cada risco climático e para cada freguesia da área metropolitana. O risco futuro foi estimado qualitativamente, com base na incidência territorial do risco atual e da sua previsível evolução, obtida a partir das projeções dos cenários climáticos para cada uma das Unidades Morfoclimáticas da região. Para as áreas onde as condições territoriais se expressam em níveis de suscetibilidade intermédios na situação atual (classe de suscetibilidade média ou nível intermédio de zona afetada), estimou-se um incremento para níveis de suscetibilidade alta no futuro, caso as projeções indicassem um agravamento dos parâmetros climáticos que influenciam a ocorrência do processo biofísico. No caso dos incêndios florestais, as variáveis climáticas consideradas foram o número de dias em onda de calor e o número de dias muito quentes ($T_{max} \geq 35^{\circ}C$), enquanto para a instabilidade de vertentes e as cheias (rápidas), a variável climática considerada foi o número de dias com precipitação abundante (> 20 mm). Refira-se que não foram considerados os valores absolutos das variáveis climáticas indicadas, mas antes as tendências de variação relativamente aos valores médios da região. Uma vez que as tendências observadas nas Unidades Morfoclimáticas são genericamente idênticas nos dois cenários climáticos considerados (RCP 4.5 e RCP 8.5), não se justificou a realização de mapas de riscos futuros individualizados para cada um dos cenários. Adicionalmente, a incerteza associada à evolução futura de cada um dos riscos climáticos desaconselha a realização de mais do que um mapa de risco futuro.

Apresentam-se, de seguida, as metodologias empregues na avaliação dos riscos climáticos considerados.

Incêndios rurais/florestais

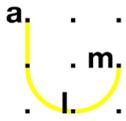
A avaliação da suscetibilidade a incêndios florestais foi baseada na metodologia apresentada no Guia para os Planos Municipais de Defesa da Floresta Contra Incêndios (ICNF, 2012). Este método combina duas variáveis biofísicas: a) o declive, ponderado por classes e assumindo que, quanto maior o declive, maior a suscetibilidade à propagação de um incêndio florestal; b) a cobertura e uso do solo, classificado e ponderado de acordo com as características das comunidades vegetais (tipo de espécies e densidade, entre outras), sendo as florestas e os matos as classes mais suscetíveis, ao contrário das áreas agrícolas (territórios artificializados; zonas húmidas e corpos de água foram excluídas). Estas duas variáveis foram, posteriormente, combinadas em matriz multiplicando o valor das suas classes, a partir da qual se definiram 5 classes de suscetibilidade. Para verificar se este método era adequado para a escala metropolitana, foi realizada a validação das classes de suscetibilidade através do cálculo do *Likelihood Ratio* (LR); a percentagem de área ardida ocorrida no território metropolitano entre 1990 e 2017 foi comparada com a percentagem de território da região que é ocupada por cada classe de suscetibilidade. Os resultados mostram que o LR aumenta nas classes de suscetibilidade mais elevada, indicando uma concordância espacial entre a localização das classes de suscetibilidade mais elevadas e as áreas ardidas no território da área metropolitana.

Erosão hídrica do solo

A avaliação do potencial de erosão hídrica do solo suportou-se na Equação Universal de Perda do Solo (metodologia recomendada na Declaração de Retificação 71/2012 – Orientações Estratégicas para a delimitação da Reserva Ecológica Nacional). Assim, os resultados obtidos resultam do produto entre: i) erosividade da precipitação (Atual – European Soil Data Centre, Panagos *et al.*, 2015; Futura [projeções 2050] – European Soil Data Centre, Panagos *et al.*, 2017); ii) erodibilidade do solo (European Soil Data Centre, Panagos *et al.*, 2012) e; iii) fator topográfico (conjugação de comprimento e declive das vertentes obtidos através do modelo digital de elevações da Agência Europeia do Ambiente). A cartografia final das áreas com perda de solo potencial superior a 55 ton/ha/ano, excluindo locais onde a presença (atual e futura) de solo não é significativa, tais como (COS, 2010): territórios artificializados, praias, dunas e areias, zonas húmidas (e.g. sapais, zona entre marés) e corpos de água.

Instabilidade de vertentes

A avaliação da suscetibilidade aos movimentos de massa em vertentes foi feita com recurso a um método estatístico bivariado (Valor Informativo), utilizando um inventário incompleto, contendo 1381 movimentos de massa em vertentes, identificados nos municípios de Amadora, Loures, Oeiras, Palmela, Sesimbra, Setúbal e Vila Franca de Xira. Estes movimentos foram cruzados com uma série de fatores de predisposição da instabilidade de vertentes classificados (declive, exposição, índice de posição topográfica, razão declive/área de acumulação, uso e ocupação do solo e litologia) e o peso das classes de cada fator foi estabelecido com recurso à primeira equação do Método do Valor



Informativo (Zêzere, 2002). Os pesos de cada classe de cada fator foram generalizados à totalidade do território metropolitano e a suscetibilidade de cada unidade de terreno foi determinada com recurso à segunda equação do Método do Valor Informativo (Zêzere, 2002). O mapa de suscetibilidade foi classificado a partir da taxa de sucesso do modelo preditivo, onde as classes de suscetibilidade muito elevada, elevada, moderada, baixa e muito baixa validam, cumulativamente, as seguintes frações da área instabilizada contida no inventário: 50%, 70%, 90%, 95% e 100%. A área considerada como mais suscetível à instabilidade de vertentes corresponde às duas primeiras classes indicadas (muito elevada e elevada), que validam 70% do inventário de movimentos de massa em vertentes, tal como preconizado nas orientações estratégicas para a delimitação das áreas de instabilidade de vertentes que integram a Reserva Ecológica Nacional (REN).

Cheias e inundações

A definição das zonas afetadas por inundação na sequência de cheia teve em consideração a documentação disponível a partir de trabalhos anteriores, nomeadamente: i) as zonas ameaçadas pelas cheias delimitadas no âmbito do Quadro Regional da Reserva Ecológica Nacional da AML; ii) as zonas inundáveis definidas nos Planos de Gestão dos Riscos de Inundações, disponibilizadas pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA); iii) a delimitação da inundação associada à cheia de 1979 no rio Tejo e a delimitação da cheia centenária na zona do estuário do Sado, produzidas pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC); e iv) um conjunto de zonas ameaçadas pelas cheias traçadas ao nível municipal, no âmbito da delimitação da REN. Foram distinguidas as situações de cheia progressiva, associada aos principais cursos de água da região (e.g. rio Tejo e rio Sado) dos casos de cheia rápida, que ocorrem em bacias hidrográficas de pequena dimensão. No pormenor, a delimitação das áreas inundáveis por cheias considerou a área contígua às margens dos cursos de água que se estende até à linha alcançada pela cheia máxima, interpretada através de critérios geomorfológicos, apoiados em informação topográfica, pedológica e interpretação de ortofotomapas digitais.

Inundações estuarinas

A extensão da inundação no estuário do Tejo, em situação atual e futura, foi avaliada a partir do exercício de modelação hidrodinâmica realizado por Guerreiro *et al* (2015), num estudo dedicado à evolução hidrodinâmica do estuário do Tejo no século XXI. Nesse trabalho foi assumido como nível extremo para a situação atual, com 100 anos de período de retorno, o valor de 4,42m acima do zero hidrográfico. Adicionalmente, considerou-se uma subida do nível do mar de 1,5m e foram tomados em conta a dinâmica das marés, a ressonância e os níveis de água extremos. A batimetria foi extrapolada com base nas taxas de assoreamento atuais. A resolução do trabalho original contemplou células de 25 metros. No presente trabalho, foram efetuados ajustamentos em toda a área do estuário com topografia mais detalhada (1:25.000) e ortofotomapas digitais. Adicionalmente, foram efetuadas correções nas frentes urbanas, assumidas como sistematicamente defendidas no estudo original.

Inundações e galgamentos oceânicos

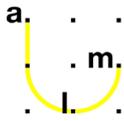
A avaliação e cartografia da perigosidade associada à erosão costeira e ao galgamento oceânico foram efetuadas para a APA, por uma equipa da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, para os horizontes temporais de 2050 e 2100 (Silva *et al.*, 2013). Nesta avaliação incluíram-se os efeitos associados às alterações climáticas, nomeadamente no que diz respeito à subida do nível médio do mar. Considerou-se ainda o potencial de recuo “instantâneo” do perfil de uma praia (e da linha de costa) quando atuado por um temporal extremo, com períodos de retorno diferentes e ainda a evolução futura da linha de costa associada a tendência de longo termo, com base na evolução observada nos últimos 50 anos. Deste modo, as zonas de risco consideradas são faixas que se estendem desde a linha que limita o leito das águas do mar em direção a terra, cuja largura é determinada pela soma das seguintes componentes: evolução da linha de costa, recuo por subida do nível médio do mar, recuo por tempestade e galgamento/inundação oceânica.

Erosão e recuo de arribas

A avaliação da perigosidade das zonas com litoral de arriba foi efetuada para a APA por uma equipa da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, cujo trabalho e resultados estão sistematizados em Penacho *et al.* (2013a, 2013b) e Marques *et al.* (2013). No estudo original foram delimitadas a faixa de risco adjacente à crista da arriba e a faixa de proteção adicional. As faixas de risco adjacentes à crista das arribas foram definidas tendo em conta, em cada sector de arribas com comportamento razoavelmente homogêneo em termos da ocorrência de instabilidades, a dimensão máxima dos movimentos inventariados em estudos comparativos de fotografias aéreas antigas (1947 ou 1958), com as mais recentes disponíveis à época da elaboração dos estudos para os POOC (voo INAG de 1996), mas também as características geomorfológicas e geológicas das arribas que condicionam a ocorrência de instabilidades. No presente trabalho considera-se a faixa de risco adjacente à crista da arriba como indicadora do risco atual em litoral de arriba, enquanto a faixa de proteção adicional foi considerada como indicadora do risco futuro, em cenário de alteração climática a subida do nível do mar.

Calor excessivo

Para a caracterização das situações de calor excessivo na área metropolitana, considerou-se o efeito potencial da ocorrência de temperaturas máximas e mínimas muito elevadas. Teve-se em conta o registo de dias muito quentes, aqueles em que a temperatura máxima foi superior a 35°C, e de noites tropicais, em que a temperatura mínima ultrapassou os 20°C. Determinaram-se quatro classes de suscetibilidade, muito baixa, baixa, moderada e elevada, correspondendo a valores médios anuais inferiores a 4 dias, entre 4 e 5 dias, entre 6 a 8 dias, e entre 8 e 20 dias, respetivamente.



Seca meteorológica

Seguindo as recomendações da Organização Meteorológica Mundial, a identificação e caracterização dos eventos de seca meteorológica foi feita através da aplicação do índice SPI (*Standardized Precipitation Index*), que permite analisar a sua frequência e intensidade. A suscetibilidade à ocorrência de seca na área metropolitana foi determinada a partir da probabilidade de ocorrência de um evento de seca com um grau de severidade moderada (SPI = -1) e distinguiram-se três classes de suscetibilidade: baixa, moderada e elevada. Estas classes correspondem a valores de probabilidade de ocorrência de eventos com severidade, pelo menos, moderada, entre 11 e 15%, entre 15 e 25%, e acima de 25%, respetivamente.

Tempestades de vento

Na área metropolitana ocorrem frequentemente tempestades de vento dos quadrantes sudoeste e noroeste. Para a caracterização das tempestades de vento extremas foram escolhidas duas situações típicas que ocorreram entre 1974 e 2014, a partir dos períodos de retorno das intensidades médias máximas do vento a 10m do solo, observadas na estação meteorológica de Lisboa/Portela. As simulações do vento para toda a região foram efetuadas com o *software WASP Engineering 4.0* de acordo com as seguintes condições de partida: a) Direção predominante do vento: 340° (Noroeste); intensidade máxima horária do vento: 17.9 m/s. b) Direção predominante do vento: 220° (Sudoeste); intensidade máxima horária do vento: 17.7 m/s. A base territorial da simulação inclui o MDT e as rugosidades aerodinâmicas (z_0) descritas na “Definição do cenário base de adaptação para a AML”. Os resultados das simulações foram cruzados num SIG, resultando as seguintes classes de suscetibilidade:

Tabela 2. Definição das classes de suscetibilidade de vento forte na AML

		Noroeste – 340° (m/s)		
		>22	18-22	<18
Sudoeste 220° (m/s)	>22	Elevada	Elevada	Moderada
	18-22	Elevada	Moderada	Reduzida
	<18	Moderada	Reduzida	Reduzida

Fonte: PMAAC-AML (2018)

2.2. Avaliação da Sensibilidade a Estímulos Climáticos

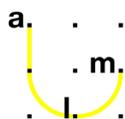
A sensibilidade climática é definida como "o grau em que um sistema é afetado, quer negativamente ou beneficemente, por estímulos relacionados com o clima. O efeito pode ser direto (por exemplo, mudança no rendimento das culturas em resposta a uma alteração na média, alcance ou variabilidade de temperatura) ou indireto (por exemplo, danos causados por um aumento na frequência de inundações devido ao aumento do nível do mar)" (IPCC, 2007).

Contudo, nem todos os elementos expostos ao clima (pessoas, edifícios, redes de infraestruturas, culturas agroflorestais, valores ambientais ou culturais) são sensíveis a todos os estímulos climáticos. Por outro lado, o mesmo estímulo pode afetar o sistema de forma diferente consoante as características do território. Tendo estes fatores em consideração, para o desenvolvimento da análise de sensibilidade climática do território metropolitano foram estabelecidas previamente, com base em análise bibliográfica, as relações de causalidade existentes entre estímulos climáticos e os elementos do sistema expostos e potencialmente afetados pelo clima.

A avaliação da sensibilidade climática do território metropolitano foi realizada através da identificação dos valores ambientais, físicos/infraestruturais, sociais, económicos e culturais suscetíveis de serem afetados por estímulos climáticos. Este exercício teve por base o mapeamento de um conjunto de indicadores de sensibilidade climática (Tabela 3), cruzando a cartografia georreferenciada dos elementos expostos, proveniente de diversas fontes cartográficas e estatísticas, com a cartografia dos vários riscos climáticos, produzida no âmbito do PMAAC-AML.

Tabela 3. Indicadores de sensibilidade a estímulos climáticos analisados, por tipo de risco

Exposição a riscos climáticos	Indicadores de sensibilidade a estímulos climáticos	Elementos expostos analisados
Área (%) suscetível a incêndios rurais/florestais	Floresta sensível a fogos florestais (ha)	Espaços de florestas e de florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea - Carta de Uso e Ocupação do Solo COS2010 (DGT – Direção Geral do Território)
	Património classificado sensível a fogos florestais (ha)	Património classificado e em vias de classificação e zonas especiais de proteção do património cultural (DGPC – Direção Geral do Património Cultural)
	Valores ecológicos sensíveis a fogos florestais (ha)	Áreas Protegidas, Rede Natura e Sítios Ramsar (ICNF – Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas)
	Alojamentos sensíveis a fogos florestais (nº)	Censos 2011 - Base Geográfica de Edifícios (INE – Instituto Nacional de Estatística)
	População sensível a fogos florestais (Pop/km ²)	Censos 2011, Densidade populacional segundo as subsecções estatísticas -



Exposição a riscos climáticos	Indicadores de sensibilidade a estímulos climáticos	Elementos expostos analisados
		Base Geográfica de Referenciação de Informação (INE – Instituto Nacional de Estatística)
	Infraestruturas de transporte sensíveis a fogos florestais (m)	Rede viária principal e rede ferroviária – Planos Diretores Municipais (Câmaras Municipais)
Área (%) inundável por cheias rápidas, cheias progressivas e inundações estuarinas	Património classificado sensível a cheias (ha)	Património classificado e em vias de classificação e zonas especiais de proteção do património cultural (DGPC – Direção Geral do Património Cultural)
	Zonas de localização de atividades económicas (indústria, comércio e serviços) sensíveis a cheias (ha/nº)	Áreas industriais, comerciais e de serviços – Planos Diretores Municipais (Câmaras Municipais)
	Alojamentos sensíveis a cheias (nº)	Censos 2011 - Base Geográfica de Edifícios (INE – Instituto Nacional de Estatística)
	População sensível a cheias (Pop/km ²)	Censos 2011, Densidade populacional segundo as subsecções estatísticas - Base Geográfica de Referenciação de Informação (INE – Instituto Nacional de Estatística)
	Infraestruturas de transporte sensíveis a cheias (m)	Rede viária principal e rede ferroviária – Planos Diretores Municipais (Câmaras Municipais)
Área (%) em zona de risco de inundações e galgamentos costeiros em litoral arenoso e de erosão recuo de arribas	Atividades turísticas sensíveis a inundações costeiras (nº)	Empreendimentos turísticos existentes (Turismo de Portugal)
	Alojamentos sensíveis a inundações costeiras (nº)	Censos 2011 - Base Geográfica de Edifícios (INE – Instituto Nacional de Estatística)
	Equipamentos sensíveis a inundações costeiras (nº)	Equipamentos culturais – Planos Diretores Municipais (Câmaras Municipais)
	População sensível a inundações costeiras (Pop/km ²)	Censos 2011, Densidade populacional segundo as subsecções estatísticas - Base Geográfica de Referenciação de Informação (INE – Instituto Nacional de Estatística)
	Infraestruturas de transporte sensíveis a inundações costeiras (m)	Rede viária principal e rede ferroviária – Planos Diretores Municipais (Câmaras Municipais)
Área (%) com potencial de erosão hídrica do solo	Áreas com perda de solo potencial superior a 55ton/ha/ano	Carta de Uso e Ocupação do Solo COS2010 (DGT – Direção Geral do Território); European Soil Data Centre
Área (%) suscetível a instabilidade de vertentes	Património classificado sensível a desabamentos e movimentos de vertentes (ha)	Património classificado e em vias de classificação e zonas especiais de proteção do património cultural (DGPC – Direção Geral do Património Cultural)

Exposição a riscos climáticos	Indicadores de sensibilidade a estímulos climáticos	Elementos expostos analisados
	Alojamentos sensíveis a desabamentos e movimentos de vertentes (n°)	Censos 2011 - Base Geográfica de Edifícios (INE – Instituto Nacional de Estatística)
	Infraestruturas de transporte sensíveis a desabamentos e movimentos de vertentes (m)	Rede viária principal e rede ferroviária – Planos Diretores Municipais (Câmaras Municipais)
Área (%) suscetível ao calor excessivo, segundo classes de suscetibilidade	Atividades turísticas sensíveis às temperaturas elevadas (n°)	Empreendimentos turísticos existentes (Turismo de Portugal)
	População sensível ao calor (índice de dependência total)	Censos 2011, Densidade populacional segundo as subsecções estatísticas - Base Geográfica de Referência de Informação (INE – Instituto Nacional de Estatística)
Área (%) suscetível a secas meteorológicas	Atividades agrícolas e silvícolas sensíveis à disponibilidade de água (ha)	Culturas temporárias e de regadio - Carta de Uso e Ocupação do Solo COS2010 (DGT – Direção Geral do Território)
	Áreas naturais protegidas (ha) sensíveis à seca moderada	Áreas Protegidas, Rede Natura e Sítios Ramsar (ICNF – Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas)
	Origens de água sensíveis a secas	Pontos de captação subterrânea (ARH Tejo)
Área (%) suscetível a tempestades de vento	Infraestruturas de transporte sensíveis ao vento (m)	Rede viária principal e rede ferroviária – Planos Diretores Municipais (Câmaras Municipais)

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Com base nesta informação de base cartográfica, procedeu-se a uma identificação exaustiva dos elementos do território sensíveis a estímulos climáticos, tendo a sua relevância à escala municipal e metropolitana sido avaliada de forma global e sob a perspetiva dos sectores da ENAAC 2020.

2.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa

A capacidade adaptativa consiste na aptidão que sistemas naturais e humanos, instituições e organismos têm para se ajustar aos diferentes impactes potenciais das alterações climáticas, tirando partido das oportunidades ou respondendo às consequências que daí ocorrem. Resulta de uma conjugação de fatores que determinam a aptidão que um sistema tem para definir e implementar medidas de adaptação relativamente aos impactes climáticos atuais e futuros.

No âmbito desta fase do PMAAC-AML, a caracterização e avaliação da capacidade adaptativa foi desenvolvida, fundamentalmente, através da análise da capacidade dos sistemas ambientais,

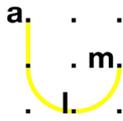
sociais, económicos e culturais coexistentes no território metropolitano, de se adaptarem às alterações climáticas. Os objetivos desta análise foram:

- Avaliar a capacidade adaptativa da área metropolitana, segundo os sectores da ENAAC;
- Comparar as diferentes capacidades adaptativas da AML, analisando a diversidade existente ao nível dos municípios da área metropolitana.

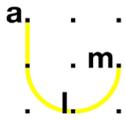
Neste sentido, foram compilados e analisados, de forma global para a área metropolitana e segundo cada sector da ENAAC, indicadores de capacidade adaptativa que ilustram a diversidade de situações existentes na região relativamente a este fator determinante da vulnerabilidade climática.

De modo a apresentar um quadro global da capacidade adaptativa do território à escala metropolitana, foram analisados os principais indicadores que representam este fator determinante da vulnerabilidade climática, a partir de um índice de capacidade adaptativa que agrega diversos indicadores de base territorial, disponíveis ao nível municipal, designadamente:

- Proporção de produtores agrícolas singulares (%) com escolaridade de nível secundário ou superior (INE): o nível de habilitações (ligado à preparação técnica) dos produtores agrícolas singulares terá correlação com a capacidade destes para dinamizar e adotar o processo de adaptação na sua atividade;
- Proporção (%) de áreas protegidas (INE): os aspetos facilitadores da capacidade adaptativa regional são potencializados pela existência de uma quantidade apreciável de áreas classificadas com estatutos legais, objetivos de conservação da biodiversidade e potencial para implementar as medidas de gestão destinadas à conservação. Acresce que esta rede de áreas classificadas está dotada de um corpo técnico próprio, o que é um dos mais importantes aspetos do potencial adaptativo no território metropolitano;
- Habitantes por centro saúde do SNS (INE): a capacidade adaptativa aos impactes das alterações climáticas na saúde está intimamente associada ao acompanhamento de proximidade, monitorização do estado de saúde da população, assim como à promoção da saúde pública local. Nesse sentido, para o contexto do território metropolitano, considera-se que a melhor performance deste indicador se observa naqueles municípios onde existe um número mais reduzido de habitantes por centro de saúde;
- Proporção (%) de população residente sem ar condicionado (INE): analisou-se a dimensão da proteção térmica em ambiente interior, entendida como a capacidade das comunidades em minimizar a exposição a eventos extremos de calor nos alojamentos de residência. Neste sentido, entende-se que a capacidade adaptativa das comunidades aos expectáveis impactes na saúde de um fenómeno extremo de calor é proporcional à introdução de medidas de autoproteção em ambiente interior, como, por exemplo, através da climatização das habitações;
- Valor Acrescentado Produto por empresa do sector da indústria (INE): a riqueza produzida é facilitadora da capacidade de adaptação das empresas no sector da indústria;



- Valor Acrescentado Produto por empresa do sector do comércio (INE): a riqueza produzida é facilitadora da capacidade de adaptação das empresas no sector do comércio;
- Valor Acrescentado Produto por empresa do sector dos serviços (INE): a riqueza produzida é facilitadora da capacidade de adaptação das empresas no sector dos serviços;
- Número de bombeiros por 1.000 residentes (INE): a capacidade de adaptação é proporcional à existência de meios de socorro, sendo que a resposta às ocorrências relacionadas com impactes climáticos depende largamente da intervenção de meios de socorro, em primeiro lugar dos corpos de bombeiros mais próximos e/ou com meios disponíveis. Não foram considerados outros agentes de proteção civil, tais como Forças de Segurança, Forças Armadas, Autoridades Marítima e Aeronáutica, Sapadores Florestais, Instituto Nacional de Emergência Médica e demais Serviços de Saúde, e Cruz Vermelha Portuguesa. O número de bombeiros no município foi avaliado considerando a relação com elementos expostos a estímulos climáticos, nomeadamente a população residente;
- Número de bombeiros por população sensível (residente em áreas de risco) (INE, PMAAC-AML): o número de bombeiros existente em cada município é um indicador da capacidade de adaptação, uma vez que são habitualmente os primeiros intervenientes e os mais ativos na resposta a situações de risco e catástrofe. O número de bombeiros no município foi avaliado considerando a relação com elementos expostos a estímulos climáticos, nomeadamente a população residente em áreas sensíveis a estímulos climáticos, estimada a partir de cartografia dasimétrica com o cruzamento da BGE com a BGRI e posterior interseção com as áreas suscetíveis a incêndios rurais/florestais, cheias rápidas, cheias progressivas, movimentos de massa em vertentes, inundações costeiras e erosão de litoral arenoso, e erosão de litoral rochoso (arribas);
- Índice de capacidade adaptativa para o sector energético, correlacionando os seguintes indicadores de base: potência instalada de fontes de energia renovável/habitante; consumo de eletricidade doméstico/residente; consumo de eletricidade não-doméstico/VAB; qualidade térmica dos edifícios (época de construção); habitação social/parque habitacional; população residente vulnerável (com menos de 4 e mais de 65 anos); alojamento próprio; população residente com ensino superior; taxa de desemprego; taxa de posse de ar condicionado; densidade de construção (INE, DGEG);
- Garantia intrínseca de disponibilidade de água das massas de água subterrâneas da AML, que traduz a capacidade em facilitar a adaptação dos sectores socioeconómicos delas dependentes, através do reforço e/ou diversificação das respetivas origens de água. A capacidade de adaptação é apresentada como sendo a relação entre a capacidade adaptativa de cada município e a capacidade média da região (AML=100);
- Índice de conhecimento infraestrutural (ICI): traduz o grau de conhecimento das entidades gestoras sobre as infraestruturas de abastecimento de água em baixa em cada município.



Quanto maior for o índice ([0-200]) maior é a capacidade adaptativa do município (AML=100) (ERSAR);

- Investimentos, executados e programados, em defesa costeira (milhões de Euros), sejam em obras de intervenção, de reparação ou de estudos entre 2003 e 2023, com base no Sistema de Administração do Recurso Litoral (SIARL) da Agência Portuguesa do Ambiente (APA): a capacidade adaptativa é proporcional ao volume de investimento executado e programado em defesa costeira;
- Proporção (%) da população residente na área de risco e área de influência de 500 metros a partir de zonas de risco, com ensino superior (INE, PMAAC-AML): as populações mais formalmente educadas, para além da referida perceção, terão maior acesso à informação sobre os riscos e alterações climáticas e também mais posses económicas. Este poder económico e o acesso à informação, teoricamente, dotarão as populações com uma maior literacia e com maior capacidade para adaptação aos eventos climáticos;
- Proporção (%) da população residente na área de risco e área de influência de 500 metros a partir de zonas de risco, com 65 e mais anos (INE, PMAAC-AML): as populações mais idosas têm uma menor capacidade de adaptação aos impactes causados pelos eventos climáticos extremos.

Complementarmente, foi também avaliada, para cada um dos sectores da ENAAC, a capacidade de resposta a eventos climáticos extremos, considerando a avaliação da eficácia das respostas aos eventos que afetaram a área metropolitana nas últimas duas décadas e que foram compilados, em colaboração com os serviços técnicos dos 18 municípios, no Perfil de Impactes Climáticos da AML.

2.4. Identificação dos Impactes Climáticos Atuais

Para a avaliação dos impactes que o clima tem atualmente no território metropolitano procedeu-se a um levantamento sistemático de informação sobre os resultados dos eventos climáticos extremos que afetaram a área metropolitana durante o período 2000-2018. Este levantamento foi realizado para cada município pelos serviços técnicos respetivos de todos os municípios metropolitanos, sob a orientação do Núcleo de Coordenação, que procedeu à sua sistematização e integração no Sistema de Informação do PMAAC-AML.

O levantamento foi concretizado, fundamentalmente, através de pesquisa em relatórios e em registos internos dos serviços municipais e da proteção civil, nos arquivos municipais, em artigos da imprensa local, regional e nacional publicados *online*, em relatórios do Centro Distrital de Operações de Socorro e corporações de bombeiros.

A informação recolhida foi sistematizada pela equipa do PMAAC-AML numa base de dados designada Perfil de Impactes Climáticos (PIC), que compilou todas as informações sobre eventos

meteorológicos extremos com impactes para a região. O PIC foi desenvolvido tendo por base a ferramenta '*Local Climate Impact Profile*', um dos recursos disponibilizados pelo *Adaptation Wizard* do UKCIP e adaptada à realidade portuguesa no âmbito do projeto ClimAdaPT.Local. No essencial, esta base de dados reúne a seguinte informação:

- Identificação dos eventos climáticos mais relevantes para a região no período 2000-2018;
- Detalhe da ocorrência do evento meteorológico extremo e impactes resultantes desses eventos;
- Consequências respetivas para o território (tipo de consequências, locais afetados);
- Identificação das entidades responsáveis pelo planeamento e pela operacionalização das respostas dadas a estes eventos climáticos extremos;
- Descrição e avaliação da eficácia das respostas dadas às consequências dos eventos climáticos extremos.

A localização das consequências dos eventos climáticos extremos foi também georreferenciada pelos serviços técnicos municipais respetivos, tendo posteriormente sido integrada no Sistema de Informação do PMAAC-AML, permitindo assim validar os principais riscos e vulnerabilidades climáticas a que o território metropolitano e de cada município está atualmente exposto.

Procedeu-se por fim a uma sistematização dos resultados do PIC para o território metropolitano e para cada um dos 18 municípios que o integram.

2.5. Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Atuais e Futuras

Dada a complexidade do conceito de vulnerabilidade climática (Figura 1) – para o qual concorrem a exposição aos riscos climáticos e a sensibilidade ambiental, física, económica social e cultural aos estímulos climáticos, potencialmente atenuadas pela capacidade adaptativa – a avaliação da vulnerabilidade climática atual e futura foi sustentada na construção de índices de vulnerabilidade, agregados para cada tipo de risco climático analisado.

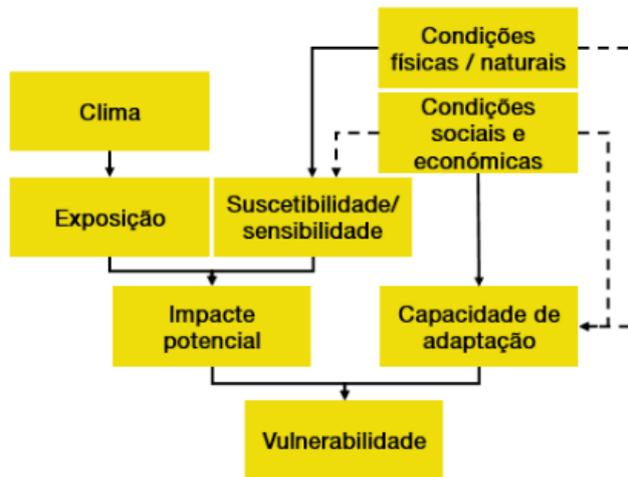


Figura 1. Fatores relevantes para a determinação da vulnerabilidade climática

Fonte: Adaptado de D. Schroter and the ATEAM consortium 2004, Global change vulnerability - assessing the European human-environment system, Potsdam Institute for Climate Impact Research

Os índices de vulnerabilidade climática foram construídos e representados à escala da freguesia e correlacionam diversos indicadores normalizados de exposição aos riscos climáticos atuais e futuros, de sensibilidade climática e de capacidade adaptativa, que foram compilados e analisados anteriormente (Figura 2).

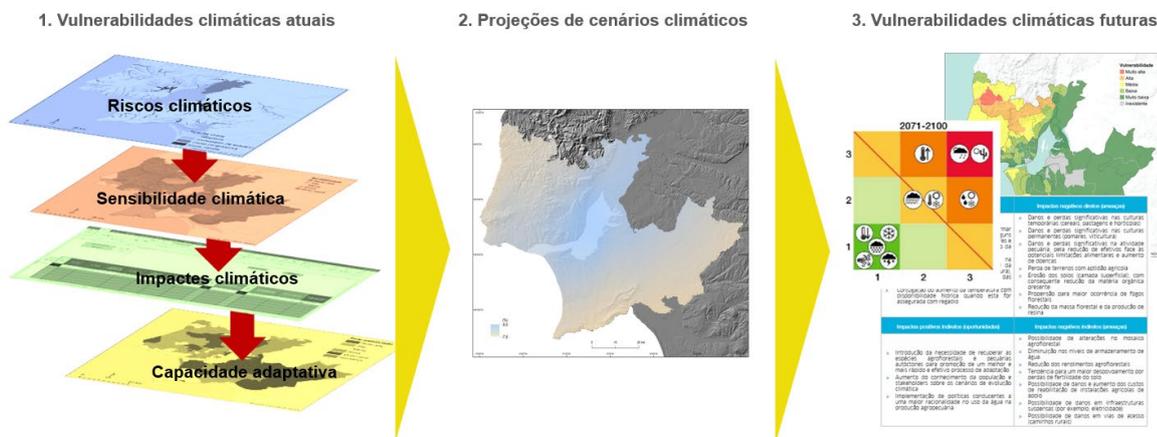


Figura 2. Abordagem metodológica para identificação e avaliação de vulnerabilidades climáticas atuais e futuras

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Neste sentido, a vulnerabilidade climática atual e futura da área metropolitana foi avaliada com base em índices de vulnerabilidade climática que relacionam, essencialmente, três fatores:

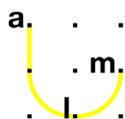
- Exposição do território aos riscos climáticos** – foi analisada a proporção da área de cada freguesia exposta a cada tipo de risco, atualmente e no futuro, considerando também em alguns casos o nível de risco associado (por exemplo, nos riscos relacionados a calor extremo, seca meteorológica e tempestades de vento);

- **Sensibilidade do território aos estímulos climáticos** – resulta do cruzamento das áreas de risco com elementos expostos, relevantes para todos os sectores da ENAAC 2020, como sejam, por exemplo, população residente, grupos de população mais vulneráveis, alojamentos, zonas de localização de atividades económicas, infraestruturas de transportes, etc.;
- **Capacidade adaptativa do território aos riscos climáticos** – expressa através de indicadores à escala municipal, predominantemente estatísticos, que ilustram a capacidade adaptativa de cada território, selecionados também em função da representatividade dos sectores da ENAAC 2020.

Os índices de vulnerabilidade climática foram construídos e representados à escala da freguesia e correlacionam diversos indicadores (normalizados de 0 a 1, em que 0 corresponde ao valor mais baixo da distribuição e 1 ao valor mais elevado) de exposição aos riscos climáticos atuais e futuros, de sensibilidade climática e de capacidade adaptativa (Tabela 4). Os índices de vulnerabilidade são expressos numa escala de 0 a 1 e resultam da soma dos seguintes 3 fatores ponderados: exposição ao risco climático (40%); média dos indicadores normalizados de sensibilidade a estímulos climáticos (40%); média dos indicadores normalizados de capacidade adaptativa (20%). Por sua vez, para a sua representação cartográfica, os valores dos índices de vulnerabilidade climática de cada freguesia foram distribuídos por seis classes, correspondentes a índices de vulnerabilidade muito alta, alta, média, baixa, muito baixa ou inexistente.

Tabela 4. Matriz de construção dos índices de vulnerabilidade climática atual e futura

Índice de vulnerabilidade	Exposição a riscos climáticos (40%)	Indicadores de sensibilidade a estímulos climáticos (40%)	Indicadores de capacidade adaptativa (20%)
Incêndios rurais/florestais	Área (%) suscetível a incêndios rurais/florestais	<ul style="list-style-type: none"> – Floresta sensível a fogos florestais (ha) – Património classificado sensível a fogos florestais (ha) – Valores ecológicos sensíveis a fogos florestais (ha) – Alojamentos sensíveis a fogos florestais (nº) – População sensível a fogos florestais (Pop/km²) – Infraestruturas de transporte sensíveis a fogos florestais (m) 	<ul style="list-style-type: none"> – Áreas protegidas (%) – VAB/empresa indústria – VAB/empresa comércio – VAB/empresa serviços – n.º Bombeiros/1000 residentes – n.º Bombeiros/pop sensível (residente em área de risco)
Cheias rápidas	Área (%) inundável por cheias rápidas	<ul style="list-style-type: none"> – Património classificado sensível a cheias (ha) – Zonas de localização de atividades económicas (indústria, comércio e serviços) sensíveis a cheias (ha/nº) – Alojamentos sensíveis a cheias (nº) – População sensível a cheias (Pop/km²) – Infraestruturas de transporte sensíveis a cheias (m) 	<ul style="list-style-type: none"> – VAB/empresa indústria – VAB/empresa comércio – VAB/empresa serviços – n.º Bombeiros/1000 residentes – n.º Bombeiros/pop sensível (residente em área de risco)



Índice de vulnerabilidade	Exposição a riscos climáticos (40%)	Indicadores de sensibilidade a estímulos climáticos (40%)	Indicadores de capacidade adaptativa (20%)
Cheias progressivas	Área (%) inundável por cheias progressivas	<ul style="list-style-type: none"> – Património classificado sensível a cheias (ha) – Zonas de localização de atividades económicas (indústria, comércio e serviços) sensíveis a cheias (ha/nº) – Alojamentos sensíveis a cheias (nº) – População sensível a cheias (Pop/km²) – Infraestruturas de transporte sensíveis a cheias (m) 	<ul style="list-style-type: none"> – VAB/empresa indústria – VAB/empresa comércio – VAB/empresa serviços – n.º Bombeiros/1000 residentes – n.º Bombeiros/pop sensível (residente em área de risco)
Inundações estuarinas	Área (%) inundável por inundações estuarinas	<ul style="list-style-type: none"> – Património classificado sensível a cheias (ha) – Zonas de localização de atividades económicas (indústria, comércio e serviços) sensíveis a cheias (ha/nº) – Alojamentos sensíveis a cheias (nº) – População sensível a cheias (Pop/km²) – Infraestruturas de transporte sensíveis a cheias (m) 	<ul style="list-style-type: none"> – VAB/empresa indústria – VAB/empresa comércio – VAB/empresa serviços – n.º Bombeiros/1000 residentes – n.º Bombeiros/pop sensível (residente em área de risco)
Inundações e galgamentos costeiros em litoral arenoso	Área (%) em zona de risco de inundações e galgamentos costeiros em litoral arenoso	<ul style="list-style-type: none"> – Atividades turísticas sensíveis a inundações costeiras (nº) – Alojamentos sensíveis a inundações costeiras (nº) – Equipamentos sensíveis a inundações costeiras (nº) – População sensível a inundações costeiras (Pop/km²) – Infraestruturas de transporte sensíveis a inundações costeiras (m) 	<ul style="list-style-type: none"> – VAB/empresa comércio – VAB/empresa serviços – n.º Bombeiros/1000 residentes – n.º Bombeiros/pop sensível (residente em área de risco) – Investimento em defesa costeira 2003-2023 – População residente no litoral “em risco” com mais de 65 anos (%) – População residente no litoral “em risco” com ensino superior (%)
Erosão/recuo de arribas	Área (%) em zona de risco de erosão/recuo de arribas	<ul style="list-style-type: none"> – Atividades turísticas sensíveis a inundações costeiras (nº) – Alojamentos sensíveis a inundações costeiras (nº) – Equipamentos sensíveis a inundações costeiras (nº) – População sensível a inundações costeiras (Pop/km²) – Infraestruturas de transporte sensíveis a inundações costeiras (m) 	<ul style="list-style-type: none"> – VAB/empresa comércio – VAB/empresa serviços – n.º Bombeiros/1000 residentes – n.º Bombeiros/pop sensível (residente em área de risco) – Investimento em defesa costeira 2003-2023 – População residente no litoral “em risco” com mais de 65 anos (%) – População residente no litoral “em risco” com ensino superior (%)
Erosão hídrica	Área (%) com potencial de erosão hídrica do solo	<ul style="list-style-type: none"> – Culturas temporárias e de regadio sensíveis a erosão hídrica (ha) 	<ul style="list-style-type: none"> – Proporção de produtores agrícolas singulares (%) com escolaridade de nível secundário ou superior
Instabilidade de vertentes	Área (%) suscetível a instabilidade de vertentes	<ul style="list-style-type: none"> – Património classificado sensível a desabamentos e movimentos de vertentes (ha) 	<ul style="list-style-type: none"> – VAB/empresa indústria – VAB/empresa comércio – VAB/empresa serviços

Índice de vulnerabilidade	Exposição a riscos climáticos (40%)	Indicadores de sensibilidade a estímulos climáticos (40%)	Indicadores de capacidade adaptativa (20%)
		<ul style="list-style-type: none"> – Alojamentos sensíveis a desabamentos e movimentos de vertentes (nº) – Infraestruturas de transporte sensíveis a desabamentos e movimentos de vertentes (m) 	<ul style="list-style-type: none"> – n.º Bombeiros/1000 residentes – n.º Bombeiros/pop sensível (residente em área de risco)
Calor excessivo	Área (%) suscetível ao calor excessivo, segundo classes de suscetibilidade	<ul style="list-style-type: none"> – Atividades turísticas sensíveis às temperaturas elevadas (nº) – População sensível ao calor (índice de dependência total) 	<ul style="list-style-type: none"> – Habitantes por centro saúde do SNS – Percentagem de população residente sem ar condicionado – VAB/empresa indústria – VAB/empresa comércio – VAB/empresa serviços – Capacidade adaptativa Energia
Secas meteorológicas	Área (%) suscetível a secas meteorológicas	<ul style="list-style-type: none"> – Atividades agrícolas e silvícolas sensíveis à disponibilidade de água (ha) – Áreas naturais protegidas (ha) sensíveis à seca moderada – Origens de água sensíveis a secas 	<ul style="list-style-type: none"> – Proporção de produtores agrícolas singulares (%) com escolaridade de nível secundário ou superior ⁽¹⁾ – Garantia intrínseca de disponibilidade de água das massas de água subterrâneas – Índice de conhecimento infraestrutural
Tempestades de vento	Área (%) suscetível a tempestades de vento	<ul style="list-style-type: none"> – Infraestruturas de transporte sensíveis ao vento (m) 	<ul style="list-style-type: none"> – VAB/empresa indústria – VAB/empresa comércio – VAB/empresa serviços – n.º Bombeiros/1000 residentes – n.º Bombeiros/pop sensível (residente em área de risco)

(1) Nota: Este indicador não foi considerado nos concelhos com ocupação do solo integralmente urbano (Lisboa e Amadora).
Fonte: PMAAC-AML (2018)

A partir da representação cartográfica destes índices, foram identificados e analisados os principais focos de vulnerabilidade climática atual e futura, passíveis de configurar territórios vulneráveis prioritários para a adaptação à escala local.

O exercício de projeção das vulnerabilidades futuras, realizado para os diferentes tipos de risco, teve por base a modelação de forçadores climáticos segundo cenários de médio e longo prazo (sintetizados na cartografia de riscos futuros).

A avaliação das vulnerabilidades climáticas futuras foi desenvolvida a partir, por um lado, da identificação para cada sector da ENAAC 2020 e ao nível metropolitano dos potenciais impactes negativos diretos e indiretos (ameaças) projetados para a região como resultado das alterações climáticas, assim como dos impactes positivos diretos ou indiretos (oportunidades) projetados, considerando a diversidade territorial existente.



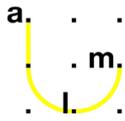
adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 3. Riscos Climáticos

Cofinanciado por:





3. Riscos Climáticos

3.1. Incêndios rurais/florestais

O risco atual de incêndio rural/florestal, avaliada pela junção das classes de suscetibilidade elevada e muito elevada, tem uma expressão territorial estimada em cerca de 45,5 mil hectares, o que corresponde a cerca de 15,2% da área total da AML. Este risco climático tem uma maior incidência, na atualidade, a norte do estuário do rio Tejo, com destaque para a serra de Sintra e a para a região com relevo de colinas que se estende por Mafra, Loures e Vila Franca de Xira. A sul do rio Tejo o risco de incêndio rural/florestal afeta, essencialmente, a área da Serra da Arrábida.

O risco de incêndio tem a sua maior expressão nos municípios de Mafra, Loures, Sintra e Cascais, onde a área perigosa abrange entre 20% e 40% dos territórios municipais. Em algumas freguesias destes municípios, nomeadamente onde prevalecem os usos agroflorestais, a extensão da área suscetível à ocorrência de incêndios ultrapassa 50% do território, como acontece nas freguesias de UF Igreja Nova e Cheleiros, UF Malveira e São Miguel de Alcainça, Mafra (Mafra); de Colares (Sintra); e de Fanhões e Lousa (Loures).

Em situação oposta encontram-se os municípios de Alcochete, Moita, Montijo e Palmela, onde o risco atual de incêndio é residual, tendo em consideração a sua expressão nos territórios municipais

O risco futuro de incêndio rural/florestal deverá acentuar-se substancialmente, em contexto de alteração climática, em resultado da subida generalizada da temperatura do ar, podendo mais do que duplicar a sua expressão territorial, para valores que equivalem a cerca de 33% da área total da AML. O incremento do risco de incêndio é sensível em toda a AML, mas será particularmente notório na Península de Setúbal.

Ao nível municipal, destacam-se os municípios de Montijo, Loures e Mafra, com cerca de metade dos respetivos territórios em risco elevado de incêndio. A situação do município do Montijo é assinalável, tendo em conta que o risco atual de incêndio é considerado baixo, ficando a dever-se em grande parte à tendência evolutiva particularmente desfavorável na freguesia de Canha (Montijo). Esta freguesia, juntamente com Bucelas e Fanhões (Loures), apresentam no futuro uma suscetibilidade elevada ou muito elevada em mais de 67% dos respetivos territórios. Ainda com um quadro muito desfavorável em termos de risco de incêndio futuro, com percentagem de território suscetível entre 30 e 50%, encontram-se os municípios de Sintra, Odivelas, Alcochete e Palmela. O município de Lisboa é o único com menos de 15% do respetivo território com suscetibilidade elevada ou muito elevada aos incêndios florestais o que é facilmente compreensível pela elevada expressão das áreas edificadas.

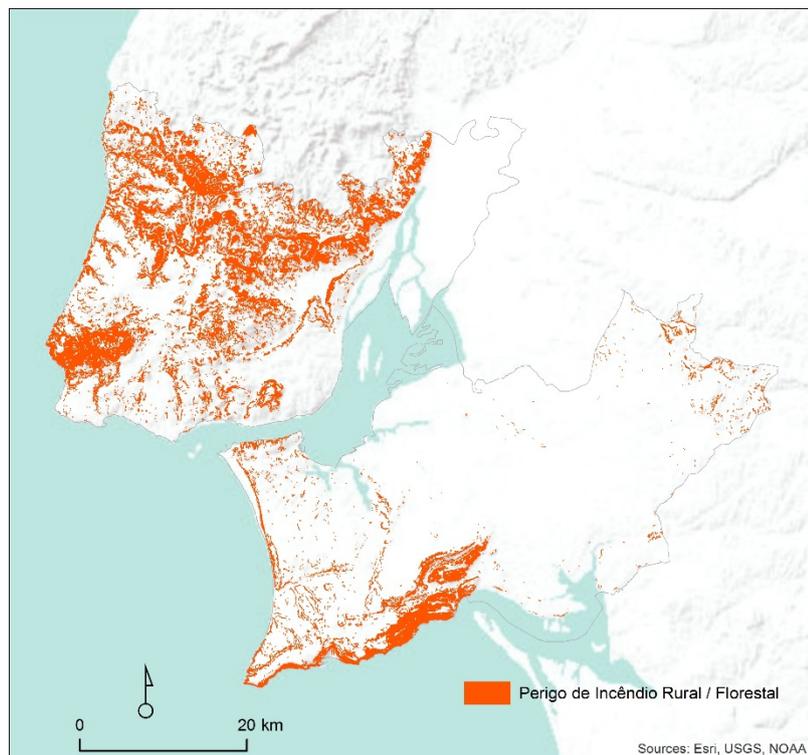


Figura 3. Territorialização do perigo atual de incêndio rural /florestal

Fonte: PMAAC-AML (2018)

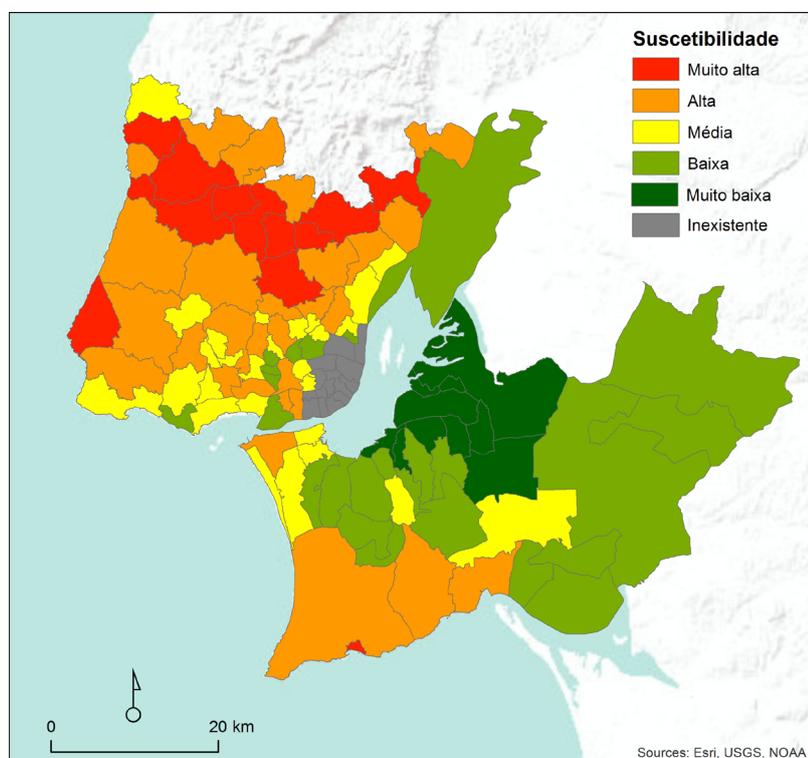


Figura 4. Suscetibilidade atual ao perigo de incêndio rural/florestal

Fonte: PMAAC-AML (2018)

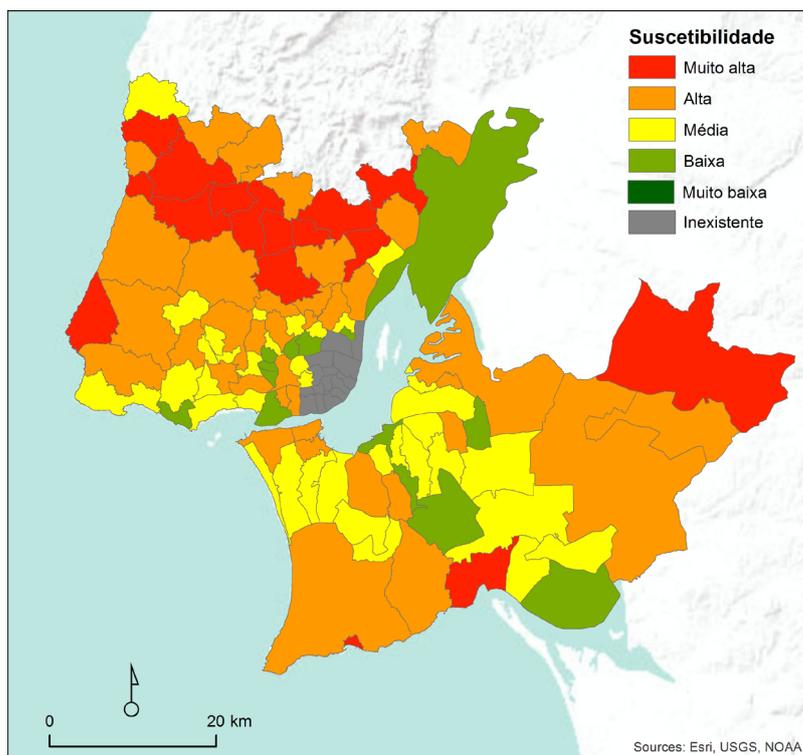


Figura 5. Suscetibilidade futura ao perigo de incêndio rural/florestal

Fonte: PMAAC-AML (2018)

3.2. Erosão do solo

O risco atual de erosão hídrica do solo, avaliada pela aplicação da Equação Universal de Perda Solo Potencial, tem uma expressão territorial estimada na AML, em cerca de 62 mil hectares, o que corresponde a 20,6% da área total da AML. Na atualidade, a erosão hídrica do solo tem uma maior incidência a norte do estuário do rio Tejo, ocorrendo de forma generalizada, na estreita dependência de declives moderados e acentuados, assim como de vertentes com extensão mais assinalável. Na Península de Setúbal a erosão hídrica do solo é relevante na área da serra da Arrábida e nas arribas do litoral e no troço do “gargalo¹” do Tejo.

Ao nível municipal, o risco de erosão hídrica tem a sua maior expressão nos municípios de Mafra, Loures e Sintra, onde as vertentes suscetíveis à erosão abrangem entre 39% e 65% dos territórios municipais. Em algumas freguesias dos municípios de Mafra (e.g. Igreja Nova e Cheleiros, Enxara do Bispo, Gradil e Vila Franca do Rosário e Azueira e Sobral da Abelheira) e Loures (e.g. Fanhões, Lousa e Bucelas) a expressão das vertentes suscetíveis à erosão ultrapassa 70% dos respetivos

¹ Troço final do rio Tejo entre o “mar da palha” e a foz, em que se verifica um estreitamento do leito.

territórios. Nos municípios de Odivelas, Oeiras, Cascais e Setúbal a expressão territorial da suscetibilidade à erosão hídrica do solo é também significativa, variando entre 20% e 30% dos respetivos territórios. Em contraste, o risco atual de erosão hídrica do solo é praticamente inexistente nos municípios do Montijo, Seixal, Moita e Alcochete. No município de Lisboa, a suscetibilidade à erosão hídrica não é muito relevante, devido ao elevado grau de selagem do solo por parte das intervenções antrópicas. Deste modo, este processo só tem o potencial para adquirir importância nas freguesias que abrangem a zona de Monsanto, nomeadamente Benfica, Ajuda e Alcântara.

O risco futuro de erosão hídrica do solo deverá ser equivalente ao atual, admitindo-se a ocorrência de um ligeiro incremento para cerca de 65 mil hectares (21,4% da área total da AML).

Os municípios de Mafra e de Loures continuarão a destacar-se, embora com um ligeiro decréscimo da percentagem de território suscetível (63% e 51%, respetivamente), o que é atribuído a uma ligeira quebra na erosividade da precipitação. Em todos os restantes municípios da AML verifica-se um agravamento do risco de erosão hídrica do solo. Em Sintra a percentagem de território suscetível aumenta para 40% e em Odivelas ultrapassa 30%.

As freguesias de Igreja Nova e Cheleiros e Enxara do Bispo, Gradil e Vila Franca do Rosário (Mafra) e de Lousa, Fanhões e Bucelas (Loures) destacam-se com mais de 70% dos respetivos territórios em risco futuro de erosão do solo.

Nos municípios de Moita e Alcochete o risco de erosão hídrica do solo permanece residual.

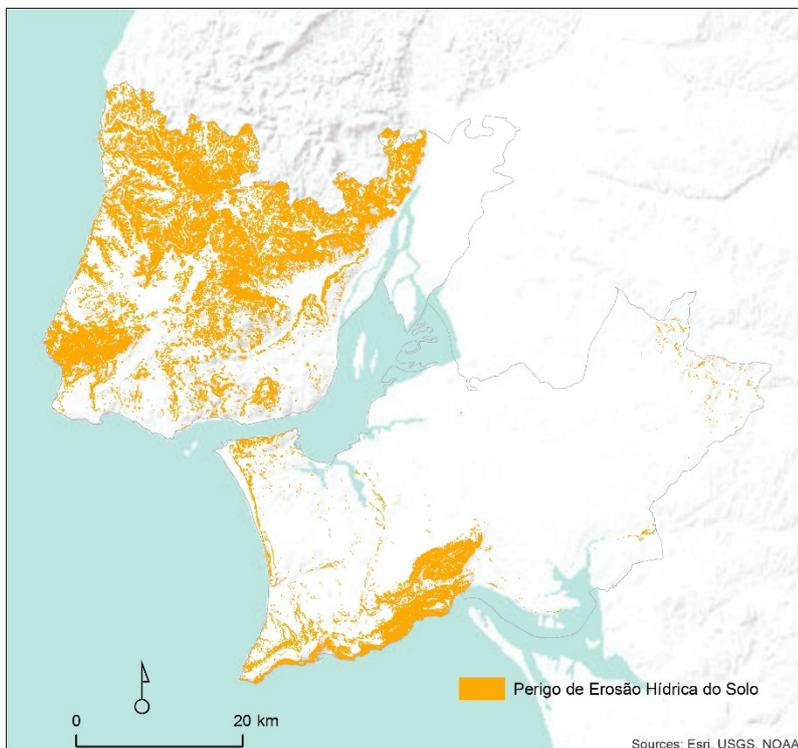


Figura 6. Territorialização do perigo atual de erosão hídrica do solo

Fonte: PMAAC-AML (2018)

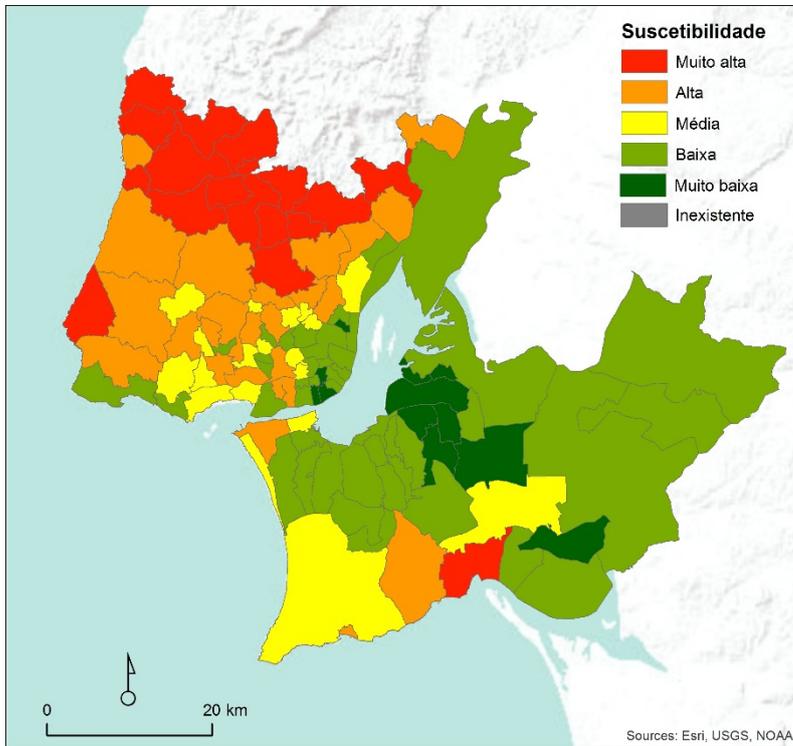


Figura 7. Suscetibilidade atual ao perigo de erosão hídrica do solo

Fonte: PMAAC-AML (2018)

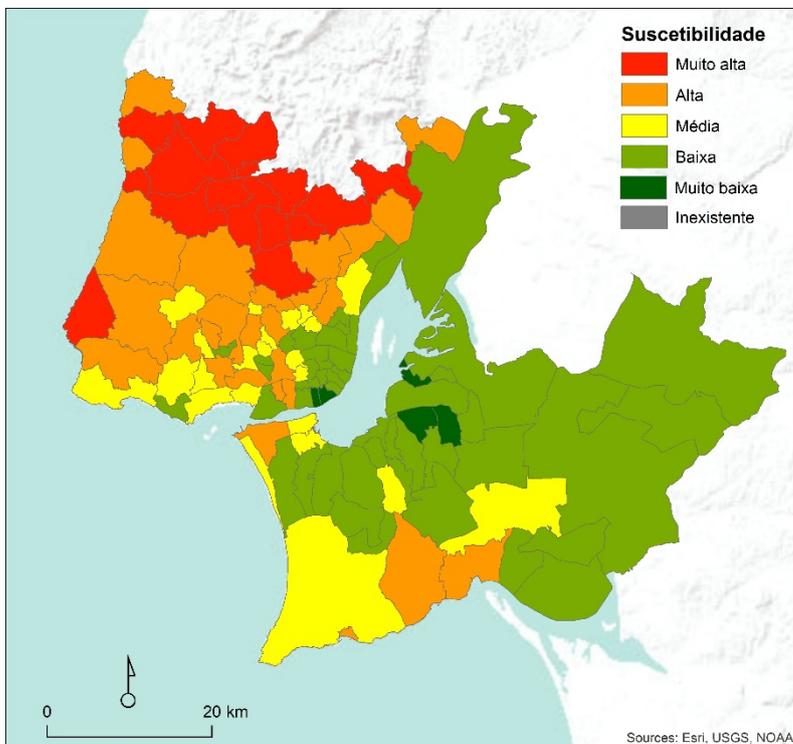


Figura 8. Suscetibilidade futura ao perigo futuro de erosão hídrica do solo

Fonte: PMAAC-AML (2018)

3.3. Instabilidade de vertentes

O risco atual de instabilidade de vertentes tem uma expressão territorial estimada em cerca de 18 mil hectares, o que corresponde a 5,9% da área total da AML. Tratando-se de processos gravíticos desencadeados quase sempre pela precipitação, não é de estranhar que os movimentos de massa em vertentes tenham uma maior propensão para ocorrer a norte do rio Tejo, onde o relevo é mais vigoroso e os declives mais acentuados. De entre as áreas perigosas no que respeita à instabilidade das vertentes destacam-se as costeiras de Odivelas-Vialonga e de Lousa-Bucelas, as vertentes dos principais vales fluviais e as vertentes talhadas em materiais margosos do Jurássico e Cretácico, sujeitas a deslizamento, essencialmente nos municípios de Vila Franca de Xira, Loures e Mafra. Na Península de Setúbal a instabilidade de vertentes é mais relevante na área da Serra da Arrábida e nas arribas do “gargalo” do Tejo.

A suscetibilidade à instabilidade de vertentes é atualmente mais relevante nos municípios de Mafra, Loures, Sintra, Odivelas e Vila Franca de Xira, com percentagens de território suscetível entre 16% e 9%. A sul do Rio Tejo destaca-se o município de Setúbal com 8,5% do respetivo território suscetível. No entanto, ao nível da freguesia a expressão territorial do perigo de instabilidade de vertentes pode ser bastante superior, como acontece na UF Alhandra, São João dos Montes e Calhandriz (Vila Franca de Xira) (44,1%), UF Igreja Nova e Cheleiros (Mafra) (42,3%), Fanhões (32,2%) e Lousa (30,1%) (Loures). Em contrapartida, o perigo atual de instabilidade de vertente é residual ou inexistente nos municípios do Seixal, Montijo, Moita, Barreiro e Alcochete.

No futuro, em contexto de alteração climática, o aumento do número de dias com precipitação intensa deverá fazer incrementar o perigo de instabilidade de vertentes, principalmente no que respeita aos movimentos de massa em vertentes superficiais. Admite-se que o perigo de instabilidade de vertentes poderá quase duplicar, face à situação atual, para uma expressão territorial próxima dos 30 mil hectares, correspondentes a cerca de 10% da área total da AML.

Ao nível municipal, Loures passa a destacar-se, com 30% do seu território suscetível à instabilidade de vertentes, seguido de Mafra, Odivelas e Sintra, com valores entre 23% e 19%. Na Amadora, Oeiras e Cascais a área suscetível à instabilidade de vertente aumenta muito significativamente (quase triplica) por comparação com a situação atual, passando a representar entre 13% e 17% dos respetivos territórios. No município de Lisboa a suscetibilidade à instabilidade de vertentes tenderá a aumentar significativamente nas freguesias de Benfica, Ajuda, Alcântara, Santa Clara, Penha de França, São Domingos de Benfica, Campolide e Campo de Ourique, devido ao aumento projetado do número de dias com precipitação abundante.

No futuro, deverão passar a contabilizar-se 12 freguesias com mais de 30% do seu território suscetível à ocorrência de movimentos de massa em vertentes, com destaque para UF Alhandra, São João dos Montes e Calhandriz (Vila Franca de Xira), Fanhões e Lousa (Loures), onde esse valor ultrapassa os 50%. O perigo de instabilidade de vertente permanecerá residual ou inexistente no futuro, nos municípios do Seixal, Montijo, Moita, Barreiro e Alcochete.

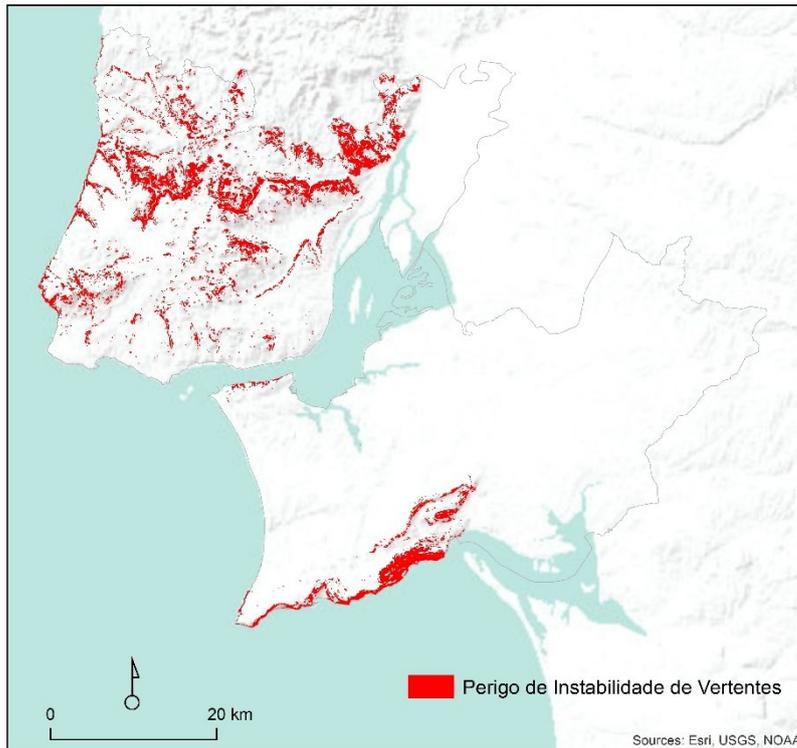


Figura 9. Territorialização do perigo atual de instabilidade de vertentes

Fonte: PMAAC-AML (2018)

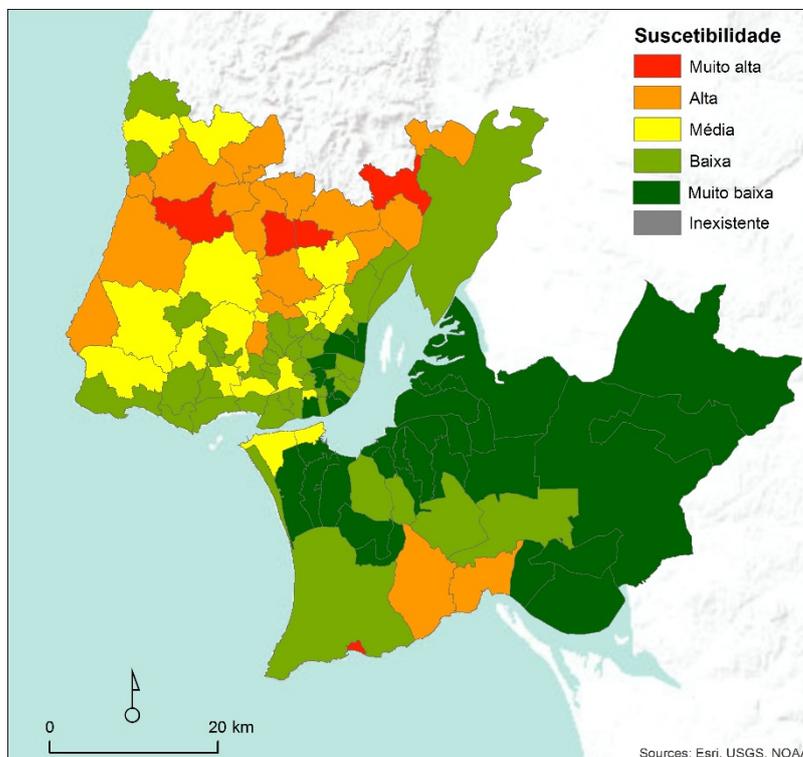


Figura 10. Suscetibilidade atual ao perigo de instabilidade de vertentes

Fonte: PMAAC-AML (2018)

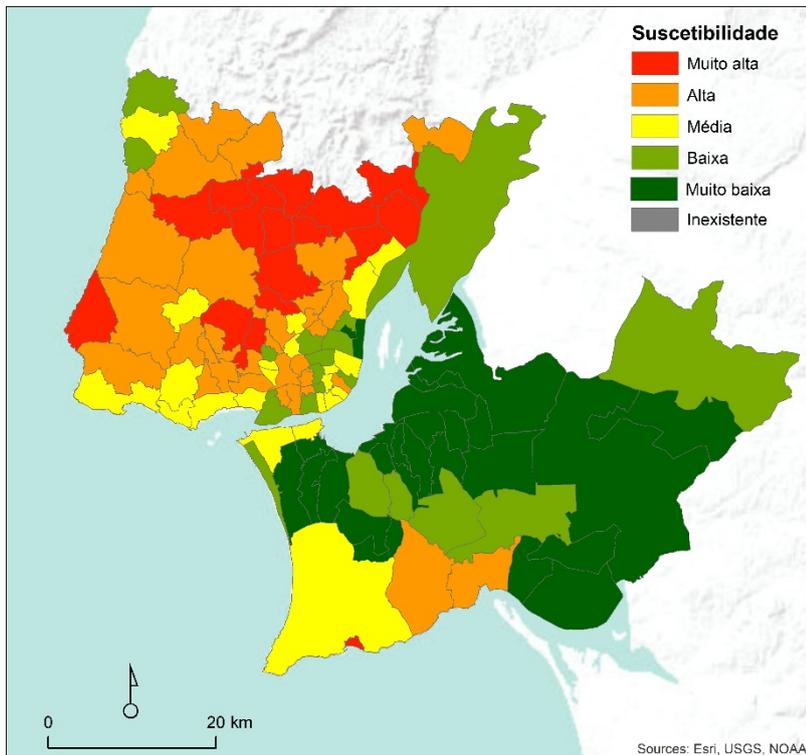


Figura 11. Suscetibilidade futura ao perigo de instabilidade de vertentes

Fonte: PMAAC-AML (2018)

3.4. Cheias e inundações

A AML sofre habitualmente os efeitos de diferentes tipos de cheias e inundações. As cheias rápidas ocorrem, tipicamente em resposta a chuvas muito intensas e concentradas em algumas horas, nas pequenas bacias hidrográficas drenadas por cursos de água afluentes dos rios Tejo e Sado ou com escoamento direto para o mar. Em muitas zonas densamente urbanizadas a situação tende a agravar-se, uma vez que muitas ribeiras foram canalizadas e cobertas e o sistema de drenagem revela-se incapaz de escoar toda a área aquando da ocorrência de precipitações intensas, gerando inundações mais ou menos extensivas. As cheias progressivas afetam os fundos dos vales aluviais dos principais cursos de água da região, com destaque para o rio Tejo e o rio Sado. Ao contrário das anteriores, estas cheias estão associadas à ocorrência de períodos longos de chuvas abundantes e persistentes. Por último, nos estuários dos rios Tejo e do Sado ocorrem inundações estuarinas, com alagamento das margens, onde a subida do caudal dos rios se acumula aos efeitos das marés e do *storm surge*².

² Sobreelevação do nível do mar de origem meteorológica

As inundações por cheia rápida e as inundações urbanas associadas ao mesmo tipo de precipitação desencadeante afetam uma área avaliada em cerca de 12 mil hectares, o que corresponde a cerca de 3,9% da área total da AML. Trata-se de um perigo que têm expressão territorial em todos os municípios da AML.

Ao nível municipal, o perigo de cheia rápida tem a sua maior expressão nos municípios de Alcochete, Odivelas e Loures, onde os fundos de vale inundáveis por cheia rápida abrangem entre 13% e 11% dos territórios municipais. Os municípios de Oeiras, Mafra, Cascais e Seixal apresenta áreas inundáveis compreendidas entre 6% e 4% dos respetivos territórios municipais, isto é, acima do valor de referência da AML.

Quando se considera o nível das freguesias, a expressão territorial das inundações por cheia rápida pode incrementar bastante, como acontece na UF Póvoa de Santo Adrião e Olival de Basto e, Odivelas (Odivelas), na UF Santo António dos Cavaleiros e Frielas e UF Santo Antão e São Julião do Tojal (Loures).

No futuro não são expectáveis incrementos significativos nas áreas inundáveis por cheia rápida, mas a ocorrência de episódios chuvosos muito intensos fará aumentar a perigosidade do processo em algumas zonas da AML. Encontram-se nestas circunstâncias as freguesias de UF Carcavelos e Parede (Cascais), UF Algés, Linda-a-Velha e Cruz Quebrada-Dafundo (Oeiras), Odivelas, UF Póvoa de Santo Adrião e Olival de Basto, UF Pontinha e Famões (Odivelas), UF Santo António dos Cavaleiros e Frielas, UF Camarate, Unhos e Apelação, Loures, UF Santo Antão e São Julião do Tojal (Loures) e Carvoeira (Mafra).

No município de Lisboa, a maior parte da rede de drenagem encontra-se coberta e as inundações afetam com maior intensidade as freguesias de São Domingos de Benfica, Arroios, Avenidas Novas, Santo António, Santa Maria Maior e Campo de Ourique. No futuro, as freguesias de Avenidas Novas e Santo António deverão caracterizar-se por suscetibilidade muito elevada às inundações, enquanto as freguesias de Arroios, Penha de França, São Domingos de Benfica e Campolide terão suscetibilidade elevada.

As inundações por cheia progressiva afetam uma área avaliada em cerca de 31 mil hectares, correspondentes a cerca de 10% da área total da AML. Ao contrário das cheias rápidas, as cheias progressivas ocorrem apenas num número limitado de municípios, não tendo expressão em Mafra, Sintra, Cascais, Oeiras, Amadora, Odivelas, Almada e Sesimbra.

Ao nível municipal, o perigo de cheia progressiva tem a sua maior expressão no município de Vila Franca de Xira, atingindo cerca de 67%³ do território municipal. Os municípios da Moita e Alcochete

³ Os valores percentuais apresentados para a extensão territorial das inundações por cheia progressiva nos municípios e freguesias teve em consideração os limites terra-rio da CAOP 2010.

encontram-se numa segunda linha, com 27,2% e 26,9% dos respetivos territórios suscetíveis a inundação por este tipo de cheia. Em termos comparativos, os municípios do Seixal e do Montijo estão bastante menos expostos a este tipo de perigo, com 9,4% e 6,2% dos respetivos territórios sujeitos a inundação. Nos restantes municípios (Barreiro, Palmela, Loures, Lisboa e Setúbal) a expressão territorial da inundação por cheia progressiva é ainda mais reduzida, variando entre 0,7% e 2,1% das áreas concelhias.

A diminuição projetada dos quantitativos da precipitação anual nos cenários considerados de alteração climática permite concluir que o perigo de cheia progressiva não se vai agravar no futuro na AML. Pelo contrário, é de esperar uma relativa diminuição na frequência de ocorrência deste tipo de perigo. Em todo o caso, ressalta a elevada suscetibilidade verificada em algumas freguesias ribeirinhas, de onde se destacam Vila Franca de Xira e UF Gaio-Rosário e Sarilhos Pequenos (Moita), com 93% e 67% dos respetivos territórios sujeitos a inundação. Num plano secundário, com valores entre 42% e 21%, encontram-se as freguesias do Samouco (Alcochete), UF Baixa da Banheira e Vale da Amoreira (Moita), UF Castanheira do Ribatejo (e Cachoeiras (Vila Franca de Xira), Alcochete (Alcochete), Alhos Vedros (Moita) e UF Montijo e Afonsoeiro (Montijo).

As inundações nos estuários do Tejo e do Sado afetam uma área avaliada em cerca de 17 mil hectares, correspondentes a cerca de 5,6% da área total da AML. Refira-se que uma parte significativa desta área corresponde a sapais, onde não existem pessoas e estruturas expostas em permanência, mas onde as consequências negativas das alterações climáticas podem ser muito severas em termos ambientais.

O risco de inundação em estuário assume a maior relevância no município de Alcochete (31% do território afetado), seguido pela Moita, Vila Franca de Xira, Seixal, Setúbal e Barreiro (com percentagens de território municipal inundável entre 22% e 8%). Nos restantes municípios com território estuarino (Lisboa, Loures, Almada, Montijo e Palmela), a percentagem de área afetada é mais reduzida, situando-se entre 3,9% e 0,8% dos respetivos territórios municipais.

A alteração climática e, especialmente, a subida do nível do mar, vão fazer agravar o risco de inundação nas zonas ribeirinha nos estuários do Tejo e do Sado. As situações mais desfavoráveis verificam-se nas freguesias de Vila Franca de Xira, UF Póvoa de Santa Iria e Forte da Casa (Vila Franca de Xira), Parque das Nações (Lisboa), Alcochete, Samouco (Alcochete), UF Gaio-Rosário e Sarilhos Pequenos, UF Baixa da Banheira e Vale da Amoreira (Moita), UF Barreiro e Lavradio (Barreiro), UF Seixal, Arrentela e Aldeia de Paio Pires (Seixal), UF Montijo e Afonsoeiro (Montijo), Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra, e Sado (Setúbal). Em qualquer destas freguesias a área inundável no futuro será superior a 100 hectares (atingindo quase 5000 hectares na freguesia de Vila Franca de Xira), representando uma fração sempre superior a 20% do território das freguesias em causa.

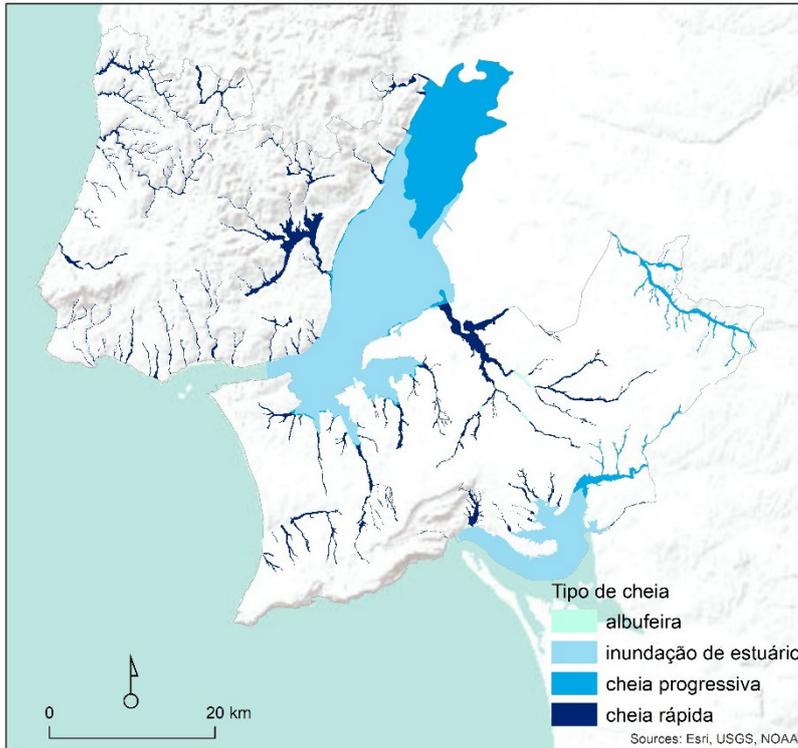


Figura 12. Territorialização do perigo atual de cheia e inundação

Fonte: PMAAC-AML (2018)

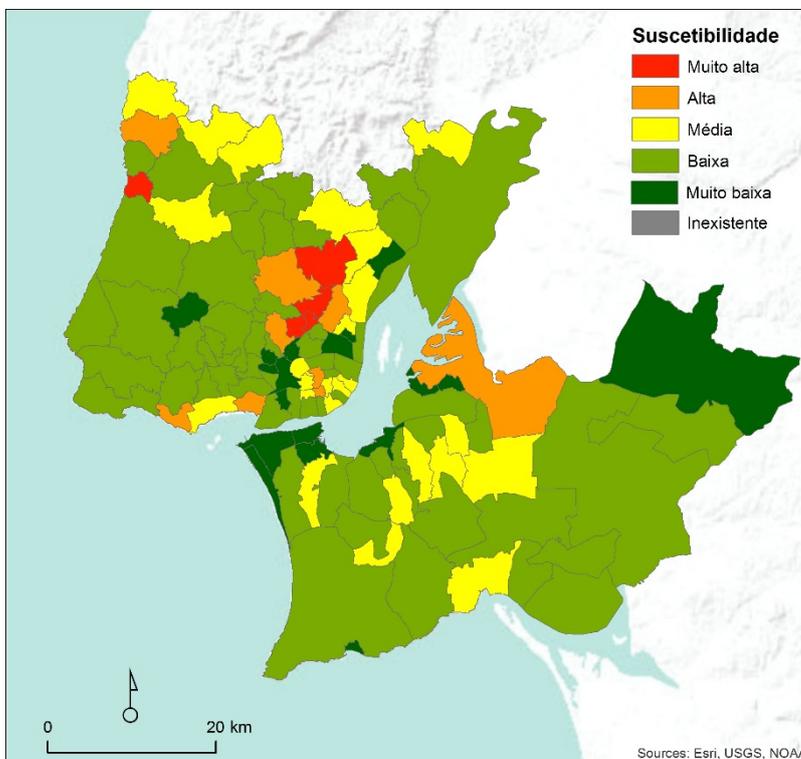


Figura 13. Suscetibilidade atual ao perigo de cheia rápida / inundação urbana

Fonte: PMAAC-AML (2018)

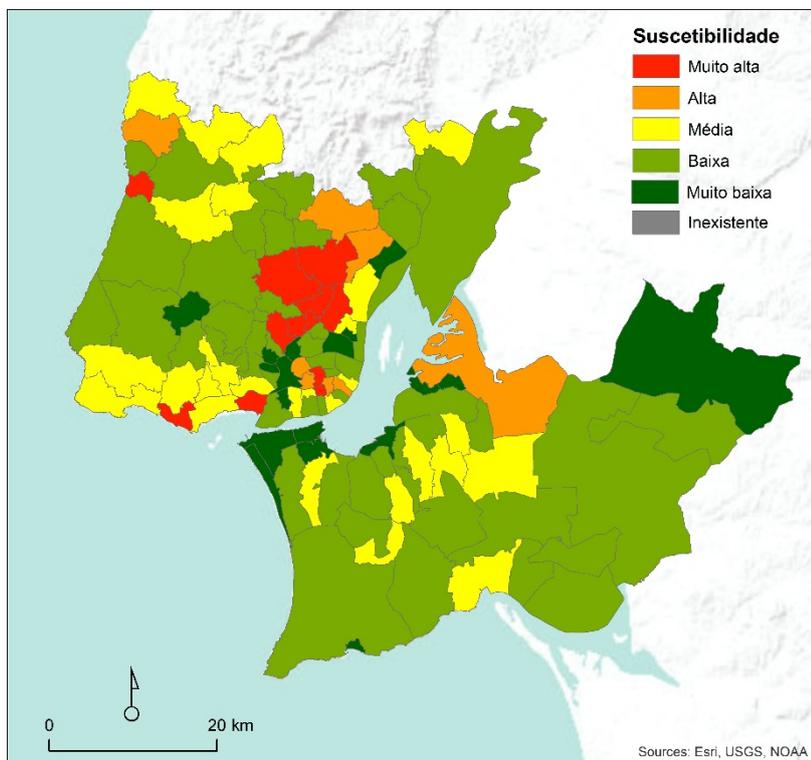


Figura 14. Suscetibilidade futura ao perigo de cheia rápida / inundação urbana
 Fonte: PMAAC-AML (2018)

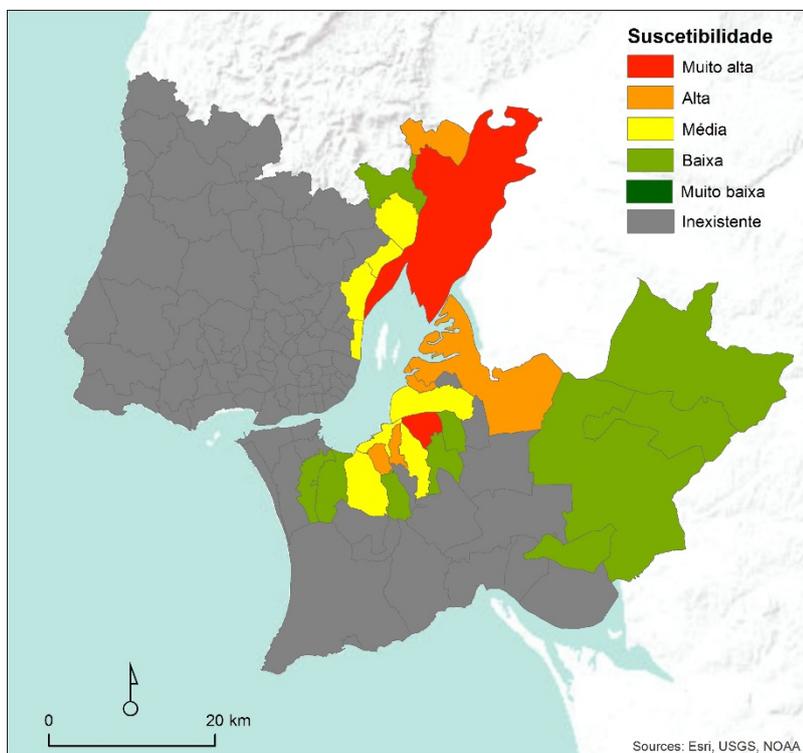


Figura 15. Suscetibilidade atual ao perigo de cheia progressiva
 Fonte: PMAAC-AML (2018)

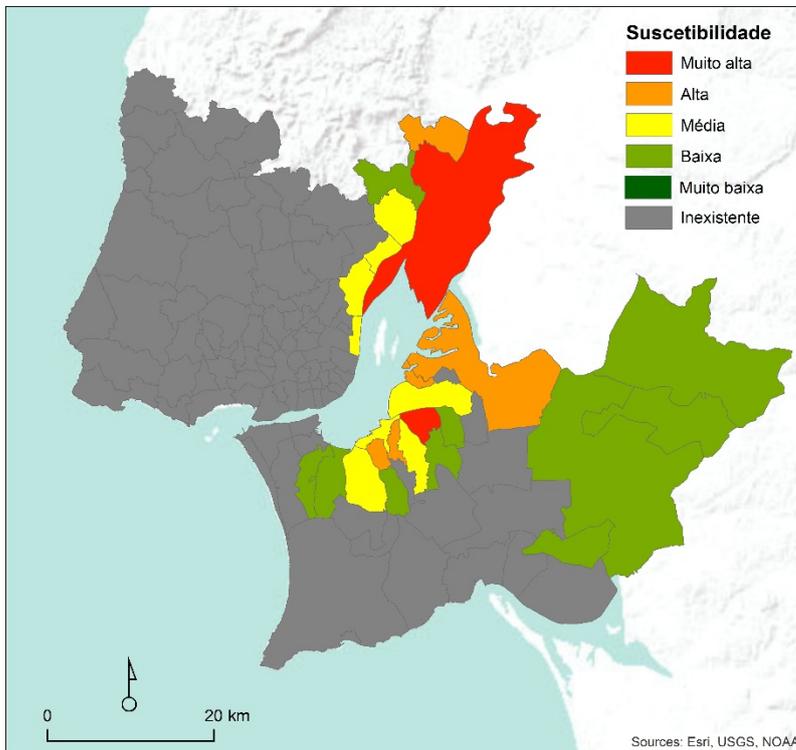


Figura 16. Suscetibilidade futura ao perigo de cheia progressiva

Fonte: PMAAC-AML (2018)

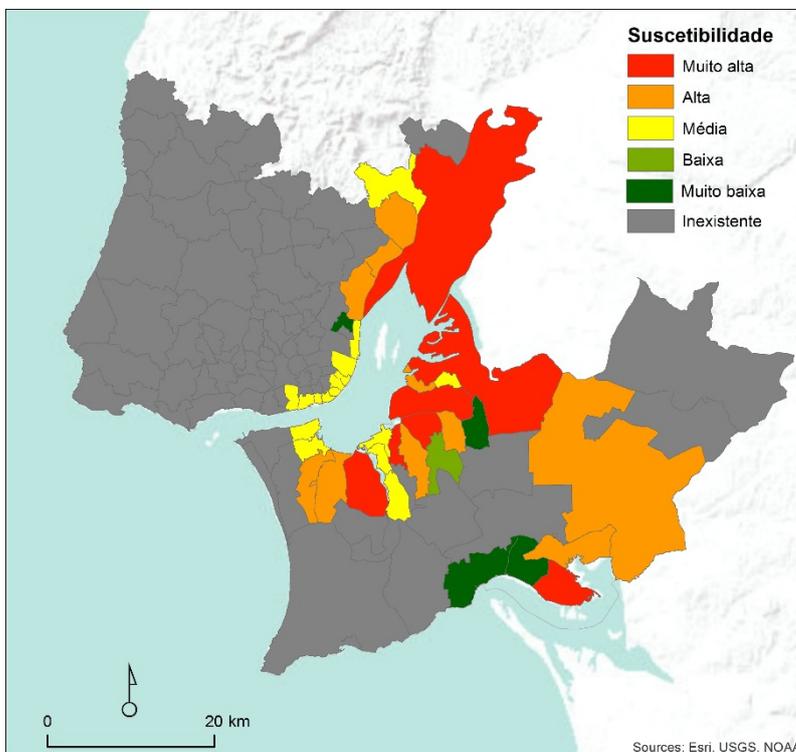


Figura 17. Suscetibilidade atual ao perigo de inundação estuarina

Fonte: PMAAC-AML (2018)

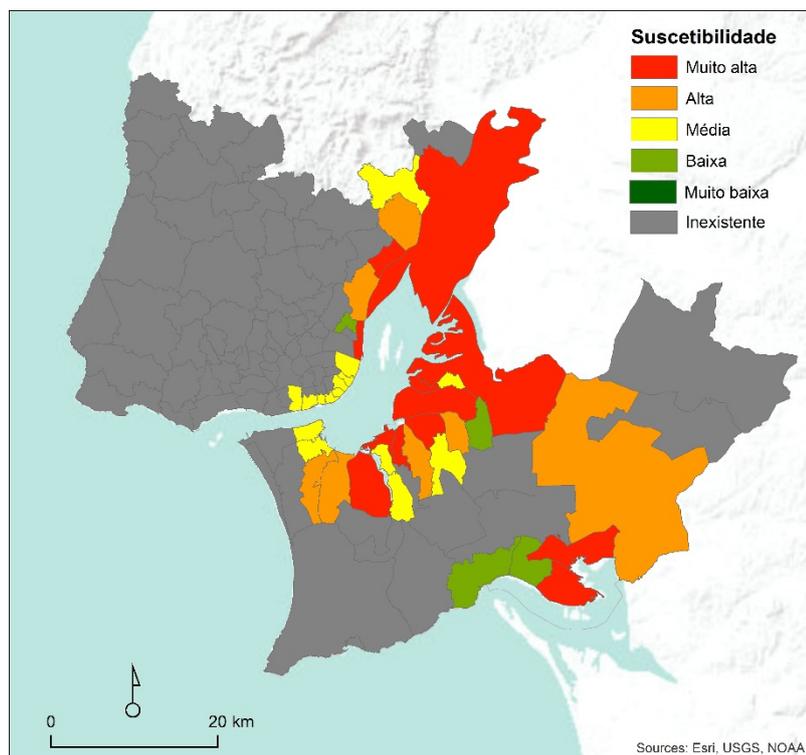


Figura 18. Suscetibilidade futura ao perigo de inundação estuarina

Fonte: PMAAC-AML (2018)

3.5. Inundações e galgamentos costeiros, erosão litoral e recuo de arribas

O efeito combinado das alterações climáticas com a subida do nível do mar provoca riscos severos na zona litoral da AML, que se revestem de particularidades distintas nos litorais baixos e arenosos e nos litorais de arriba rochosa.

Nas zonas litorais baixas e arenosas os fenómenos de erosão são acompanhados por galgamentos e inundações costeiras. Na atualidade, este perigo afeta cerca de 225 hectares na AML, com especial destaque para o município de Almada, especialmente a zona entre a Cova do Vapor e a Costa da Caparica, onde se concentra 86% da área total sujeita a galgamento na AML. Numa posição secundária encontram-se os municípios de Cascais e Sesimbra, onde a área suscetível a galgamento abrange 12,5 e 11,3 hectares, respetivamente. A expressão territorial absoluta dos galgamentos oceânicos é menor nos municípios de Sintra, Mafra e Setúbal (entre 3,6 e 2 hectares), mas os efeitos podem ser muito danosos, atendendo à menor profundidade/dimensão da generalidade das praias destes municípios.

No futuro, a erosão do litoral arenoso e os galgamentos costeiros vão acentuar-se e poderão afetar uma área de cerca de 600 hectares, com uma incidência ainda mais concentrada no município de Almada, que concentrará cerca de 90% da área suscetível a galgamento e inundação costeira. No

entanto, o problema vai alargar-se igualmente no município de Sesimbra, onde a área afetada pode triplicar em relação à área suscetível atual. Nos restantes municípios com litoral baixo e arenoso o incremento da área afetada será mais reduzido, devido à exiguidade das praias.

Nas zonas litorais rochosas a erosão litoral traduz-se tipicamente no recuo das arribas, que pode ser mais ou menos acentuado, em função da agressividade e eficácia da erosão hidráulica e mecânica associada à ondulação e da resistência oferecida pelos materiais rochosos onde se encontra talhada a arriba.

Atualmente, o perigo de recuo de arribas afeta cerca de 710 hectares na AML, com destaque para os municípios de Sesimbra e Sintra (332 e 158 hectares, respetivamente). Em Setúbal o perigo de recuo de arribas abrange uma área de 81 hectares. Nos municípios de Cascais, Almada e Mafra a área potencialmente afetada pelo recuo das arribas é mais reduzida, estando compreendida entre 60 e 37 hectares.

No futuro, o perigo de recuo de arribas poderá afetar quase 2000 hectares de território litoral na AML, contemplando os 710 hectares que se encontram já atualmente em risco. Ao nível municipal, Sesimbra continuará destacado, com quase 800 hectares de território suscetível, enquanto Setúbal se afirma na segunda posição, quadruplicando a sua área suscetível. Os municípios de Sintra, Cascais, Mafra e Almada vêm praticamente duplicar as áreas suscetíveis nos litorais rochosos.

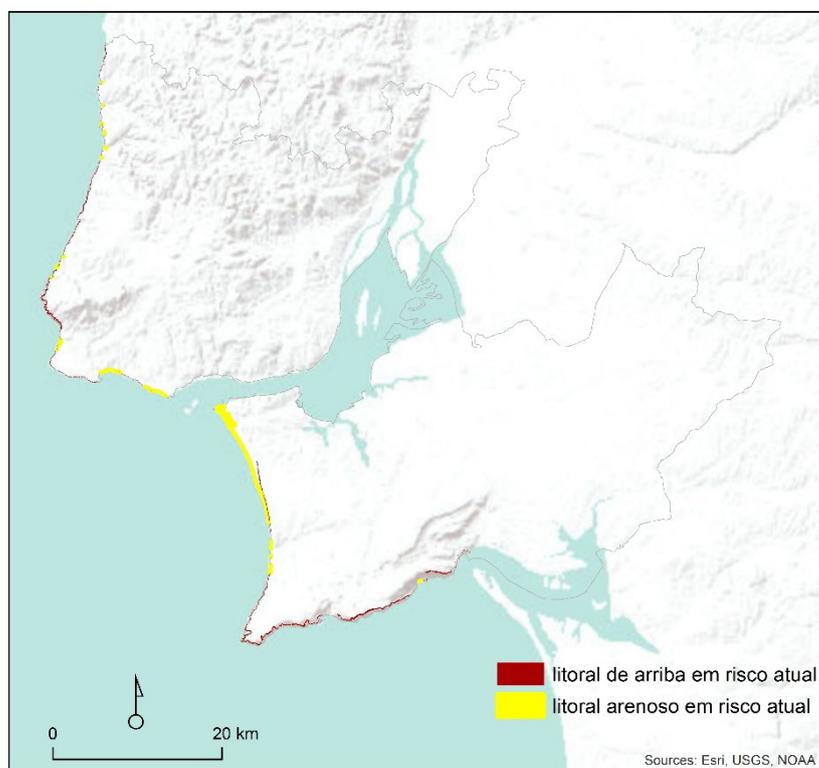


Figura 19. Territorialização do perigo atual de galgamento / erosão, em litoral arenoso e litoral de arriba

Fonte: PMAAC-AML (2018)

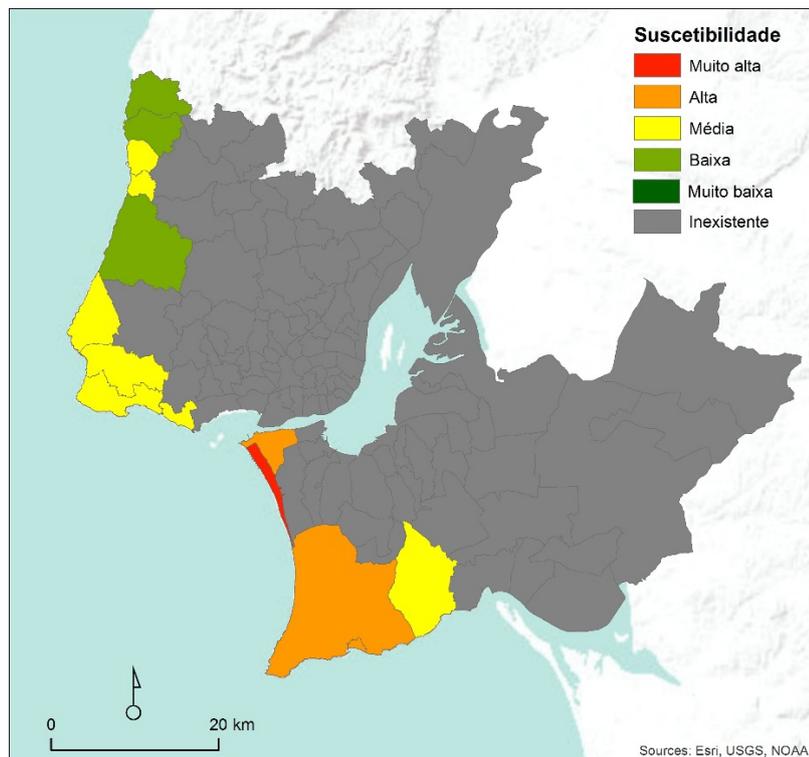


Figura 20. Suscetibilidade atual ao perigo de galgamento / erosão em litoral baixo arenoso

Fonte: PMAAC-AML (2018)

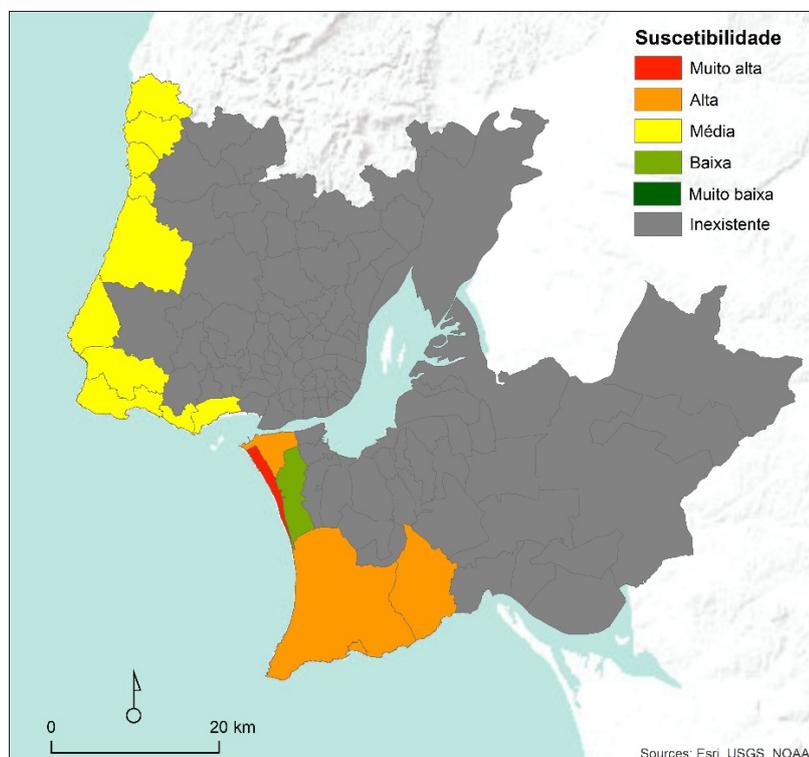


Figura 21. Suscetibilidade futura ao perigo de galgamento / erosão em litoral baixo arenoso

Fonte: PMAAC-AML (2018)

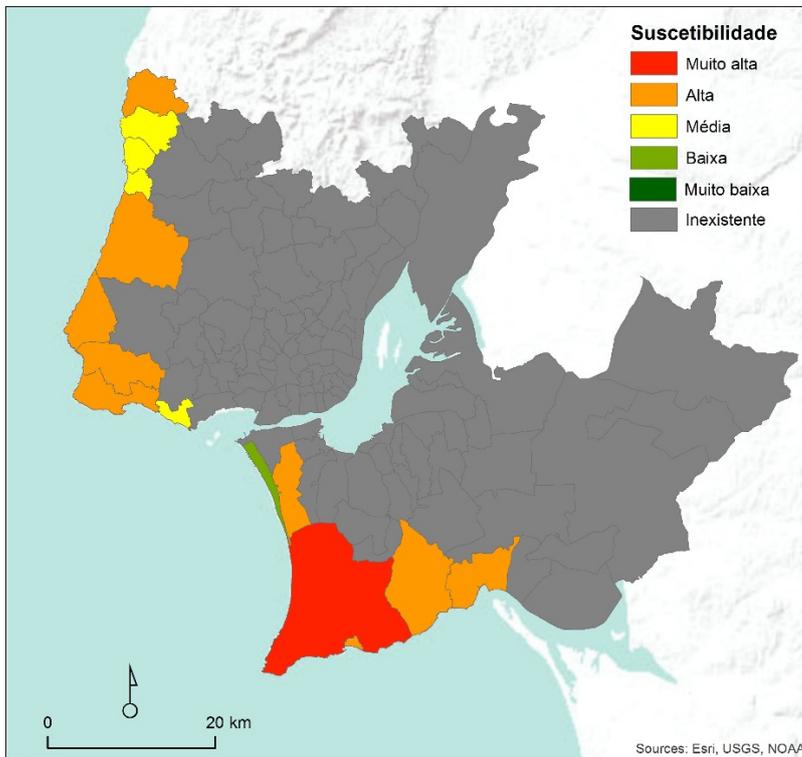


Figura 22. Suscetibilidade atual ao perigo de erosão e recuo de arriba em litoral de arriba

Fonte: PMAAC-AML (2018)

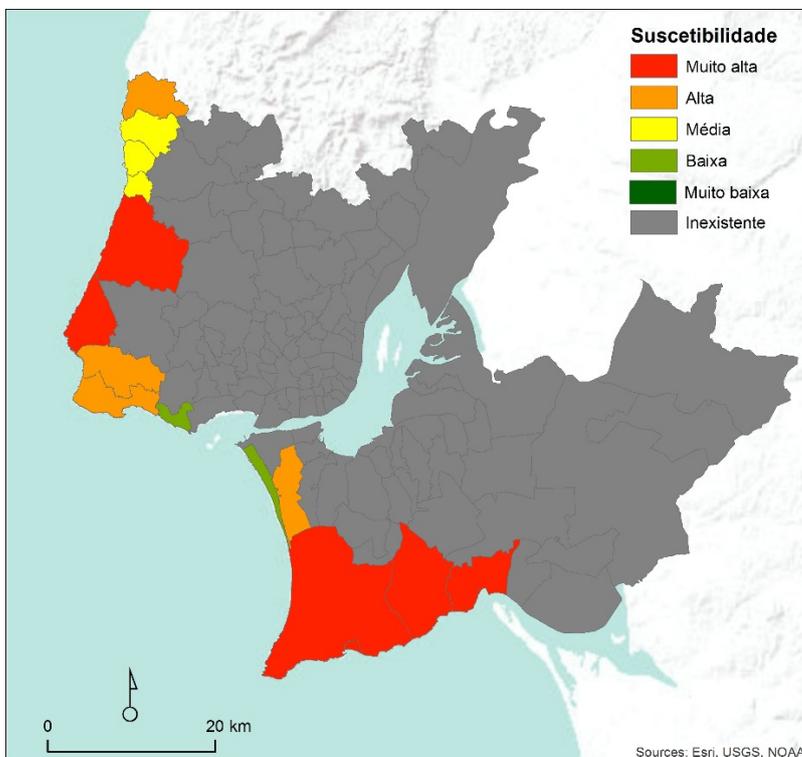


Figura 23. Suscetibilidade futura ao perigo de erosão e recuo de arriba em litoral de arriba

Fonte: PMAAC-AML (2018)

3.6. Calor excessivo

A suscetibilidade atual ao calor excessivo na AML varia entre muito baixa e moderada. A suscetibilidade muito baixa ocorre exclusivamente a norte do estuário do rio Tejo, a norte da Serra de Sintra e abrangendo a totalidade do município de Mafra e algumas freguesias de Sintra e de Loures, mais próximas do litoral. A suscetibilidade baixa observa-se na Serra de Sintra, e alarga-se à quase totalidade dos municípios de Cascais, Sintra, Oeiras, Amadora e Loures. Esta classe de suscetibilidade encontra-se ainda na Península de Setúbal, na zona da Costa da Caparica – Cova do Vapor (Almada). O restante território da Península de Setúbal regista uma suscetibilidade moderada, que se alarga também a Lisboa e à zona ribeirinha do município de Vila Franca de Xira.

No futuro, o risco de calor excessivo vai aumentar de modo muito significativo na AML, mostrando uma gradação marcada, com acentuação do calor de Oeste para Este. A zona de suscetibilidade muito baixa vai restringir-se às freguesias mais próximas do litoral a norte da Serra de Sintra. A suscetibilidade baixa abrange a Serra de Sintra e o litoral de Cascais e prolonga-se por freguesias de Sintra e Loures. A leste situa-se uma faixa relativamente estreita com suscetibilidade moderada, que abrange freguesias de Cascais, Sintra, Oeiras e Loures.

A zona com suscetibilidade elevada à ocorrência de calor excessivo abrange a maior parte do território da AML e inclui a totalidade dos municípios de Lisboa, Vila Franca de Xira, Almada, Barreiro, Seixal, Moita, Montijo, Alcochete, Sesimbra, Palmela e Setúbal.

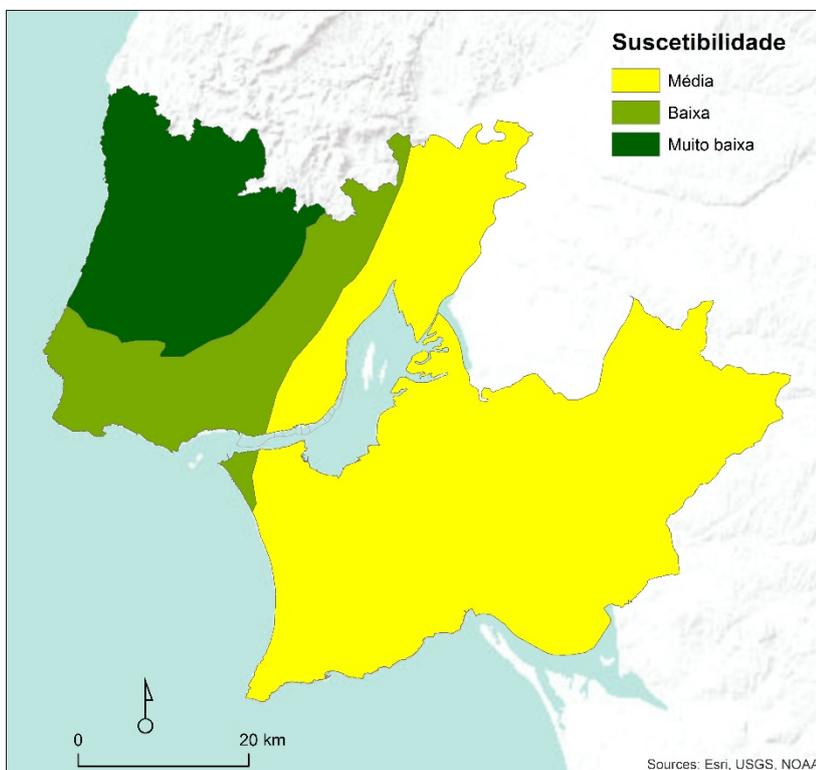


Figura 24. Suscetibilidade atual ao perigo de calor excessivo

Fonte: PMAAC-AML (2018)

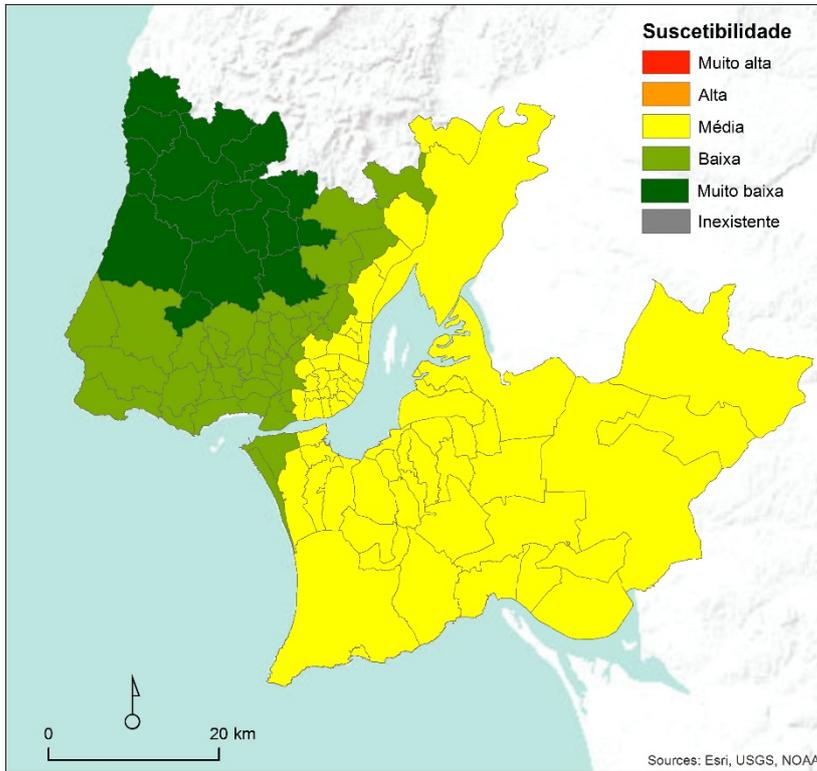


Figura 25. Suscetibilidade atual ao perigo de calor excessivo
 Fonte: PMAAC-AML (2018)

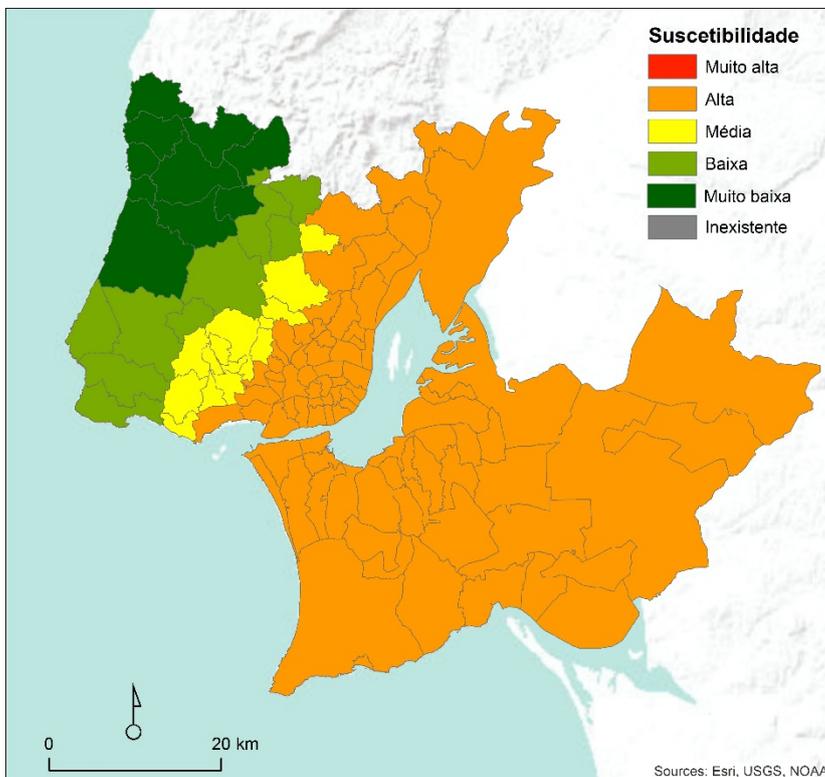


Figura 26. Suscetibilidade futura ao perigo de calor excessivo
 Fonte: PMAAC-AML (2018)

3.7. Seca meteorológica

A suscetibilidade à seca meteorológica regista atualmente apenas duas classes na AML: baixa e média. A classe de suscetibilidade média abrange a totalidade da Península de Setúbal, estendendo-se também na Península de Lisboa ao longo da faixa ribeirinha e na zona litoral até ao sopé sul da serra de Sintra. A classe de suscetibilidade baixa estende-se essencialmente pelos municípios de Sintra, Mafra e Loures.

No futuro, o risco de seca meteorológica vai aumentar de modo significativo na AML. A zona de suscetibilidade baixa ficará reduzida às freguesias litorais dos municípios de Mafra e de Sintra, a norte da serra de Sintra. A classe de suscetibilidade média afetará uma zona extensa que se prolonga na Península de Lisboa e na Península de Setúbal e que abrange o essencial dos municípios de Cascais, Oeiras, Sintra, Amadora, Odivelas, Loures, Lisboa, Almada, Barreiro, Moita, Seixal e Sesimbra. A classe de suscetibilidade alta ocorre no sector mais interior da AML, abrangendo essencialmente os municípios de Vila Franca de Xira, Alcochete, Montijo, Palmela e Setúbal.

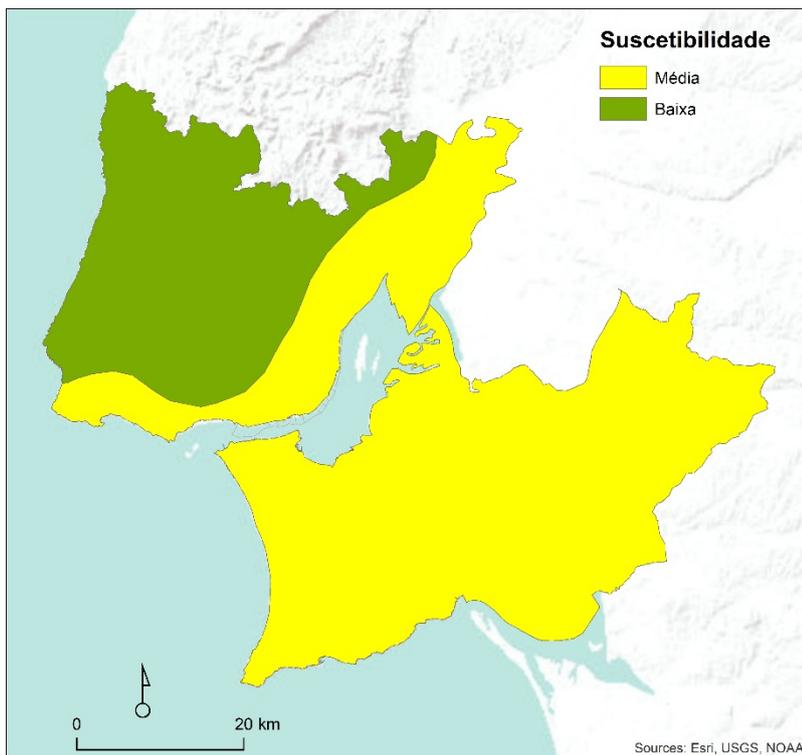


Figura 27. Suscetibilidade atual ao perigo de seca meteorológica

Fonte: PMAAC-AML (2018)

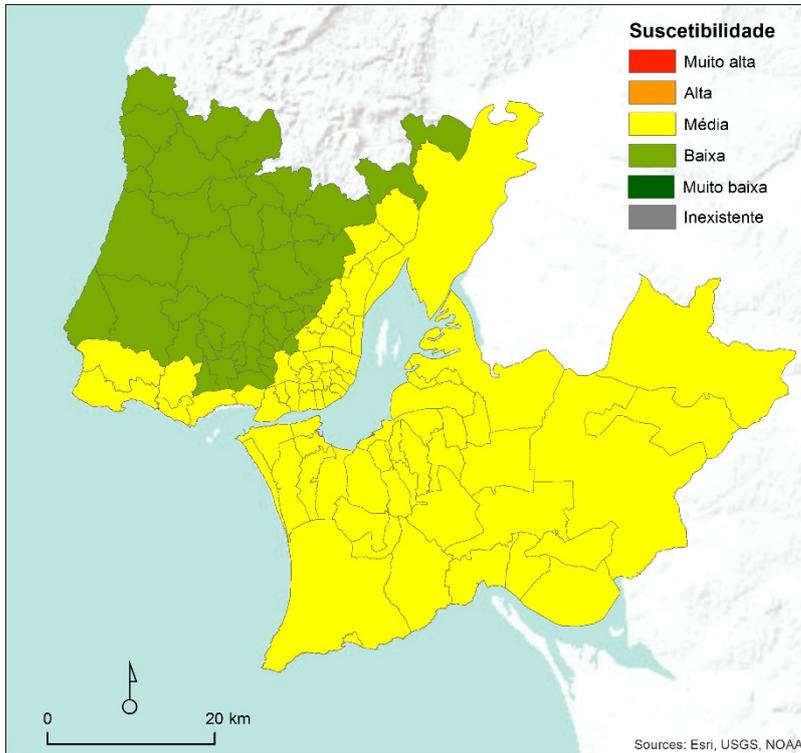


Figura 28. Suscetibilidade atual ao perigo de seca meteorológica

Fonte: PMAAC-AML (2018)

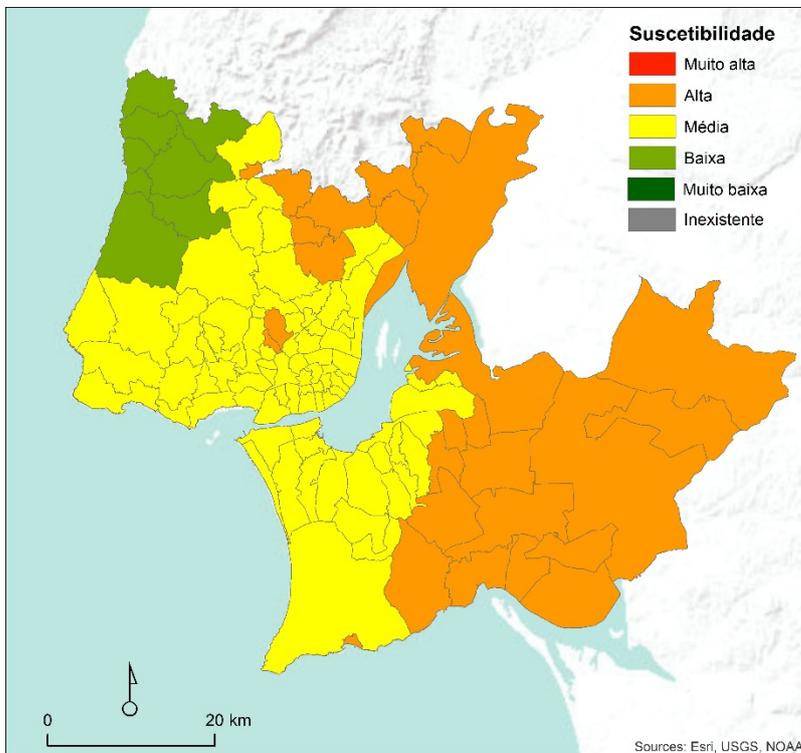


Figura 29. Suscetibilidade futura ao perigo de seca meteorológica

Fonte: PMAAC-AML (2018)

3.8. Tempestades de vento

O perigo atual de vento forte na AML é elevado nas serras mais altas (Sintra e Arrábida), nos topos das colinas que se estendem por Mafra, Loures e Vila Franca de Xira, e na fachada litoral, essencialmente no litoral de arriba. A classe de suscetibilidade moderada tem a sua maior expressão ao longo dos estuários dos rios Tejo e Sado. Nas áreas mais baixas e topograficamente mais deprimidas a suscetibilidade atual à baixa.

No futuro não são expectáveis modificações significativas na distribuição da suscetibilidade do território ao vento forte. A suscetibilidade mais forte ocorre nas freguesias de Colares (Sintra), Malveira e São Miguel de Alcainça, Venda do Pinheiro e Santo Estevão das Galés (Mafra), Fanhões (Loures), freguesia da UF de Alhandra, São João dos Montes e Calhandriz (Vila Franca de Xira), Venteira (Amadora) e Santiago (Sesimbra).

A suscetibilidade moderada abrange todas as restantes freguesias da faixa litoral da Península de Setúbal, a que se acrescenta uma faixa alargada de freguesias no interior da Península de Lisboa, entre a Serra de Sintra e a costeira de Lousa – Bucelas.

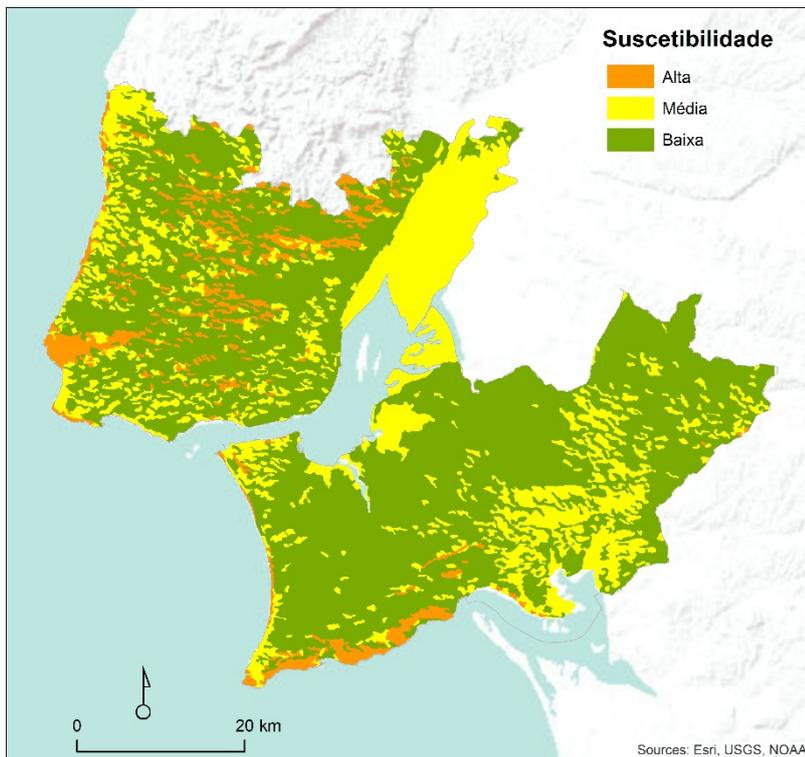


Figura 30. Suscetibilidade atual ao perigo de vento forte

Fonte: PMAAC-AML (2018)

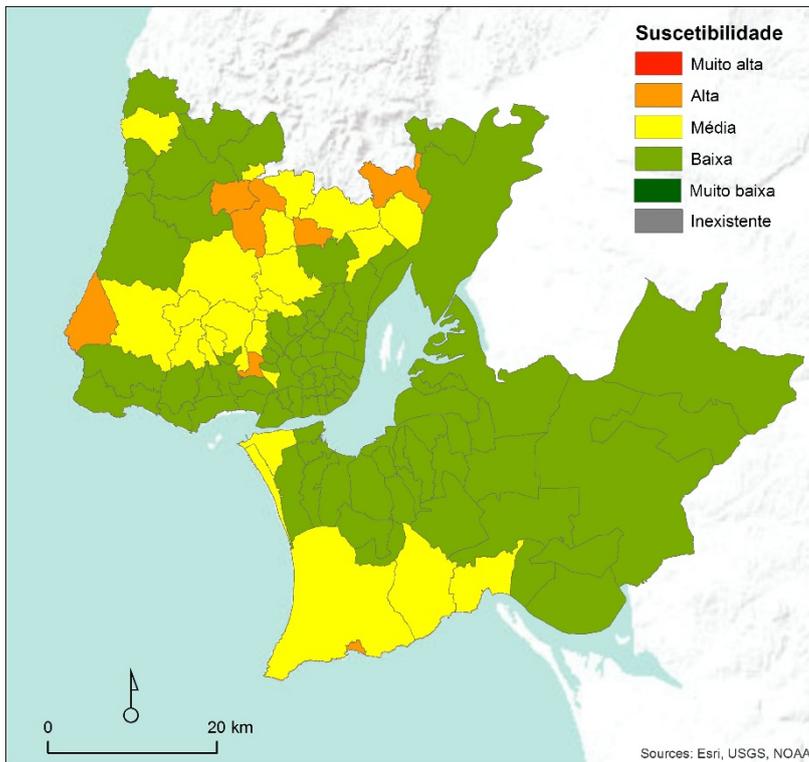


Figura 31. Suscetibilidade atual ao perigo de vento forte
Fonte: PMAAC-AML (2018)

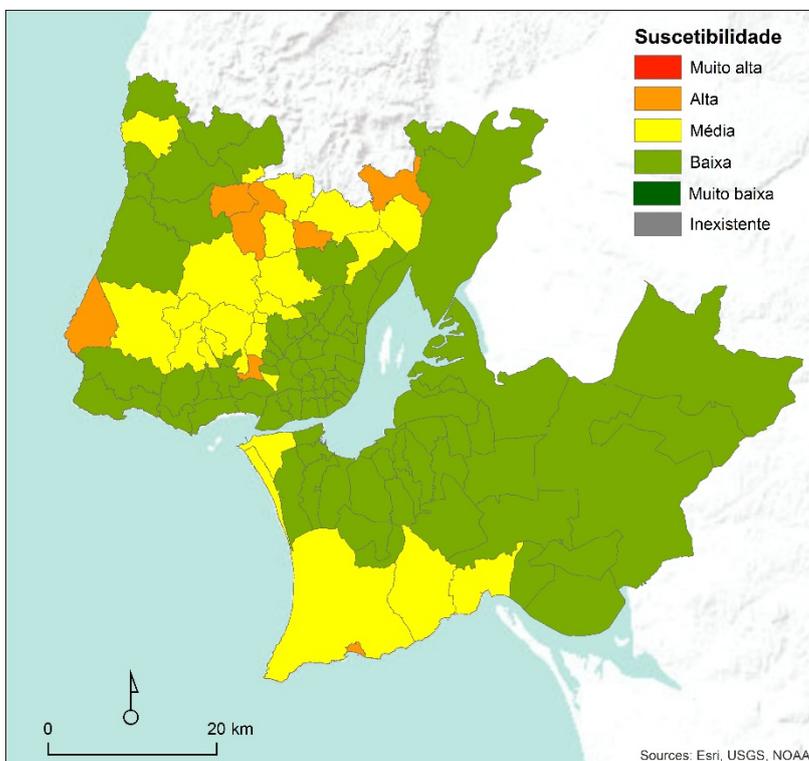
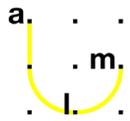


Figura 32. Suscetibilidade futura ao perigo de vento forte
Fonte: PMAAC-AML (2018)



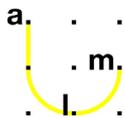
adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 4. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas na AML

Cofinanciado por:





4. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas

4.1. Introdução

Tendo como referência de partida o cenário base de adaptação – apresentado no Volume I – e os riscos climáticos, o presente capítulo centra-se na identificação e avaliação global dos impactes e das vulnerabilidades climáticas, atuais e futuras do território metropolitano, precedendo a análise de cada um dos sectores estratégicos de adaptação definidos na ENAAC.

Nesta ótica, são abordados os seguintes pontos:

- Avaliação da sensibilidade aos estímulos climáticos, através da identificação dos valores ambientais, físicos/infraestruturais, sociais, económicos e culturais suscetíveis de serem afetados por estímulos climáticos;
- Avaliação da capacidade adaptativa, desenvolvida, fundamentalmente, através da análise da capacidade dos sistemas ambientais, sociais, económicos e culturais se adaptarem às alterações climáticas;
- Identificação dos impactes climáticos atuais, concretizada, fundamentalmente, a partir do levantamento sistemático dos eventos climáticos extremos que afetaram o território metropolitano entre 2000 e 2018;
- Avaliação das vulnerabilidades climáticas atuais, sustentada na construção de índices de vulnerabilidade, agregados para cada tipo de risco climático (relacionando a exposição, a sensibilidade e a capacidade adaptativa do território aos riscos climáticos);
- Avaliação das vulnerabilidades climáticas futuras, sustentada em índices de vulnerabilidade, agregados para cada tipo de risco climático, tendo por base a modelação de forçadores climáticos segundo os cenários de médio e longo prazo.

4.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos

O IPCC (2007) define a sensibilidade climática como "o grau em que um sistema é afetado, quer negativamente ou beneficemente, por estímulos relacionados com o clima. O efeito pode ser direto (por exemplo, mudança no rendimento das culturas em resposta a uma alteração na média, alcance ou variabilidade de temperatura) ou indireto (por exemplo, danos causados por um aumento na frequência de inundações devido ao aumento do nível do mar)".

Como referido na metodologia, a avaliação da sensibilidade aos estímulos climáticos foi suportada no mapeamento de um conjunto de indicadores de sensibilidade climática⁴, através da identificação dos valores ambientais, físicos/infraestruturais, sociais, económicos e culturais suscetíveis de serem afetados por esses estímulos, cruzando a cartografia georreferenciada dos elementos expostos proveniente de diversas fontes com a cartografia dos vários riscos climáticos produzida no âmbito do PMAAC-AML.

A análise da **sensibilidade aos incêndios rurais/florestais** (Figura 33) evidencia, em primeiro lugar, uma maior concentração das freguesias mais sensíveis em áreas menos urbanizadas, com maior ocupação florestal e relevo mais acentuado. A sensibilidade da área florestal e dos valores ecológicos são, globalmente, os indicadores que mais contribuem para o índice elevado. Destacam-se, na Margem Norte, os municípios de Cascais, Loures, Mafra, Sintra e Vila Franca de Xira e, na Margem Sul, algumas freguesias nos municípios de Setúbal e Sesimbra.

De todo o território metropolitano, as situações de sensibilidade mais elevada aos incêndios rurais e florestais encontram-se nas freguesias de UF de Sintra e em Colares (Sintra) e na UF de Azeitão (Setúbal). Nos casos das freguesias de Sintra, o elevado índice de sensibilidade está relacionado com a exposição de alojamentos ao risco de incêndio ao que acresce, para a UF de Sintra, a existência de património classificado sensível, de grande relevância à escala metropolitana e nacional. Na UF de Azeitão, a sensibilidade é determinada pela conjugação de um nível de risco elevado e homogéneo a que estão expostos diversos recursos como a áreas florestais, valores ecológicos e infraestruturas de transporte.

As **cheias e inundações nas suas diversas tipologias (cheias rápidas, cheias progressivas e inundações estuarinas)** (Figura 34) são riscos disseminados por quase todo o território metropolitano, ainda que se verifique que a sensibilidade é genericamente baixa ou muito baixa. Com exceção da área da Várzea de Loures, as freguesias com sensibilidade mais elevada localizam-se maioritariamente nos sectores finais das principais linhas de água da região, afluentes das bacias hidrográficas do Tejo e do Sado ou nas margens dos dois estuários. As características descritas têm expressão nas freguesias de Arroios, São Domingos de Benfica, Santa Maria Maior e Misericórdia (Lisboa), nas freguesias UF de Santo Antão e São Julião do Tojal, e de Loures (Loures), nas freguesias UF de Póvoa de Santo Adrião e Olival de Basto e freguesia de Odivelas (Odivelas), assim como nas freguesias UF de Setúbal (Setúbal). Os níveis de sensibilidade mais elevada são determinados, sobretudo, pela exposição de população e alojamentos (população residente e número de alojamentos localizados em área de risco de cheias).

⁴ Vide Capítulo "2.2. Avaliação da Sensibilidade a Estímulos Climáticos".

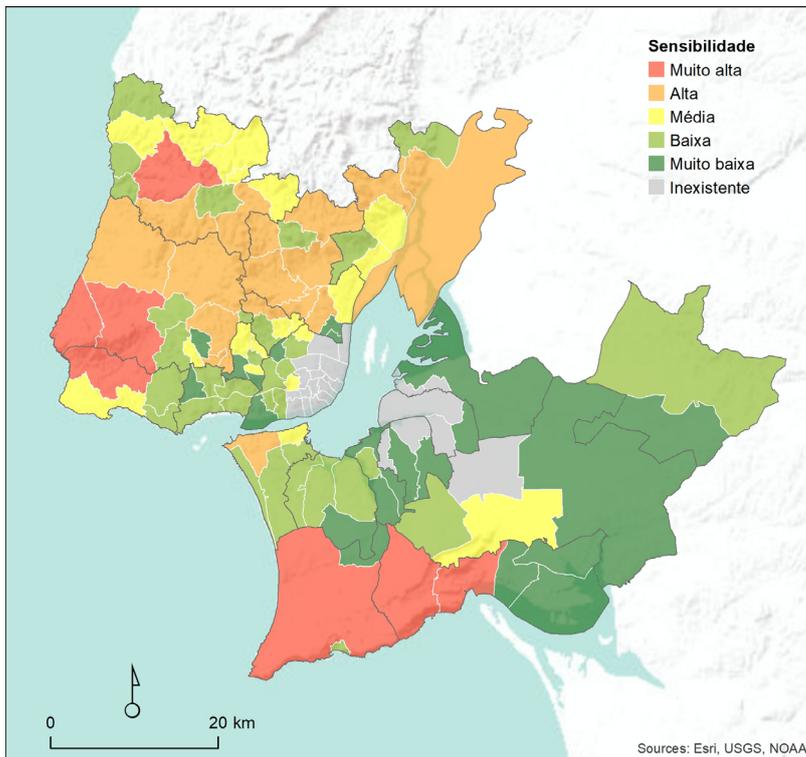


Figura 33. Índice de sensibilidade a incêndios rurais/florestais

Fonte: PMAAC-AML (2018)

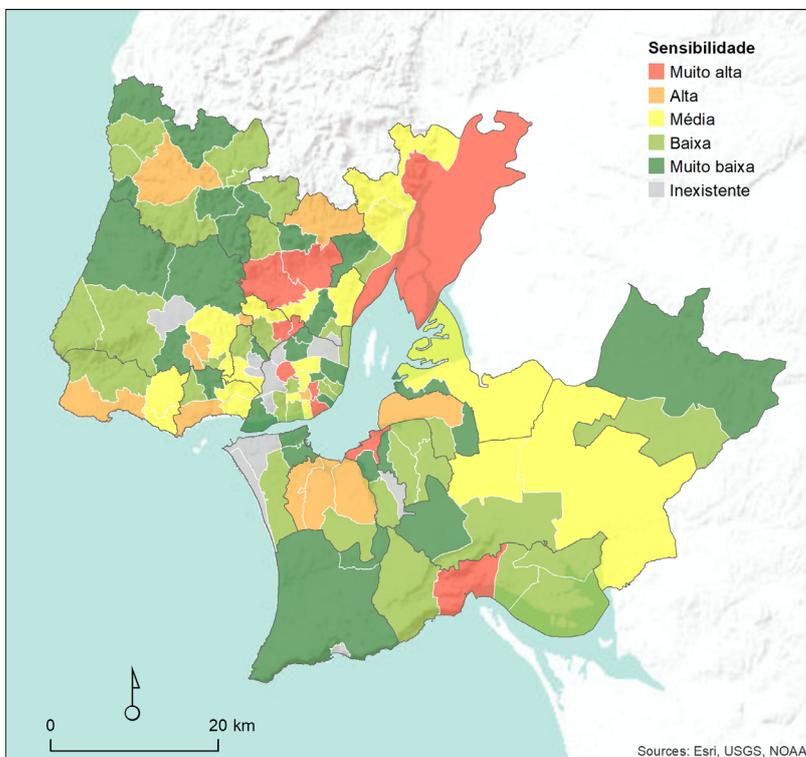


Figura 34. Índice de sensibilidade a cheias e inundações (cheias rápidas, cheias progressivas e inundações estuarinas)

Fonte: PMAAC-AML (2018)

A **sensibilidade a inundações e galgamentos costeiros** em litoral arenoso e ao risco de erosão/recuo de arribas (Figura 35) ocorre nas freguesias do litoral, nomeadamente na freguesia da Costa da Caparica; e UF da Caparica e Trafaria (Almada), nas freguesias UF de Cascais e Estoril e UF de Carcavelos e Parede (Cascais), nas freguesias de Colares e UF de São João das Lampas e Terrugem (Sintra), nas freguesias de Ericeira, Santo Isidoro, Carvoeira e Encarnação (Mafra), nas freguesias de Santiago e Castelo (Sesimbra) e freguesias UF de Setúbal - São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça e UF de São Lourenço e São Simão (Setúbal).

Embora a maioria das freguesias apresente uma sensibilidade baixa, destacam-se claramente dois pontos mais sensíveis a estes riscos, designadamente na freguesia UF Caparica e Trafaria; e Costa da Caparica (Almada) e na freguesia UF de Cascais e Estoril (Cascais), o que se deve fundamentalmente à exposição relevante de população, alojamentos, atividades turísticas, equipamentos sociais e infraestruturas de transporte.

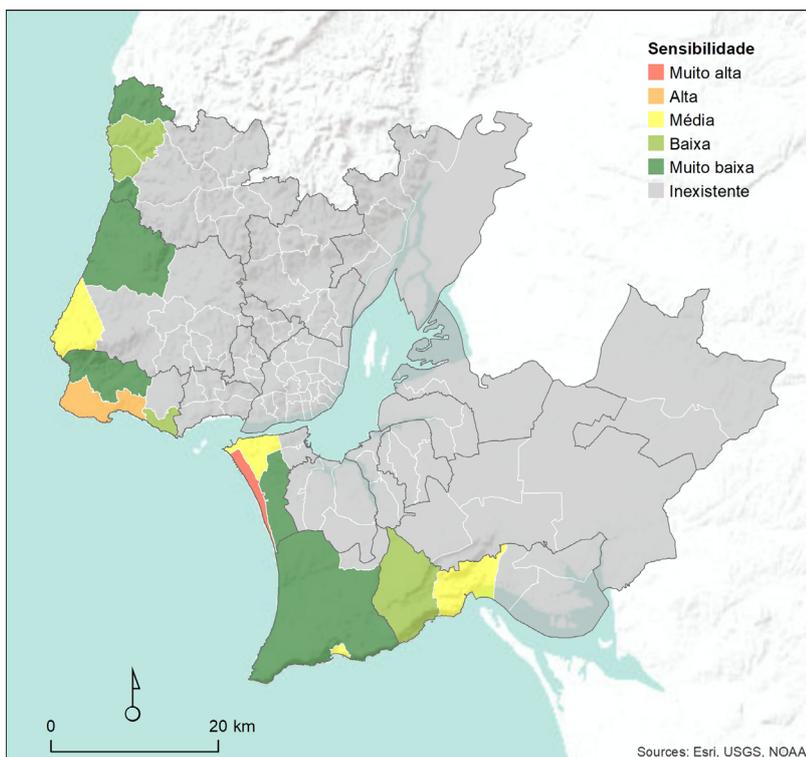


Figura 35. Índice de sensibilidade a inundações e galgamentos costeiros em litoral arenoso e a erosão/recuo de arribas

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Refletindo o indicador analisado (culturas temporárias e de regadio sensíveis a **erosão hídrica**), a sensibilidade a este risco (Figura 36) é diferenciada no território metropolitano, destacando-se sobretudo três freguesias (Encarnação e UF de Enxara do Bispo, Gradil e Vila Franca do Rosário), no município de Mafra e na freguesia UF de Almargem do Bispo, Pêro Pinheiro e Montelavar, no município de Sintra em resultado da extensão de culturas temporárias e de regadio expostas a este risco.

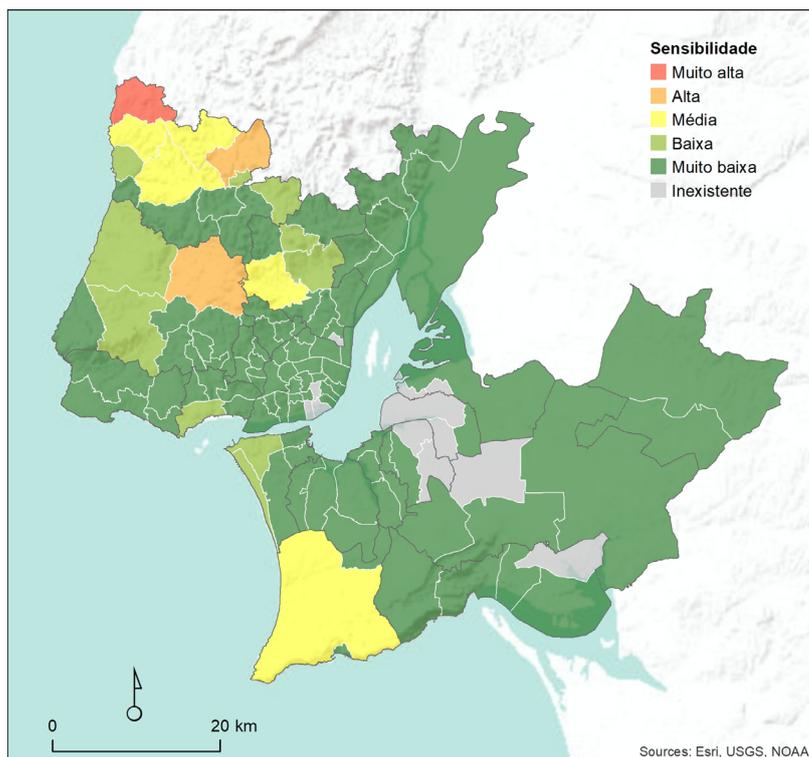


Figura 36. Índice de sensibilidade a erosão hídrica
 Fonte: PMAAC-AML (2018)

A **sensibilidade à instabilidade de vertentes** (Figura 37) evidencia situações distintas entre a Margem Sul e a Margem Norte. Nos municípios a sul, a generalidade das freguesias apresenta um índice baixo, destacando-se, com sensibilidade mais elevada, as freguesias da UF de Azeitão e da UF de Setúbal (Setúbal) e na freguesia de Santiago (Sesimbra), que abrangem a Serra da Arrábida. Nos municípios a norte, encontra-se um maior número de freguesias com sensibilidade média a alta, particularmente nos municípios de Mafra, Odivelas, Sintra e Vila Franca de Xira.

As freguesias com a maior sensibilidade a instabilidade de vertentes são a freguesia UF de Alhandra, São João dos Montes e Calhandriz, no município de Vila Franca de Xira, as freguesias UF de Queluz e Belas e UF de Sintra no município de Sintra e a freguesia de Mafra. Nos dois primeiros casos devido à exposição relevante de alojamentos e no que se refere à freguesia UF de Sintra e à freguesia de Mafra, principalmente devido ao património classificado sensível a desabamentos e movimentos de vertentes.

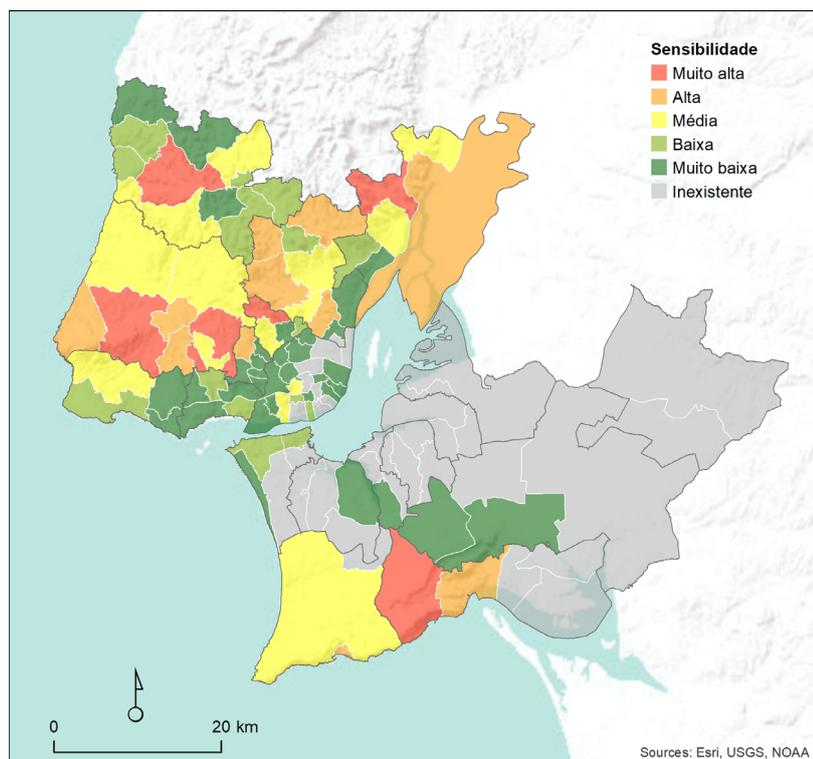


Figura 37. Índice de sensibilidade a instabilidade de vertentes

Fonte: PMAAC-AML (2018)

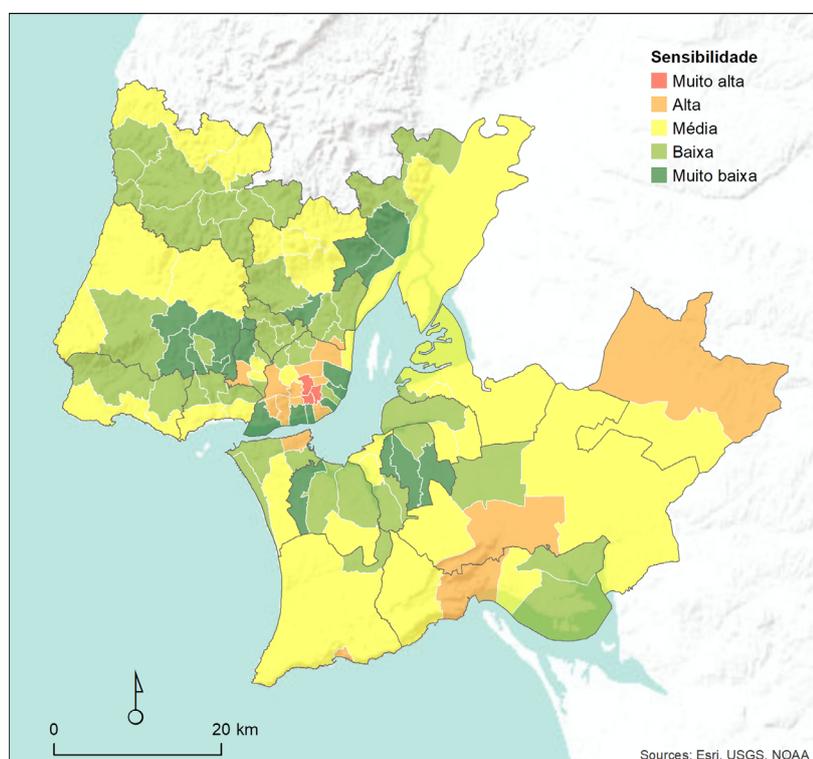


Figura 38. Índice de sensibilidade ao calor excessivo

Fonte: PMAAC-AML (2018)

A análise da sensibilidade ao **calor excessivo** (Figura 38) permite verificar que a distribuição deste índice apresenta um gradiente de aumento de noroeste para sudeste, sendo predominantemente baixa nos municípios litorais da Margem Norte e média nos municípios da Margem Sul. Contudo, é evidente a maior sensibilidade a este risco das freguesias mais densamente urbanizadas localizadas na área mais central do território metropolitano, designadamente no município de Lisboa, onde para além de uma elevada concentração populacional, se concentra uma parte importante da procura turística. Ou seja, para além da sua localização, o tipo e a densidade de ocupação urbana torna-a suscetível de ser mais afetada pelo fenómeno de ilha urbana de calor.

As freguesias de Santo António, Avenidas Novas e Arroios, no centro do município de Lisboa, são as mais sensíveis do território metropolitano, refletindo a exposição significativa ao risco e também uma sensibilidade muito elevada em termos de população sensível ao calor (idosos e crianças residentes) e a atividades turísticas.

A sensibilidade à **seca meteorológica** (Figura 39) é contrastada entre a Margem Sul (mais elevada) e a Margem Norte (mais baixa). Os municípios de Alcochete, Montijo e Palmela destacam-se pelos índices mais elevados.

Por outro lado, Vila Franca de Xira é a freguesia com maior sensibilidade a secas meteorológicas, o que se deve à extensão de áreas agrícolas e silvícolas sensíveis à disponibilidade de água, de áreas naturais protegidas e de origens de água sensíveis a secas, seguindo-se-lhes as freguesias de Quinta do Anjo, da UF de Poceirão e da Marateca, todas no município de Palmela, sobretudo pelas origens de água sensíveis a secas.

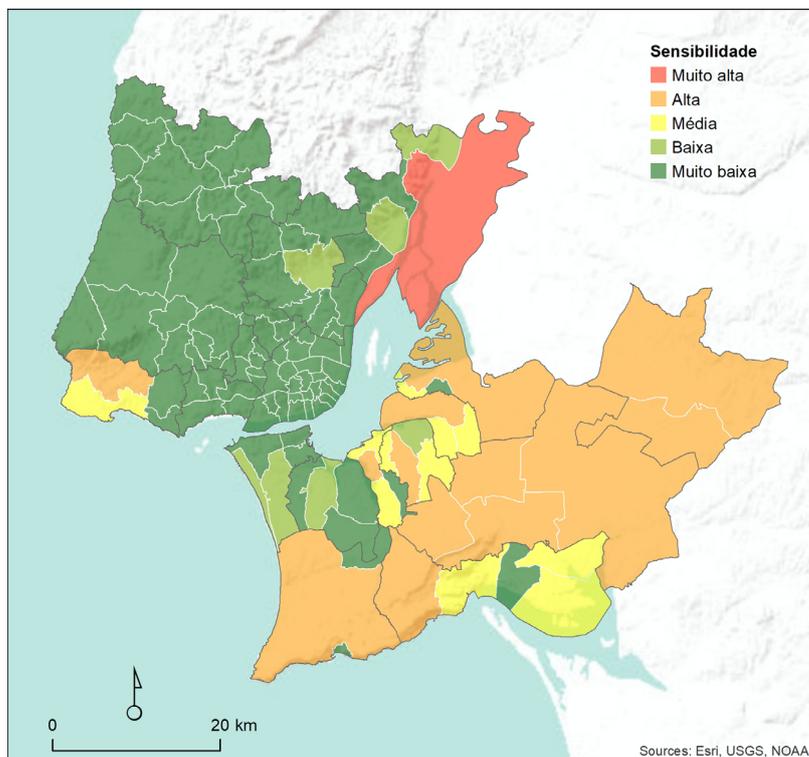


Figura 39. Índice de sensibilidade a seca meteorológica

Fonte: PMAAC-AML (2018)

A sensibilidade a **tempestades de vento** (Figura 40) é predominantemente muito baixa ou baixa, observando-se um aumento em freguesias com maior altitude e/ou de litoralidade, destacando-se os municípios de Almada, Cascais, Setúbal e Sintra. A freguesia de Colares, no município de Sintra e a Freguesia UF de Azeitão no município de Setúbal, são as freguesias mais sensíveis a este risco.

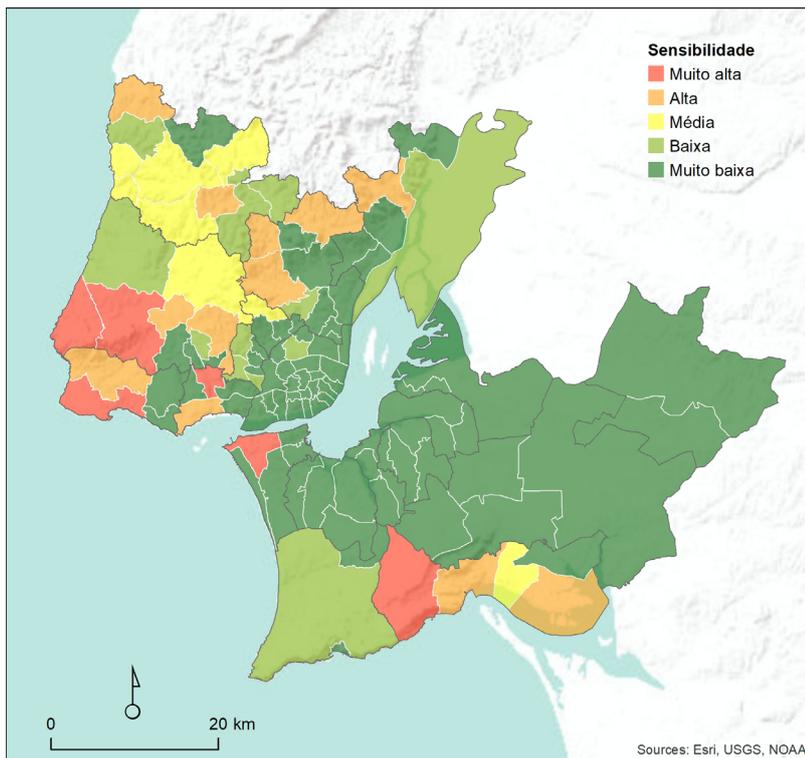


Figura 40. Índice de sensibilidade a tempestades de vento

Fonte: PMAAC-AML (2018)

4.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa

A avaliação da capacidade adaptativa da área metropolitana foi desenvolvida de forma aprofundada para cada um dos sectores da ENAAC 2020, sendo analisada em detalhe nos respetivos capítulos de avaliação dos impactes e vulnerabilidades sectoriais.

Na Tabela 5 apresenta-se a síntese dos indicadores de capacidade adaptativa, por município:

Tabela 5. Principais indicadores de capacidade adaptativa, por municípios da AML

Município	Indicadores de capacidade adaptativa ⁽¹⁾														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Alcochete	12,4	13,9	5.913	72,4	59	95	52	3,1	2,39	143	3,1	63,2	0,0	14,9	16,5
Almada	8,4	15,2	86.953	83,7	20	24	37	1,4	0,08	143	3,5	102,6	44,7	25,7	14,0
Amadora	12,5	0	58.480	91,2	91	92	54	0,5	0,04	57	2,9	113,9	0,0	0,0	0,0
Barreiro	9,1	0	39.372	83	46	28	29	2	0,35	143	3,6	115,7	0,0	25,3	10,9
Cascais	28,6	33,5	69.062	88,4	29	62	60	1,6	0,07	57	3,1	106,8	3,7	21,9	33,8
Lisboa	0,0	0	25.853	85,3	132	148	173	1,7	0,05	57	4,0	116,3	0,0	20,2	29,9
Loures	6,9	0	103.013	86,7	67	74	69	1,8	0,05	57	2,4	99	0,0	20,7	23,2
Mafra	5,0	2,5	77.452	92,1	36	40	49	2,3	0,06	57	2,2	96,6	4,7	17,4	15,7
Moita	9,5	0	66.091	86,4	43	22	28	0,8	0,2	143	3,3	81,1	0,0	16,4	8,8
Montijo	7,0	0	51.777	76,7	55	42	39	1,8	1,15	143	3,0	54,9	0,0	19,4	11,7
Odivelas	16,7	0	72.854	84,2	36	28	35	1,7	0,01	57	2,8	99	0,0	0,0	0,0
Oeiras	33,3	0	86.239	87,6	210	383	177	2	0,11	57	3,0	113,9	0,0	28,9	51,2
Palmela	7,8	7,1	21.048	77,4	312	36	65	3,1	0,2	143	3,1	64,4	0,0	20,0	4,6
Seixal	15,4	0	159.261	80,5	47	32	29	0,9	0,03	143	3,2	73,4	0,0	14,7	9,4
Sesimbra	8,1	22,7	24.869	81,8	13	18	24	3,2	0,44	143	2,9	67,4	6,9	28,3	6,5
Setúbal	18,4	53,6	121.061	83,9	243	56	60	1,9	0,02	143	2,8	105,6	1,2	23,1	8,3
Sintra	6,3	34,9	54.105	95,8	107	99	44	1,5	0,04	57	2,6	94,8	11,2	17,6	18,1
Vila Franca de Xira	14,9	23,2	45.836	85,5	146	45	63	2	0,03	57	2,8	85,3	1,0	25,1	9,2

(1) Legenda: A) Proporção de produtores agrícolas singulares (%) com escolaridade de nível secundário ou superior; B) Áreas protegidas (%); C) Habitantes por centro saúde do SNS; D) Percentagem de população residente sem ar condicionado; E) VAB/empresa indústria; F) VAB/empresa comércio; G) VAB/empresa serviços; H) n.º Bombeiros/1000 residentes; I) n.º Bombeiros/pop sensível; J) Garantia intrínseca de disponibilidade de água; K) Capacidade adaptativa Energia; L) Índice de conhecimento infraestrutural; M) Investimento em defesa costeira 2003-2023; N) População residente no litoral “em risco” com mais de 65 anos (%); O) População residente no litoral “em risco” com ensino superior (%).

Fontes dos dados: INE, APA, ERSAR

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Sendo a distribuição de cada um dos indicadores analisada detalhadamente nos capítulos seguintes, a presente análise foca-se nas disparidades Intermunicipais, sintetizadas através do índice de capacidade adaptativa, resultante da média aritmética simples dos valores normalizados dos indicadores mobilizados, representados na Tabela 6.

Tabela 6. Índice de capacidade adaptativa, por municípios da AML

Município	Índice de capacidade adaptativa	
	Valor	Posição relativa
Alcochete	0,51	1
Almada	0,39	6
Amadora	0,28	14
Barreiro	0,37	7
Cascais	0,37	8
Lisboa	0,46	3
Loures	0,24	17
Mafra	0,22	18
Moita	0,28	13
Montijo	0,33	10
Odivelas	0,28	15
Oeiras	0,50	2
Palmela	0,43	5
Seixal	0,27	16
Sesimbra	0,35	9
Setúbal	0,43	4
Sintra	0,30	12
Vila Franca de Xira	0,30	11

Fonte: PMAAC-AML

A diversidade de indicadores adotados, a sua ampla cobertura sectorial e o modo de construção do índice (sem ponderações associadas) poderão explicar o facto de não se identificarem padrões claramente significativos na sua distribuição territorial, seja em termos de localização (norte/sul, interior/litoral), de tipo de ocupação do solo (urbano/rural), de efetivo ou densidade populacional, ou de sectores económicos preponderantes.

Os três municípios com melhor desempenho neste índice de capacidade adaptativa são Alcochete, Oeiras e Lisboa. Por sua vez, os municípios com pior desempenho são Mafra, Loures e Seixal.

O município de Alcochete apresenta a posição mais favorável em termos de capacidade adaptativa global. Para esta situação contribui o desempenho muito positivo em diversos indicadores, como o número de habitantes por centro saúde do SNS, proporção da população residente sem ar condicionado e o rácio bombeiros/população sensível a riscos, em que se destaca como o município da área metropolitana com maior capacidade adaptativa.

Na segunda posição, o município de Oeiras destaca-se pela com maior capacidade adaptativa em termos do VAB/empresa nos sectores do comércio e dos serviços, da proporção de produtores agrícolas singulares com escolaridade de nível secundário ou superior, e do nível de habilitações da população residente em zonas costeiras em risco. Não obstante, em alguns indicadores o seu

desempenho é mais negativo, sendo aqueles onde terá maior margem de progresso em termos de capacidade adaptativa, nomeadamente no que respeita à idade da população residente em zonas costeiras em risco, ao volume de investimento em obras de defesa do litoral, assim como na proporção de população residente sem ar condicionado.

O município de Lisboa ocupa a terceira posição mais favorável, sendo aquele com maior capacidade adaptativa nos sectores da energia e dos recursos hídricos, sendo também o segundo mais capacitado em termos do VAB/empresa nos sectores do comércio e dos serviços. Importa também sublinhar que os indicadores onde o município tem pior desempenho estão associados, essencialmente, a sectores muito pouco relevantes neste município, nomeadamente à agricultura e florestas, à biodiversidade e paisagem, e às zonas costeiras e mar. Os indicadores com resultados menos positivos, em que o município terá maior margem de progresso em termos de capacidade adaptativa, estão relacionados com a proporção da população residente sem ar condicionado e os rácios de bombeiros por 1.000 residentes e por população residente em áreas de risco.

No outro extremo da distribuição, Mafra é o município com a posição menos vantajosa em termos de capacidade adaptativa, determinada por indicadores mais desfavoráveis em termos de extensão de áreas protegidas, VAB por empresa nos sectores da indústria e do comércio, proporção de bombeiros por população residente em áreas de risco, garantia intrínseca de disponibilidade de água, capacidade adaptativa do sector energético e investimento em defesa costeira.

Na segunda posição menos vantajosa encontra-se o município de Loures, penalizado por indicadores como a capacidade adaptativa do sector energético e a proporção da população residente sem ar condicionado, em que o município se situa entre os mais desfavorecidos da AML. Não obstante, o desempenho da economia do município confere uma posição mais vantajosa neste sector, com níveis de VAB por empresa nos sectores dos serviços e do comércio que o posicionam, respetivamente, em 3º e 6º lugar na área metropolitana.

Para a posição desfavorável do Seixal concorre o seu desempenho mais negativo em indicadores como o VAB/empresa nos sectores dos serviços e do comércio, o rácio de número de bombeiros por população residente total e população residente em áreas de risco, em que o município se situa entre os mais desfavorecidos da região e que, portanto, constituem aqueles onde existe maior necessidade de incrementar a capacidade adaptativa. Não obstante, a capacidade adaptativa do município é mais vantajosa em outros sectores, nomeadamente na agricultura e florestas, posicionando-se em 5º lugar em termos da proporção de produtores agrícolas singulares com escolaridade de nível secundário ou superior, e no sector da saúde, em termos de proporção de população residente sem ar condicionado e de número de habitantes por centro de saúde do SNS, em que ocupa, respetivamente, o 4º e o 5º lugar à escala metropolitana.

4.4. Identificação dos Impactes Climáticos Atuais

A avaliação dos impactes climáticos atuais na área metropolitana contribui indubitavelmente para traçar uma primeira imagem das consequências do clima atual neste território, em particular dos eventos climáticos extremos. No entanto, os resultados obtidos evidenciam a necessidade de implementar sistemas comuns de monitorização de impactes climáticos à escala metropolitana, suportados nos serviços municipais (e especialmente nos serviços municipais de proteção civil), com a colaboração de outras entidades produtoras de informação de monitorização de situações de emergência a nível nacional, metropolitano e local.

O levantamento sistemático de informação sobre os resultados dos eventos climáticos extremos que afetaram a região durante o período 2000-2018, realizado pelos serviços técnicos de todos os municípios metropolitanos, permitiu recolher e sistematizar numa base de dados comum – o Perfil de Impactes Climáticos (PIC) – informação de caracterização e avaliação relativa a 925 eventos que tiveram impactes e consequências mais significativas neste território.

Uma análise transversal à escala metropolitana dos resultados deste exercício de recolha de informação incorre em vários riscos de natureza metodológica, resultantes por um lado das diferenças muito significativas em termos dos recursos que cada município pôde alocar à recolha e tratamento de dados, à existência prévia (ou não) de sistemas municipais de monitorização e registo associados a eventos climáticos extremos, e aos diferentes níveis de apropriação efetiva por parte dos municípios da metodologia utilizada no âmbito do PMAAC-AML.

Não obstante, dos resultados obtidos resulta evidente a preponderância dos incêndios rurais/florestais (337) como os principais eventos climáticos⁵ causadores⁶ de impactes significativos,

⁵ Na metodologia adotada para a construção do PIC os incêndios rurais/florestais foram equiparados a eventos climáticos extremos, atendendo a que a sua ocorrência está muito frequentemente associada a condições climáticas que não são determinadas por um único parâmetro climático, mas pela conjugação de vários (como temperaturas elevadas, secas meteorológicas, baixa humidade relativa do ar, trovoadas/raios e vento forte). Embora da informação recolhida pelos serviços municipais no PIC não seja possível determinar inequivocamente as condições meteorológicas na data e local da ocorrência, constata-se que cerca de 92% dos incêndios rurais/florestais registados ocorreram entre junho e outubro – meses em que, tipicamente, estes parâmetros climáticos se conjugam de forma mais adversa para a probabilidade de incêndio.

⁶ Embora a proporção de incêndios rurais/florestais com causas naturais seja muito reduzida (na ordem dos 1,5% ao nível nacional segundo o relatório “Análise das causas dos incêndios florestais 2003-2013” (ICNF, 2014)) existe uma forte correlação entre a frequência e magnitude de incêndios rurais/florestais e condições climáticas adversas. De acordo com a mesma fonte, “As ocorrências de incêndio resultantes de causas naturais, consequência de descargas elétricas resultantes de trovoadas, são muito pouco frequentes o que corrobora que o fator humano é o grande responsável pela problemática dos incêndios”. Não obstante, é reconhecido também que “As condições meteorológicas têm uma influência considerável no comportamento e características dos incêndios florestais. Analisando a frequência das causas investigadas em função do risco de incêndio, através do índice meteorológico de risco de incêndio do sistema canadiano FWI - Fire Weather Index, é possível associar a frequência das ocorrências acidentais a dias de risco de incêndio considerável. A maior expressão encontra-se associada às ignições resultantes do uso de maquinaria e às faíscas e faúlhas emitidas pelos transportes e/ou pelas comunicações (linhas elétricas, caminhos de ferro, tubos de escape, etc.). Em contrapartida as ignições resultantes de conflitos relacionados com o uso do solo e as resultantes do uso do fogo para realização de queimadas ocorrem frequentemente em dias de FWI mais baixo (na ordem de 21), embora as segundas com muito maior frequência”.

a par dos eventos de precipitação intensa (317), sendo que, no seu conjunto, estes dois tipos de eventos correspondem a cerca de 71% do total dos registos. Sublinhe-se, contudo, que a conjugação de eventos registados como precipitação intensa e/ou vento forte e tempestades/tornados (508 eventos), representa no seu conjunto 55% do total dos registos. Importa ainda destacar pelo seu significado os 44 eventos de agitação marítima que foram assinalados pelos municípios. No fundo da tabela, os eventos climáticos associados a temperaturas baixas destacam-se como os menos relevantes.

Tabela 7. Síntese dos eventos climáticos extremos registados na AML, entre 2000 e 2018

Tipo de evento climático	Número
Incêndio rural/florestal	337
Precipitação intensa	317
Vento forte	156
Agitação marítima	44
Precipitação intensa e vento forte	20
Tempestade/tornados	15
Temperaturas elevadas/ondas de calor	12
Instabilidade de vertentes/arribas	11
Temperaturas baixas/ondas de frio	7
Gelo/geada/neve	3
Trovoada/raio	2
Granizo	1
Total Geral	925

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Relativamente aos impactes resultantes destes eventos climáticos extremos, os incêndios sobressaem novamente como preponderantes em número de registos (24%), seguindo-se com menor relevância as inundações (20%), as quedas de árvores (12%), os danos em edifícios (11%), os problemas de trânsito e mobilidade (6%) e os danos em infraestruturas energéticas (5%).

Tabela 8. Síntese dos impactes dos eventos climáticos extremos registados na AML, entre 2000 e 2018

Tipo de impacte climático	Número
Incêndio rural/florestal	337
Inundações	275
Queda de árvores	172
Danos em edifícios	152
Problemas de trânsito e de mobilidade	85
Danos em infraestruturas energéticas	67
Danos em estruturas	64
Deslizamento de vertentes	54
Danos para as cadeias de produção	44
Danos em infraestruturas de comunicações	30
Cheias	21
Aumento da morbilidade e da mortalidade	19
Galgamentos/inundações costeiras	14
Danos em viaturas	12
Alterações nos estilos de vida	11
Danos em equipamentos	11
Danos em estruturas	11
Alterações no uso de equipamentos/serviços	7
Sem impactes	6
Derrocadas	5
Alterações na biodiversidade	2
Redução da qualidade do ar/aumento de problemas respiratórios	2
Incêndios urbanos	1
Interrupção/redução do fornecimento de água e/ou redução da sua qualidade	1
Vários danos materiais	1
Total Geral	1.404

Fonte: PMAAC-AML (2018)

A importância das consequências dos eventos climáticos extremos registados na área metropolitana apenas foi avaliada pelos municípios em 1.778 (65%) das 2.741 consequências registadas no PIC. De entre estas consequências que foram avaliadas, 334 (18,8%) foram consideradas de importância alta. A maior parte, 947 (53%), foi avaliada como de importância moderada, enquanto 497 (28%) foi classificada como de baixa importância. De entre os tipos de eventos com maior magnitude destacam-se os relacionados com precipitação intensa, agitação marítima e vento forte.

Tabela 9. Avaliação da importância das consequências dos eventos climáticos extremos registados na AML, entre 2000 e 2018

Tipo de evento climático	Importância das consequências				
	Alta	Moderada	Baixa	Não avaliada	Total
Agitação marítima	88	10	8	8	114
Gelo/geada/neve			1	2	3
Granizo				1	1
Incêndio rural/florestal	21	41		464	526
Instabilidade de vertentes/arribas		7	2	5	14
Precipitação intensa	106	603	379	357	1445
Precipitação intensa e vento forte	33	32	12	6	83
Temperaturas baixas/ondas de frio	1	1	4	1	7
Temperaturas elevadas/ondas de calor	4	3	2	5	14
Tempestade/tornados	17	27	3	46	93
Trovoada/raio	2			1	3
Vento forte	62	223	86	67	438
Total	334	947	497	963	2741

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Tabela 10. Avaliação da eficácia da resposta às consequências dos eventos climáticos extremos registados na AML, entre 2000 e 2018

Tipo de evento climático	Eficácia da resposta					
	Muito eficaz	Eficaz	Pouco eficaz	Ineficaz	Não avaliada	Total
Agitação marítima	1	16	49		48	114
Gelo/geada/neve					3	3
Granizo					1	1
Incêndio rural/florestal		457			69	526
Instabilidade de vertentes/arribas		4			10	14
Precipitação intensa	89	489	68	2	797	1445
Precipitação intensa e vento forte	2	74			7	83
Temperaturas baixas/ondas de frio	1	2	1		3	7
Temperaturas elevadas/ondas de calor	2	3	4		5	14
Tempestade/tornados	11	29	5		48	93
Trovoada/raio		3				3
Vento forte	138	266	7	1	26	438
Total	244	1343	134	3	1017	2741

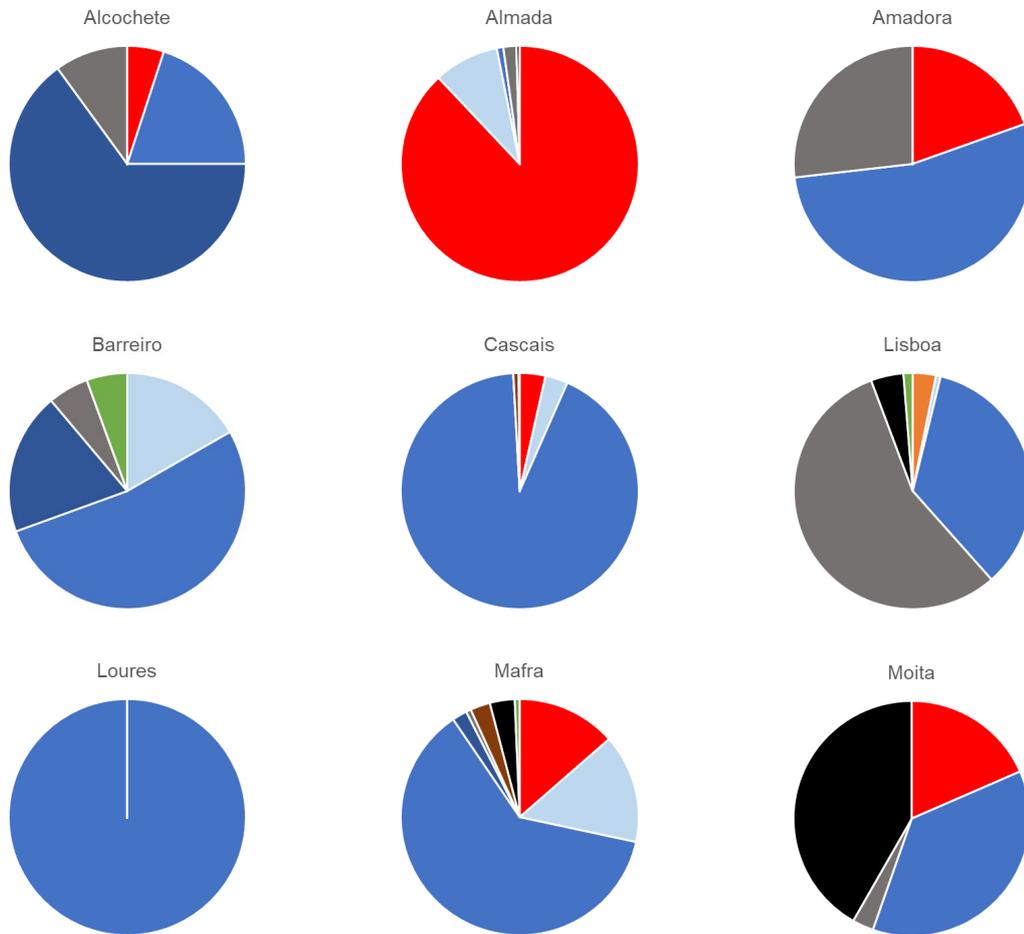
Fonte: PMAAC-AML (2018)

Também a avaliação da eficácia das respostas dadas pelas várias entidades com responsabilidades em matéria de proteção civil às consequências dos eventos climáticos extremos cobriu apenas 63% dos registos sistematizados pelos municípios. Da análise dos 1.724 registos avaliados, 78% das respostas dadas às consequências dos eventos foram consideradas eficazes e 14% muito eficazes. Apenas 8% foram consideradas pouco eficazes, reportando-se estas, fundamentalmente, a eventos de precipitação intensa e agitação marítima.

A análise da distribuição, por município, do peso relativo do número de consequências geradas por cada tipo de evento climático extremo, evidencia algumas desigualdades, que se justificam pelas diferenças no volume e abrangência da informação reportada por cada um dos municípios. Em resultado, a informação do PIC é muito compreensiva para a maior parte dos municípios, para os quais foram reportadas consequências associadas a diversos tipos de eventos climáticos, mas também é, por outro lado, muito limitada para alguns municípios, em que a informação recolhida está associada a apenas um ou dois tipos de eventos.

Não obstante as insuficiências deste exercício, em que os municípios reportaram as consequências dos eventos que consideraram mais significativos no seu território, procurou-se identificar padrões na distribuição territorial dos principais impactes climáticos registados no passado recente, tendo-se obtido as seguintes conclusões:

- Os eventos extremos de precipitação intensa, associados, ou não, a vento forte são os originaram mais consequências na maior parte dos municípios da área metropolitana, podendo acrescentar-se a esta categoria as tempestades/tornados;
- Os eventos de vento forte originaram inúmeras consequências significativas, sobretudo em municípios densamente urbanizados como Amadora, Lisboa, Setúbal e Sintra, mas também em municípios como Alcochete e Montijo;
- Os incêndios rurais/florestais têm consequências registadas em apenas 8 dos 18 municípios da área metropolitana, tendo maior importância relativa (em termos de número de registos) nos municípios de Almada, Amadora, Mafra e Moita;
- Os eventos associados à agitação marítima originaram consequências significativas (galgamentos e/ou inundações costeiras) em todos os municípios do litoral, com exceção de Sintra, sendo particularmente representativos nos municípios litorais de Almada, Cascais, Mafra, Oeiras e Sesimbra, mas também nos localizados nas margens do rio Tejo, como o Barreiro e a Moita.

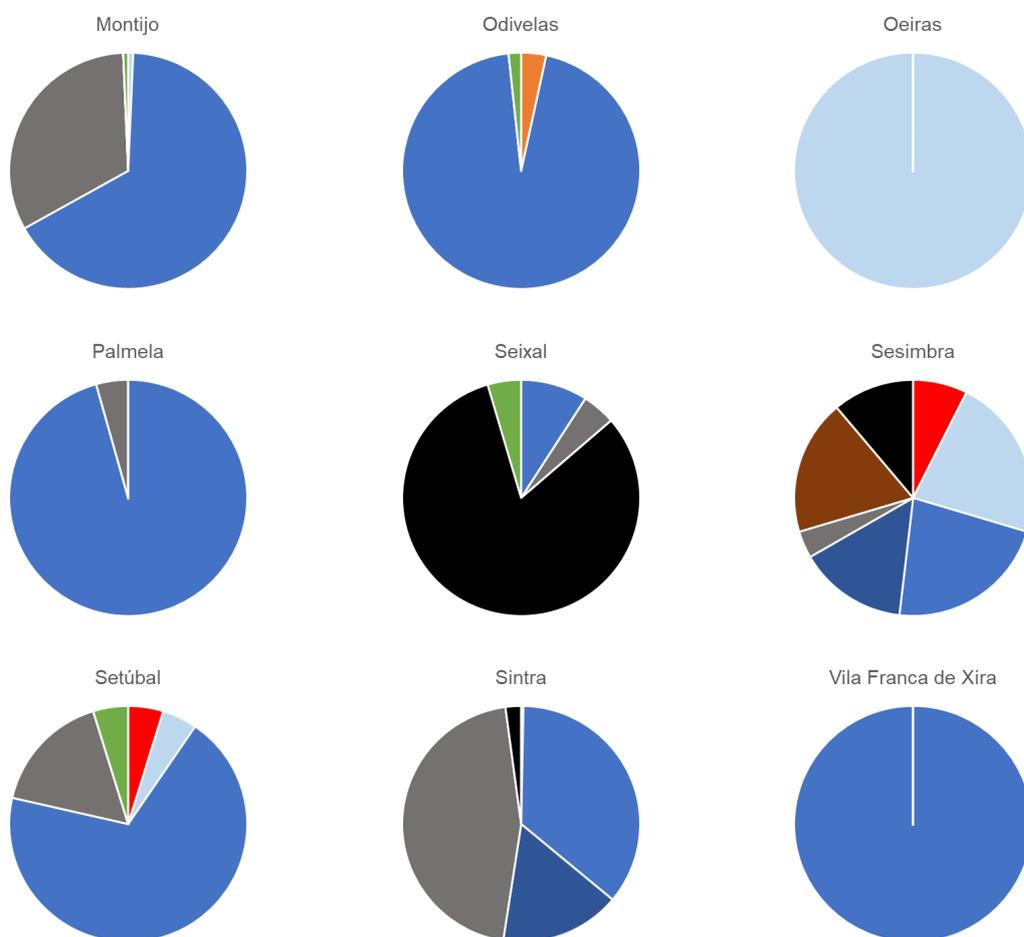


Legenda:

- Incêndio rural/florestal
 - Precipitação intensa
 - Instabilidade de vertentes/arribas
- Temperaturas elevadas/ondas de calor
 - Precipitação intensa e vento forte
 - Tempestade/tornados
- Agitação marítima/galgamento/inundação
 - Vento forte
 - Outros

Figura 41. Peso relativo do número de consequências geradas por cada tipo de evento climático extremo, em cada município da AML (%) (continua)

Fonte: PMAAC-AML (2018)



Legenda:

- Incêndio rural/florestal
 - Precipitação intensa
 - Instabilidade de vertentes/arribas
- Temperaturas elevadas/ondas de calor
 - Precipitação intensa e vento forte
 - Tempestade/tornados
- Agitação marítima/galgamento/inundação
 - Vento forte
 - Outros

Figura 42. Peso relativo do número de consequências geradas por cada tipo de evento climático extremo, em cada município da AML (%) (continuação)

Fonte: PMAAC-AML (2018)

4.5. Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Atuais

A vulnerabilidade climática de um território é determinada essencialmente pela conjugação de três fatores: a exposição aos estímulos climáticos (riscos), relacionada com a posição geográfica do território e as suas características físicas (clima, relevo, tipo de ocupação do solo); a sensibilidade ambiental, física, económica social e cultural do território aos estímulos climáticos, dependente dos elementos (população, edifícios, atividades económicas, infraestruturas, património natural e cultural) expostos aos riscos climáticos; a capacidade adaptativa, relacionada com as características dos sistemas naturais e humanos presentes no território, passíveis de facilitar ou dificultar a adaptação climática. Quanto maior for a exposição do território ao risco e/ou à sensibilidade climática, maior será a sua vulnerabilidade. Pelo contrário, quanto maior for a capacidade adaptativa do território, menor será a sua vulnerabilidade climática.

De modo a refletir adequadamente a relação entre estes fatores, a avaliação da vulnerabilidade climática atual e futura do território metropolitano foi sustentada em índices de vulnerabilidade, agregados para cada tipo de risco climático, analisados e elaborados segundo a metodologia descrita no Ponto 5 do Capítulo 2 deste volume.

A análise da vulnerabilidade atual aos **incêndios rurais/florestais** na área metropolitana (Figura 43) evidencia, em primeiro lugar, uma maior concentração das freguesias mais vulneráveis na Margem Norte, sobretudo nos municípios de Mafra, Sintra, Loures e Cascais, em áreas menos urbanizadas, com maior ocupação florestal e relevo mais acentuado. Pelo contrário, na Margem Sul atualmente apenas se encontram freguesias com vulnerabilidade muito alta no município de Setúbal e alta em Sesimbra e Almada, predominando nos restantes a vulnerabilidade muito baixa e baixa.

De toda a área metropolitana, as situações de vulnerabilidade mais elevada aos incêndios florestais encontram-se nas freguesias de Colares e UF Sintra, no município de Sintra, e na freguesia de Mafra, no município de Mafra. Enquanto nas freguesias de Colares e Mafra o elevado índice de vulnerabilidade está relacionado sobretudo com a exposição do território ao risco de incêndio, no caso da freguesia de UF Sintra a vulnerabilidade é determinada pela conjugação de um nível de risco relativamente elevado (embora menor que nas anteriores) com o nível de sensibilidade mais elevado da região, determinado pelos elementos expostos ao risco em termos de ocupação florestal, património classificado, valores ecológicos, alojamentos e infraestruturas de transporte.

Quanto às **cheias rápidas** (Figura 44), de um modo geral a vulnerabilidade atual é baixa ou muito baixa, apesar de ser o risco mais disseminado por todo o território metropolitano. Nas freguesias onde se encontram os troços finais das principais linhas de água da região, afluentes das bacias hidrográficas do Tejo e do Sado, a vulnerabilidade é um pouco mais elevada. As freguesias mais vulneráveis a estes riscos encontram-se nos municípios de Odivelas (Freguesia UF de Póvoa de Santo Adrião e Olival de Basto e Freguesia de Odivelas), Loures (Freguesia UF de Santo António dos Cavaleiros e Frielas, freguesia UF de Santo Antão e São Julião do Tojal e freguesia de Loures), Lisboa (freguesias de Santa Maria Maior, Arroios, Santo António, Avenidas Novas e São Domingos de Benfica) e Setúbal (Freguesia UF de Setúbal). Nas freguesias do município de Odivelas, para

além da exposição ao risco de cheias rápidas ser elevada, a vulnerabilidade é acrescida por via da capacidade adaptativa do município ser relativamente baixa à escala metropolitana, particularmente em termos de VAB/empresas da indústria, comércio e serviços, número de bombeiros por 1.000 residentes e número de bombeiros por população sensível (população residente em áreas de risco). Por sua vez, a vulnerabilidade da freguesia UF Setúbal, a mais urbanizada do município de Setúbal, está associada, sobretudo, à sensibilidade, determinada em grande medida pelo número de alojamentos localizados em área de risco de cheias.

Os territórios vulneráveis a **cheias progressivas** (Figura 45) encontram-se nas margens dos dois grandes estuários existentes na área metropolitana, sendo que as situações de maior vulnerabilidade estão localizadas nas freguesias ribeirinhas do estuário do Tejo. Para além de terem maiores áreas expostas a este risco, a sensibilidade desta área é também mais elevada atendendo à maior densidade de elementos expostos ao risco. As freguesias mais vulneráveis são: Vila Franca de Xira, UF de Castanheira do Ribatejo e Cachoeiras e UF de Póvoa de Santa Iria e Forte da Casa (Vila Franca de Xira); UF de Gaio-Rosário e Sarilhos Pequenos, UF de Baixa da Banheira e Vale da Amoreira e freguesia de Alhos Vedros (Moita); UF de Seixal, Arrentela e Aldeia de Paio Pires e freguesias de Amora e de Corroios (Seixal); UF de Montijo e Afonsoeiro (Montijo); Samouco e Alcochete (Alcochete); UF de Barreiro e Lavradio (Barreiro); UF de Santa Iria de Azoia, São João da Talha e Bobadela (Loures).

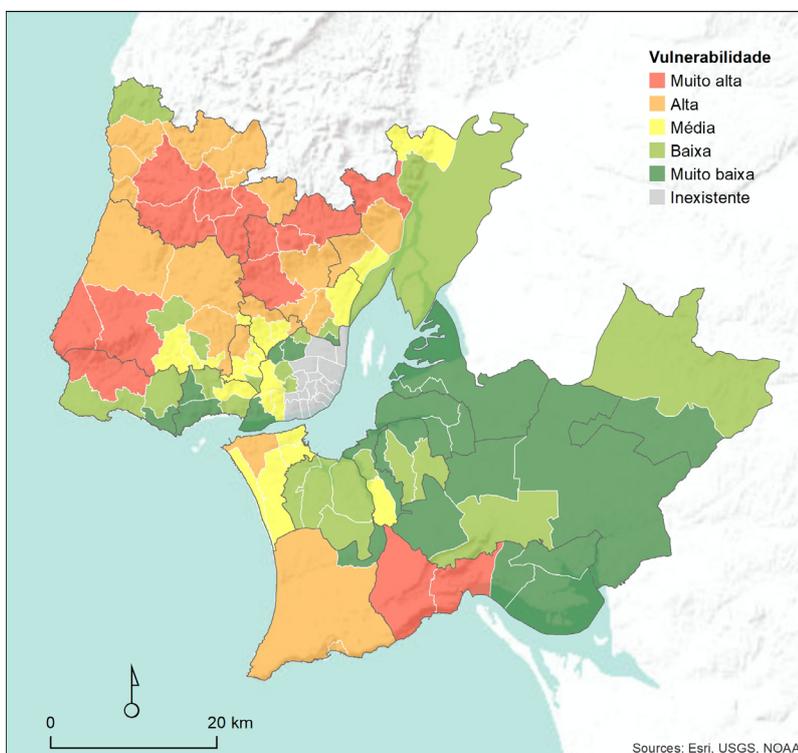


Figura 43. Índice de vulnerabilidade atual a incêndios rurais/florestais na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

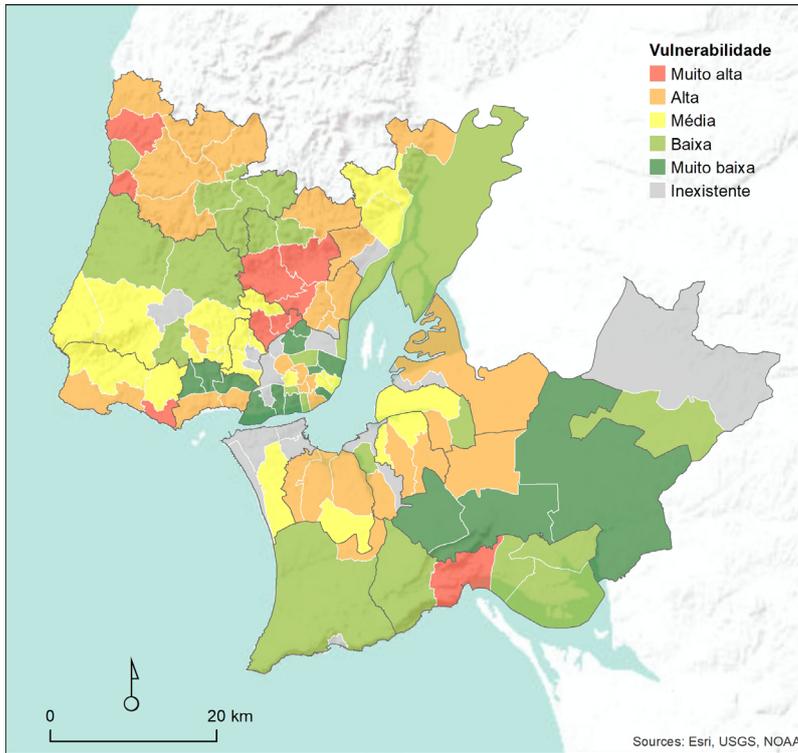


Figura 44. Índice de vulnerabilidade atual a cheias rápidas na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

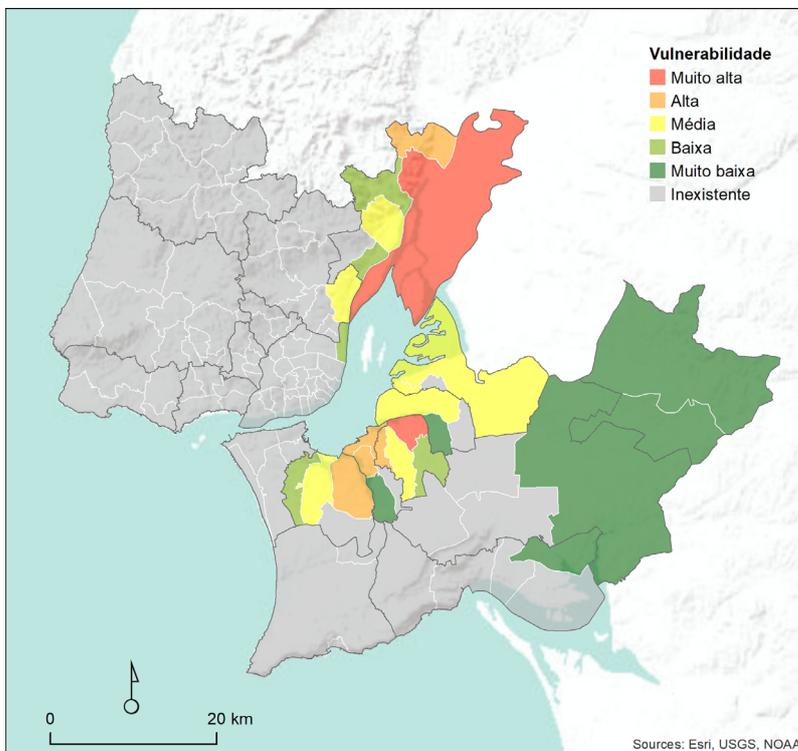


Figura 45. Índice de vulnerabilidade atual a cheias progressivas na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

A situação é muito semelhante relativamente à vulnerabilidade a **inundações estuarinas** (Figura 46), predominando entre os territórios mais vulneráveis freguesias nas margens do estuário do Tejo, com destaque para: UF de Gaio-Rosário e Sarilhos Pequenos, UF de Baixa da Banheira e Vale da Amoreira e freguesias da Moita e Alhos Vedros (Moita); UF de Barreiro e Lavradio (Barreiro); Samouco e Alcochete (Alcochete); freguesia de Vila Franca de Xira (Vila Franca de Xira); UF de Seixal, Arrentela e Aldeia de Paio Pires e freguesia de Amora (Seixal); Montijo e Afonsoeiro (Montijo).

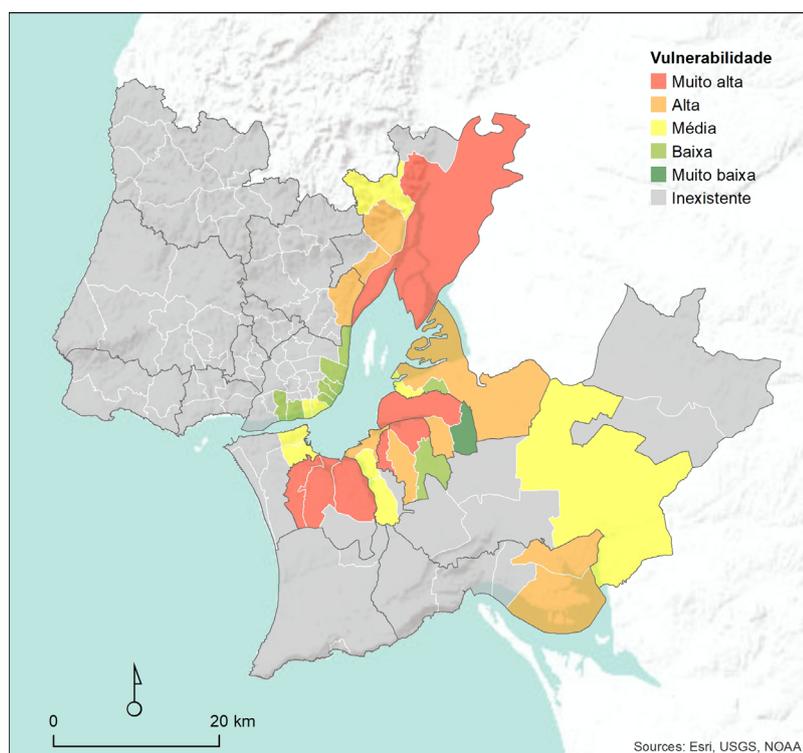


Figura 46. Índice de vulnerabilidade atual a inundações estuarinas na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Relativamente a **inundações e galgamentos costeiros em litoral arenoso** (Figura 47), as freguesias vulneráveis são naturalmente as localizadas no litoral da área metropolitana, nos municípios de Almada (freguesias Costa da Caparica e UF da Caparica e Trafaria), Cascais (freguesias UF de Cascais e Estoril, UF de Carcavelos e Parede e freguesia de Alcabideche), Sintra (freguesias de Colares, e UF de São João das Lampas e Terrugem), Setúbal (freguesia de Azeitão), Mafra (freguesias da Ericeira, Santo Isidoro, Carvoeira e Encarnação) e Sesimbra (freguesias do Castelo e Santiago). Destacam-se claramente três pontos de maior vulnerabilidade, designadamente: as freguesias Costa da Caparica e UF de Caparica e Trafaria (Almada), UF de Cascais e Estoril (Cascais) e Castelo e Santiago (Sesimbra). A vulnerabilidade mais elevada destas freguesias é também determinada em grande medida pela sua sensibilidade a estes riscos,

nomeadamente em termos da exposição de população, alojamentos, atividades turísticas, equipamentos sociais e infraestruturas de transporte.

Praticamente todas as freguesias vulneráveis a inundações e galgamentos costeiros em litoral arenoso são também vulneráveis ao risco (Figura 48) de erosão/recuo de arribas (com exceção da UF de Caparica e Trafaria, no município de Almada), às quais acrescem as freguesias da UF de Setúbal (Setúbal) e UF de Charneca da Caparica e Sobreda (Almada). Os pontos de maior vulnerabilidade atual a erosão/recuo de arribas encontram-se, por ordem decrescente, nas freguesias de Costa da Caparica (Almada), Santiago (Sesimbra), UF de Cascais e Estoril (Cascais), Colares (Mafra) e UF de Setúbal (Setúbal). A vulnerabilidade destas freguesias costeiras é também agravada pelas suas características de maior densidade de ocupação urbanística, de atividades económicas, de equipamentos e de infraestruturas.

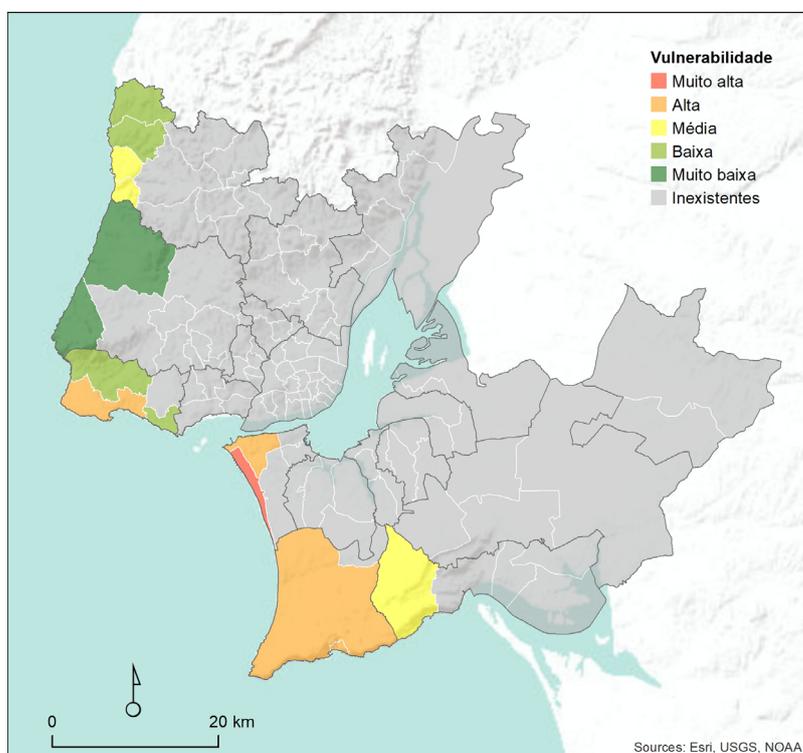


Figura 47. Índice de vulnerabilidade atual a inundações e galgamentos costeiros na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

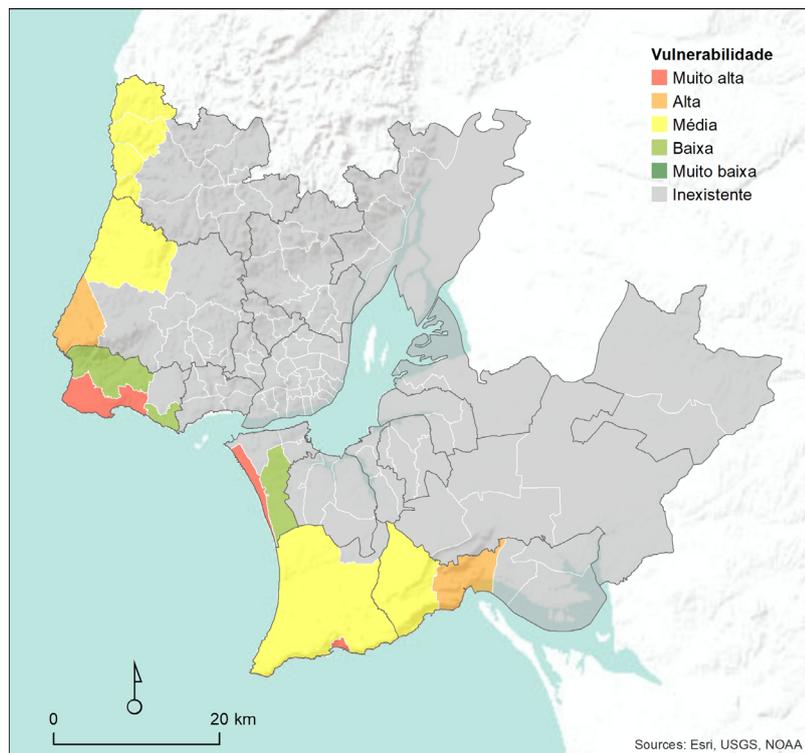


Figura 48. Índice de vulnerabilidade atual a erosão litoral e recuo de arribas na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

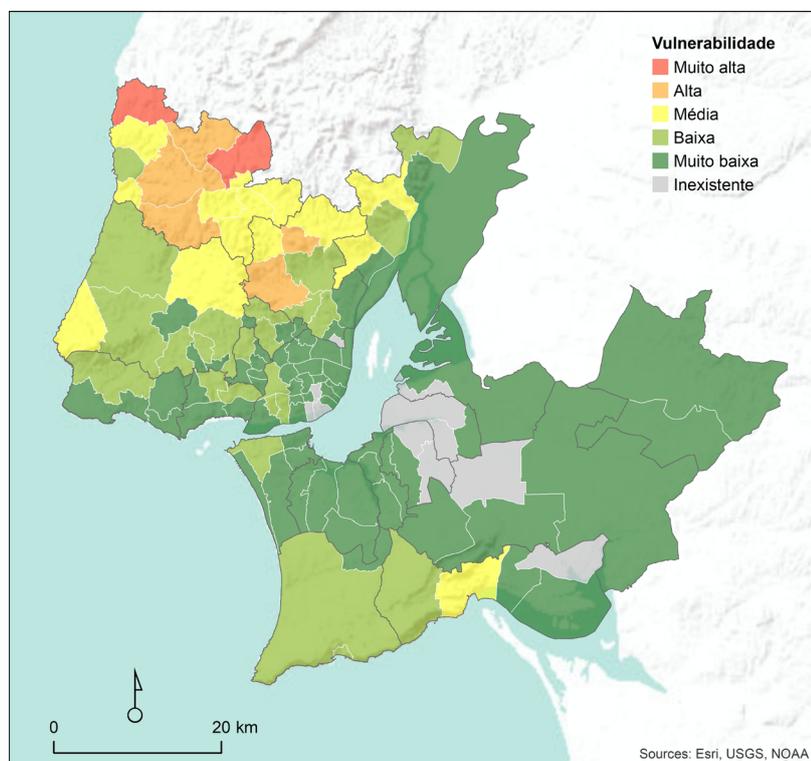


Figura 49. Índice de vulnerabilidade atual a erosão hídrica na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

A área metropolitana é caracterizada por uma vulnerabilidade a **erosão hídrica do solo** (Figura 49) muito diferenciada, com maior incidência nas áreas mais declivosas localizadas na Margem Norte do Tejo e na Serra da Arrábida, onde atinge níveis elevados e muito elevados de vulnerabilidade. Estas realidades contrastam com a maior parte do território metropolitano da Margem Sul e do Vale do Tejo, onde a vulnerabilidade a este risco é geralmente muito baixa.

As freguesias onde a vulnerabilidade a este risco é mais elevada localizam-se nos municípios de Maфра (freguesia da Encarnação, UF Enxara do Bispo, Gradil e Vila Franca do Rosário, UF Azueira e Sobral da Abelheira, UF de Igreja Nova e Cheleiros e Milharado), Loures (freguesias de Loures, Fanhões, Lousa e Bucelas), Sintra (UF de Almargem do Bispo, Pêro Pinheiro e Montelavar) e Vila Franca de Xira (UF de Alhandra, São João dos Montes e Calhandriz), resultado da conjugação de maior exposição ao risco e maior sensibilidade, associada à extensão das culturas temporárias e de regadio localizadas nas áreas em risco nestes territórios.

No que respeita à vulnerabilidade a **instabilidade de vertentes** (Figura 50), a Margem Sul e a Margem Norte apresentam situações claramente distintas. Por um lado, na Margem Sul a generalidade das freguesias apresenta um índice de vulnerabilidade muito baixo, destacando-se apenas, com vulnerabilidade média, freguesias dos municípios de Sesimbra (Santiago) e Setúbal (Azeitão) que abrangem a Serra da Arrábida. Na Margem Norte, por sua vez, encontram-se mais freguesias com vulnerabilidade média a alta e muito alta, particularmente em Vila Franca de Xira, Maфра, Sintra, Loures, Amadora e Odivelas.

As freguesias claramente mais vulneráveis são a UF de Alhandra, São João dos Montes e Calhandriz (Vila Franca de Xira) com níveis muito altos, e a UF de Igreja Nova e Cheleiros (Maфра), com níveis altos.

Relativamente à vulnerabilidade ao **calor excessivo** (Figura 51), a distribuição deste índice evidencia, em primeiro lugar, um gradiente de aumento de Noroeste para Sudeste, sendo predominantemente baixa ou muito baixa nos municípios litorais da Margem Norte e média nos da Margem Sul, agravando-se em algumas freguesias mais interiores da região, nos municípios do Montijo, Alcochete e Palmela.

Não obstante, resulta também evidente a maior vulnerabilidade ao calor excessivo das freguesias mais densamente urbanizadas localizadas na zona mais central da área metropolitana, particularmente nos municípios da Amadora, Lisboa, Loures, Odivelas, Almada e Barreiro, onde a vulnerabilidade é sobretudo média, ou mesmo alta. Importa sublinhar que, para além da sua localização, o tipo e a densidade de ocupação urbana desta zona torna-a particularmente suscetível de ser afetada pelo fenómeno de ilha urbana de calor.

As situações de maior vulnerabilidade ao calor excessivo refletem estas duas situações. Por um lado, as freguesias de Santo António e Avenidas Novas, localizadas no centro do município de Lisboa, são as mais vulneráveis de toda a área metropolitana, para o que concorre uma exposição moderada ao calor excessivo (o nível mais elevado no clima atual na região) e também uma sensibilidade muito elevada em termos de população sensível ao calor (idosos e crianças

residentes) e atividades turísticas – e pese embora a capacidade adaptativa destas freguesias seja das mais favoráveis. Por outro lado, as freguesias de Canha (Montijo) e Santiago (Sesimbra) têm igualmente vulnerabilidade alta ao calor, com exposição moderada, embora com menor sensibilidade e capacidade adaptativa do que as duas freguesias de Lisboa classificadas com o mesmo nível de vulnerabilidade.

O contraste entre as duas margens do Tejo é também evidente na distribuição do índice de vulnerabilidade a **seca meteorológica** (Figura 52), sendo muito baixa em praticamente todas as freguesias da Margem Norte, mas predominantemente média e alta na Península de Setúbal, destacando-se nos municípios de Palmela, Alcochete, Montijo e Sesimbra. Sendo considerados no clima atual apenas dois níveis de risco de seca na área metropolitana, todas as freguesias classificadas com vulnerabilidade média ou alta têm um nível de risco de seca moderado, sendo diferenciadas sobretudo em função da sua sensibilidade e capacidade adaptativa.

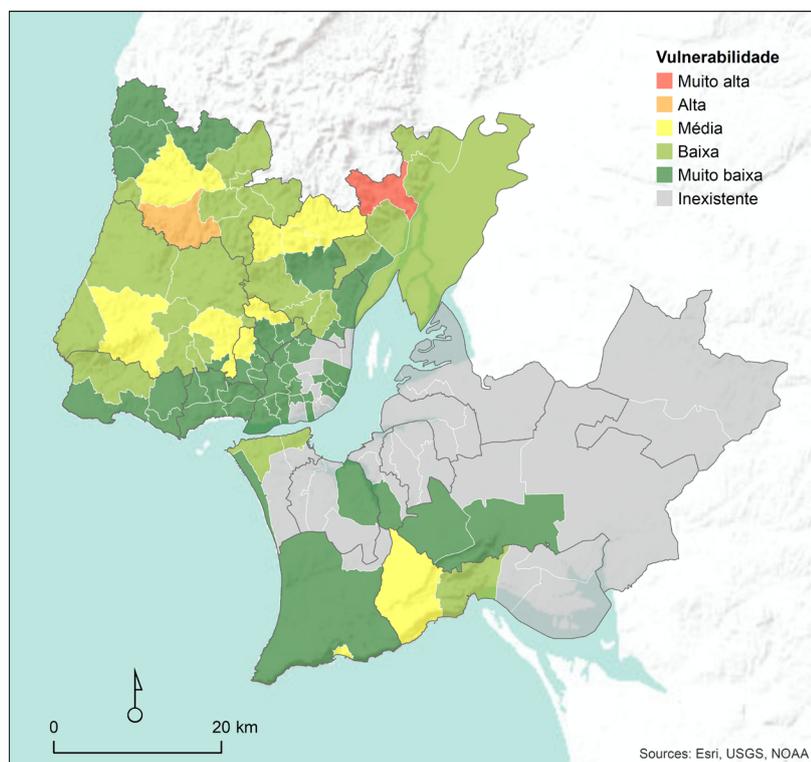


Figura 50. Índice de vulnerabilidade atual a instabilidade de vertentes na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

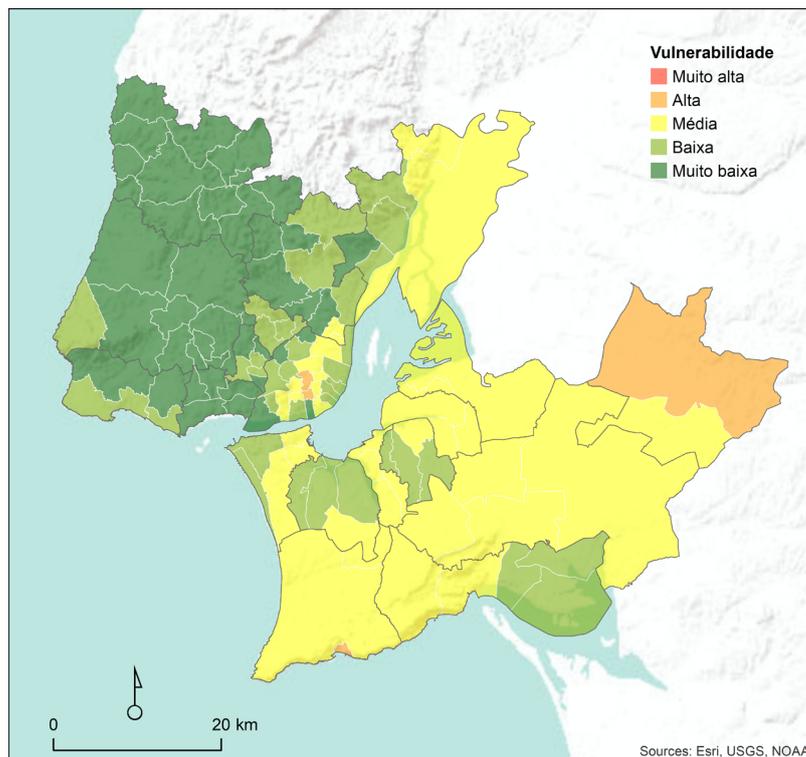


Figura 51. Índice de vulnerabilidade atual a calor excessivo na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

A freguesia da AML mais vulnerável a secas meteorológicas, com vulnerabilidade muito alta, é a freguesia de Vila Franca de Xira, onde o nível de sensibilidade é muito elevado, em função da extensão de atividades agrícolas e silvícolas sensíveis à disponibilidade de água, de áreas naturais protegidas e de origens de água sensíveis a secas.

As freguesias com vulnerabilidade alta encontram-se também predominantemente na Margem Sul, destacando-se todas as freguesias dos concelhos de Palmela e Montijo, assim como as freguesias de Alcochete e Samouco (Alcochete), Castelo (Sesimbra), Azeitão (Setúbal), Moita e Alhos Vedros (Moita). Embora nestas freguesias a sensibilidade seja relativamente menor do que a da freguesia de Vila Franca de Xira, a capacidade adaptativa é também geralmente inferior, em termos de nível de escolaridade dos produtores agrícolas singulares e nível de conhecimento das infraestruturas de distribuição de água nestes municípios. Na Margem Norte, a vulnerabilidade a secas é agravada pela sua menor capacidade adaptativa em termos de garantia intrínseca de disponibilidade de água. Aqui destacam-se com vulnerabilidade alta as freguesias de Alcabideche (Cascais), Vialonga, UF Alverca do Ribatejo e Sobralinho, UF Póvoa de Santa Iria e Forte da Casa (Vila Franca de Xira), UF Santa Iria da Azóia, São João do Tojal e Bobadela, UF Camarate, Unhos e Apelação, UF Sacavém e Prior Velho e UF Moscavide e Portela (Loures).

Por fim, relativamente a **tempestades de vento** (Figura 53), a vulnerabilidade das freguesias da área metropolitana é predominantemente muito baixa, ou baixa, notando-se um padrão de aumento em freguesias com características de maior altitude e/ou de litoralidade, particularmente nos municípios de Sintra, Setúbal, Loures, Almada e Cascais.

A freguesia mais vulnerável a tempestades de vento é Colares (Sintra), para o que concorre uma exposição mais elevada a vento forte, uma sensibilidade elevada em termos de infraestruturas de transporte expostas, assim como uma capacidade adaptativa relativamente mais reduzida em termos de VAB/empresas da indústria, comércio e serviços, número de bombeiros por 1.000 residentes e número de bombeiros por população sensível.

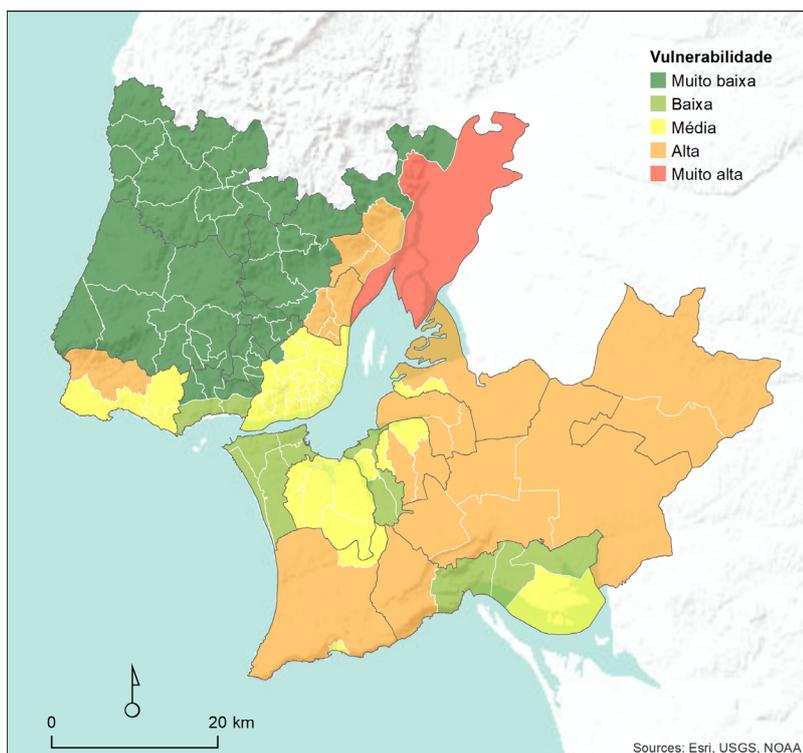


Figura 52. Índice de vulnerabilidade atual a seca meteorológica na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

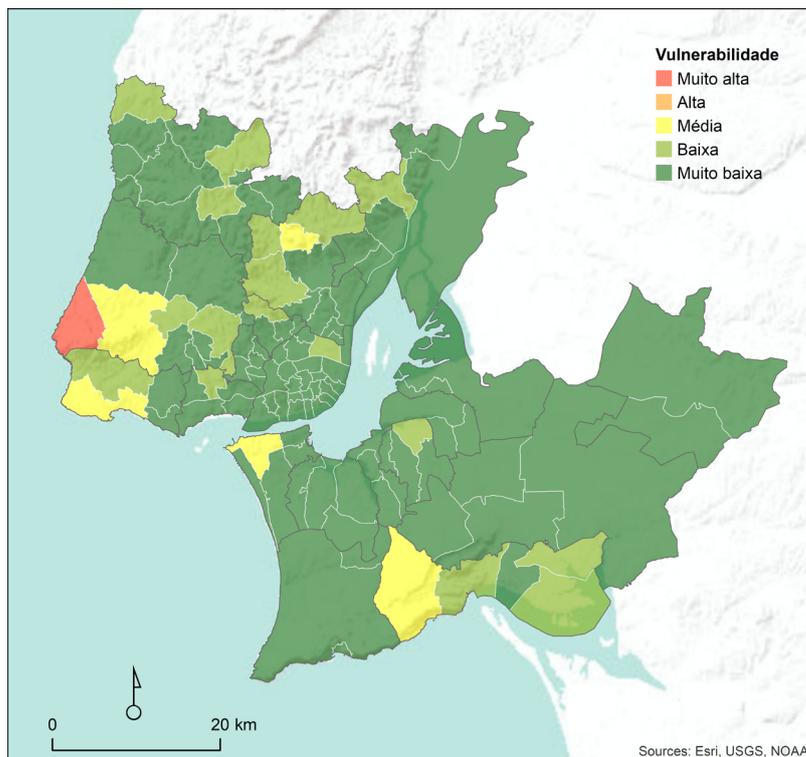


Figura 53. Índice de vulnerabilidade atual a tempestades de vento na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

4.6. Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Futuras

A avaliação global da vulnerabilidade climática futura da área metropolitana, à escala das suas freguesias, foi suportada igualmente na construção e análise de índices de vulnerabilidade climática, que correlacionam a exposição aos riscos climáticos, com a sensibilidade do território a esses riscos e a respetiva capacidade adaptativa. A abordagem metodológica seguida assumiu que a evolução entre vulnerabilidade atual e futura resulta essencialmente das alterações projetadas para os riscos futuros, e que a sensibilidade a estímulos climáticos e a capacidade adaptativa se manterão inalteradas, dada a grande incerteza associada à projeção da evolução destes dois fatores até ao final do século. Assim, esta abordagem mantém também em termos relativos a distribuição territorial dos níveis de sensibilidade e capacidade adaptativa avaliados na atualidade.

A vulnerabilidade futura da área metropolitana a **incêndios rurais/florestais** (Figura 54) tenderá a agravar-se em praticamente todo este território, por comparação com a avaliação da situação atual, em resultado da conjugação do aumento das temperaturas médias e máximas e dos eventos extremos de calor, com a redução da precipitação total e o aumento da frequência e severidade das secas meteorológicas. A exceção a esta tendência encontra-se sobretudo:

- Em algumas freguesias com ocupação total ou predominantemente urbana dos municípios de Lisboa, Oeiras, Cascais, Amadora, Loures e Barreiro, onde a vulnerabilidade se manterá muito baixa ou inexistente;
- Em freguesias dos municípios de Setúbal e Montijo, onde se deverá igualmente manter o nível mais baixo de vulnerabilidade, dadas as características orográficas do território e mantendo-se os tipos de ocupação do solo atuais.

As freguesias de Colares e UF de Sintra, no município de Sintra, e a freguesia de Mafra, no município de Mafra, deverão manter-se entre as 5 freguesias com maior vulnerabilidade a este risco, às quais se juntarão as freguesias de Bucelas (Loures) e Castelo (Sesimbra).

No restante território metropolitano, projeta-se um aumento considerável da vulnerabilidade a este tipo de risco, devendo-se realçar as seguintes situações:

- A formação de uma “coroa” de vulnerabilidade muito alta na Margem Norte da área metropolitana, estendendo-se pelos municípios de Sintra (freguesias de Colares, e UF de Sintra), Cascais (Freguesia de Alcabideche), Mafra (freguesias de Mafra, UF Igreja Nova e Cheleiros), Loures (freguesias de Bucelas, Lousa, Loures e Fanhões) e Vila Franca de Xira (freguesia UF Alhandra, São João dos Montes e Calhandriz);
- O agravamento para o nível mais elevado de vulnerabilidade das freguesias que abrangem a maior parte da Serra da Arrábida, nomeadamente a freguesia do Castelo no município de Sesimbra e a freguesia de Azeitão no município de Setúbal;
- O agravamento muito significativo da vulnerabilidade a incêndios nas freguesias mais interiores da área metropolitana – Canha e Pegões, no município do Montijo –, onde a vulnerabilidade passará de muito baixa, na atualidade, para as classes muito alta e alta (respetivamente);
- O agravamento significativo do risco em freguesias mais densamente arborizadas localizadas na área mais central da região, nomeadamente nos municípios de Lisboa (freguesias de Benfica, Alcântara, Ajuda), Odivelas (freguesias UF de Ramada e Caneças; UF de Pontinha e Famões), Barreiro (freguesia UF de Palhais e Coia) e Seixal (freguesia da Amora).

Quanto à vulnerabilidade a **cheias rápidas, cheias progressivas e inundações estuarinas**, a projeção da sua evolução futura é determinada pela combinação de três tendências de alteração climática: a diminuição da precipitação média anual; a concentração da precipitação em eventos extremos mais frequentes e intensos; o aumento do nível médio das águas do mar.

Com a concretização destes cenários, a evolução projetada dos riscos indica que:

- Não são expectáveis incrementos significativos nas áreas inundáveis por cheia rápida, mas a ocorrência de episódios chuvosos muito intensos fará aumentar a perigosidade do processo em algumas zonas da área metropolitana;
- O perigo de cheia progressiva não se vai agravar no futuro na área metropolitana, sendo, pelo contrário, de esperar uma relativa diminuição na frequência de ocorrência deste tipo de perigo;

- O risco de inundação nas zonas ribeirinhas nos estuários do Tejo e do Sado deverá agravar-se.

Neste sentido, a vulnerabilidade a cheias rápidas (Figura 55) poderá aumentar consideravelmente relativamente à situação atual. As áreas mais vulneráveis a este risco continuarão a estar localizadas nos municípios de Odivelas e Loures, destacando-se, no primeiro município, as freguesias de Odivelas, UF de Póvoa de Santo Adrião e Olival de Basto e UF de Pontinha e Famões e, no segundo município, a UF de Santo Antão e São Julião do Tojal, a UF de Santo António dos Cavaleiros e Frielas e a UF de Camarate, Unhos e Apelação, e ainda as freguesias de Loures e Bucelas. Destacam-se também pela sua maior vulnerabilidade a freguesia UF de Carcavelos e Parede (Cascais), a freguesia da Carvoeira (Mafra) e as freguesias de Santo António, Avenidas Novas, Arroios e São Domingos de Benfica (Lisboa).

No mesmo sentido, também a vulnerabilidade a inundações estuarinas (Figura 57), associada à subida do nível médio das águas do mar e a eventos extremos de *storm surge*, deverá agravar-se, particularmente nas margens mais densamente ocupadas do estuário do Tejo, destacando-se como freguesias mais vulneráveis as seguintes: UF de Barreiro e Lavradio (Barreiro); UF de Seixal, Arrentela e Aldeia de Paio Pires e freguesias de Amora e Corroios (Seixal); Vila Franca de Xira e UF de Póvoa de Santa Iria e Forte da Casa (Vila Franca de Xira); UF de Montijo e Afonsoeiro e freguesia de Sarilhos Grandes (Montijo); UF de Gaio-Rosário e Sarilhos Pequenos, UF de Baixa da Banheira e Vale da Amoreira e freguesia de Alhos Vedros (Moita); UF de Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra e freguesia do Sado (Setúbal); Parque das Nações (Lisboa); freguesias de Alcochete e Samouco (Alcochete); UF de Santa Iria de Azoia, São João da Talha e Bobadela (Loures).

Pelo contrário, a vulnerabilidade a cheias progressivas (Figura 56) não deverá alterar-se significativamente no futuro e as áreas mais vulneráveis a este tipo de cheia continuarão concentradas nas freguesias ribeirinhas do estuário do Tejo, mais particularmente em: freguesia de Vila Franca de Xira e UF de Castanheira do Ribatejo e Cachoeiras (Vila Franca de Xira); UF de Gaio-Rosário e Sarilhos Pequenos; UF de Baixa da Banheira e Vale da Amoreira e freguesia de Alhos Vedros (Moita); UF de Montijo e Afonsoeiro (Montijo); UF de Barreiro e Lavradio e UF de Alto do Seixalinho, Santo André e Verderena (Barreiro); UF de Seixal, Arrentela e Aldeia de Paio Pires (Seixal); freguesias de Alcochete e Samouco (Alcochete); UF de Santa Iria de Azoia, São João da Talha e Bobadela (Loures).

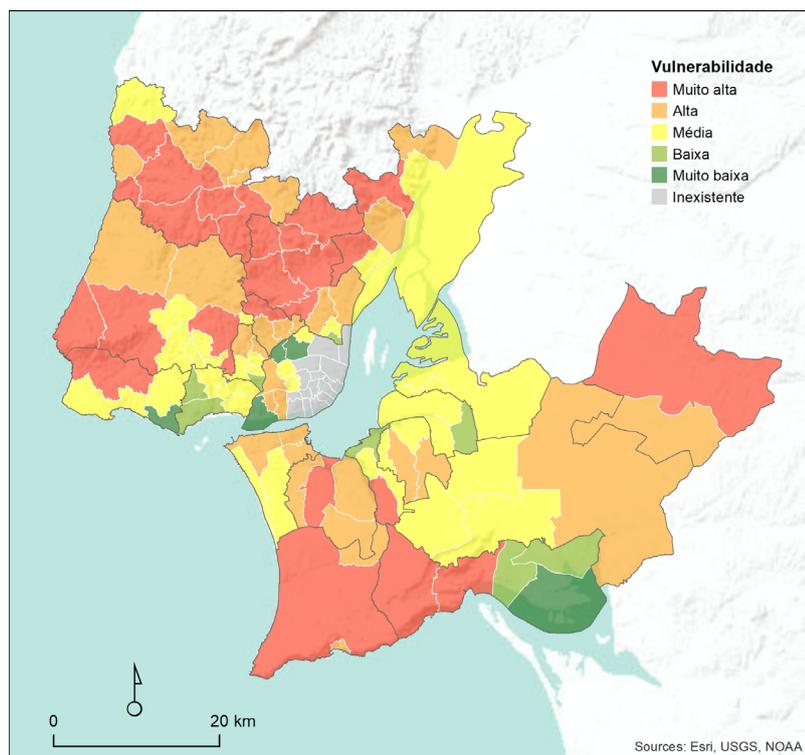


Figura 54. Índice de vulnerabilidade futura a incêndios rurais/florestais na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

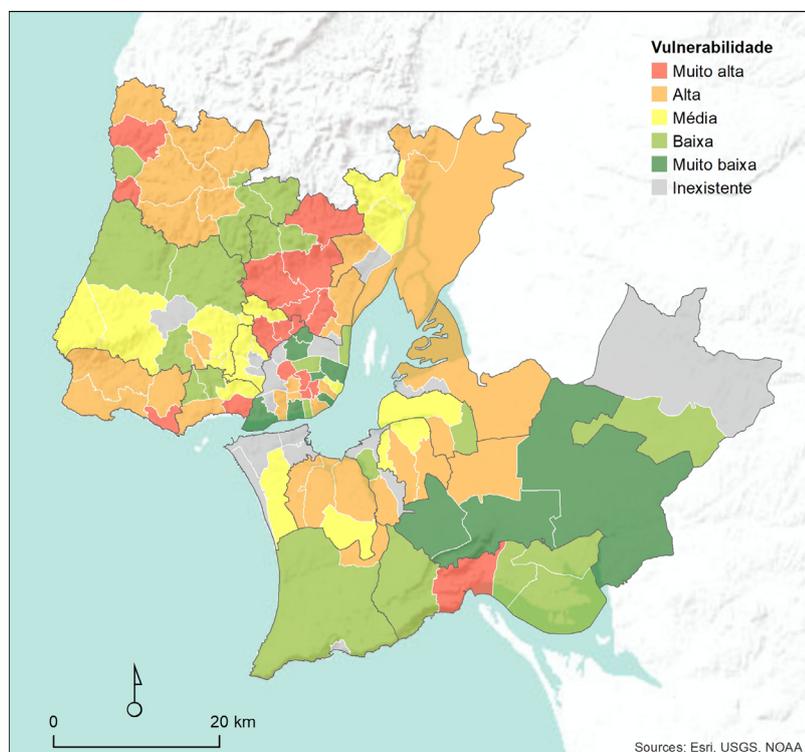


Figura 55. Índice de vulnerabilidade futura a cheias rápidas na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

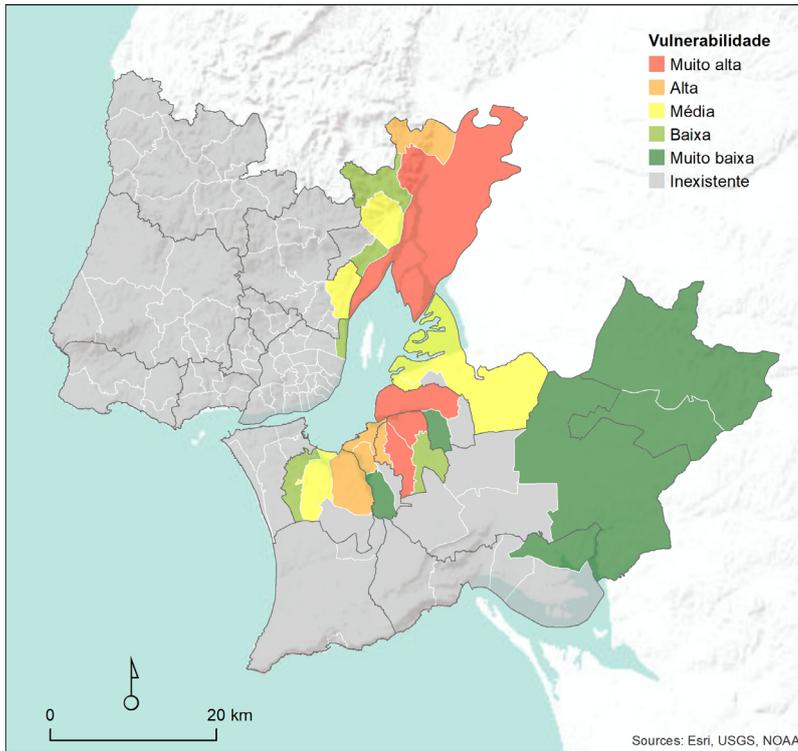


Figura 56. Índice de vulnerabilidade futura a cheias progressivas na AML
 Fonte: PMAAC-AML (2018)

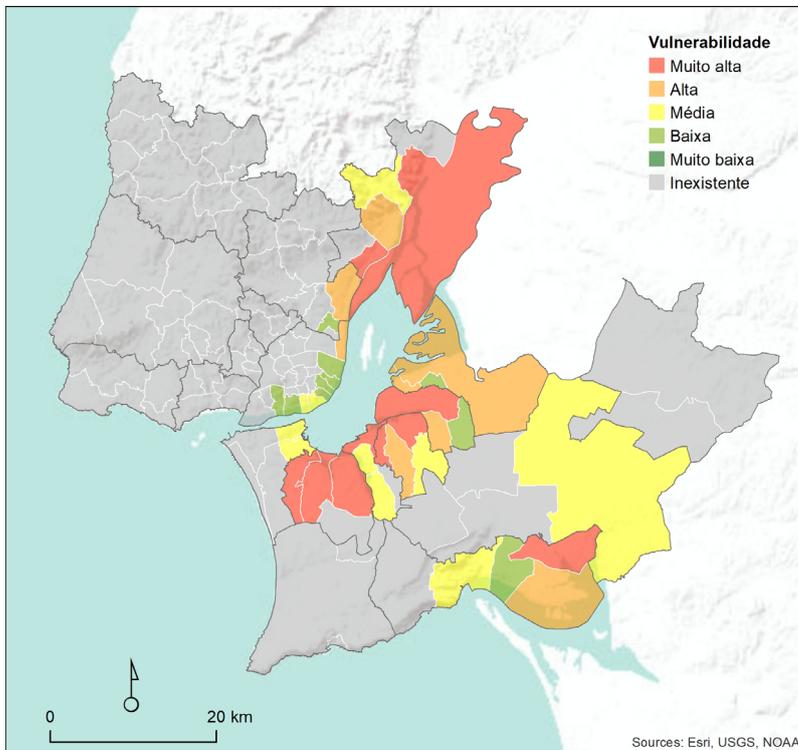


Figura 57. Índice de vulnerabilidade futura a inundações estuarinas na AML
 Fonte: PMAAC-AML (2018)

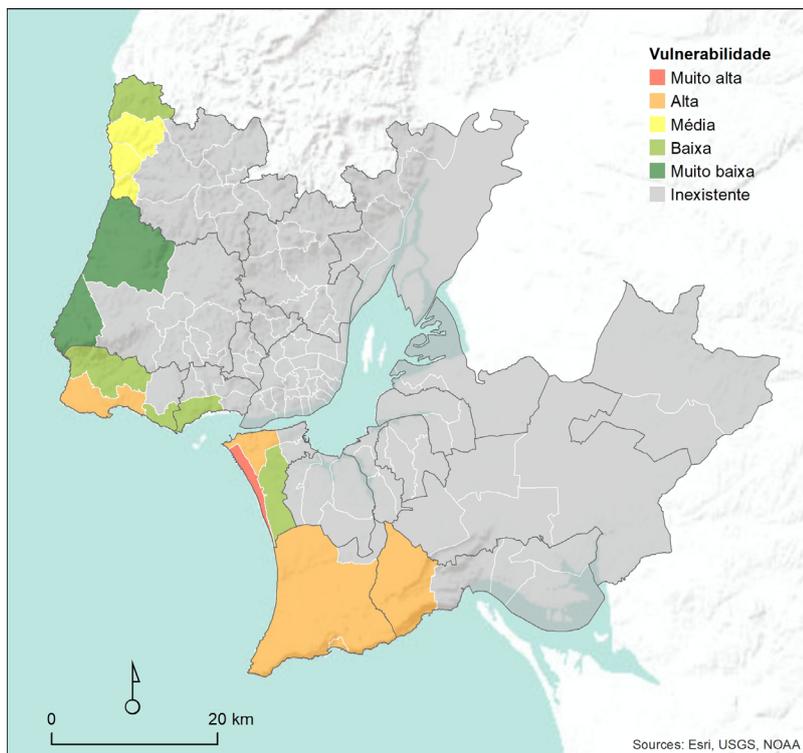


Figura 58. Índice de vulnerabilidade futura a inundações e galgamentos costeiros na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

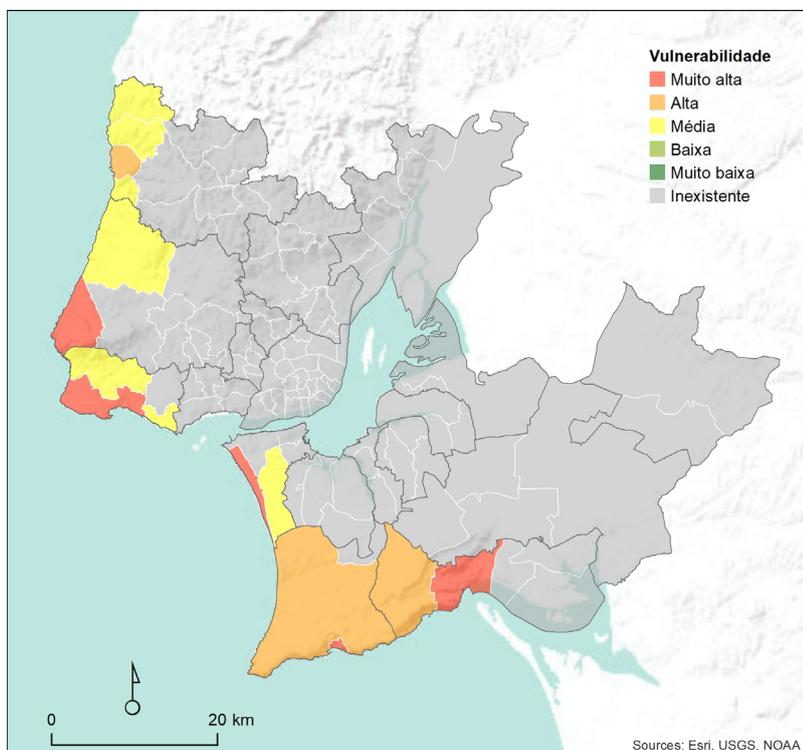


Figura 59. Índice de vulnerabilidade futura a erosão litoral e recuo de arribas na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

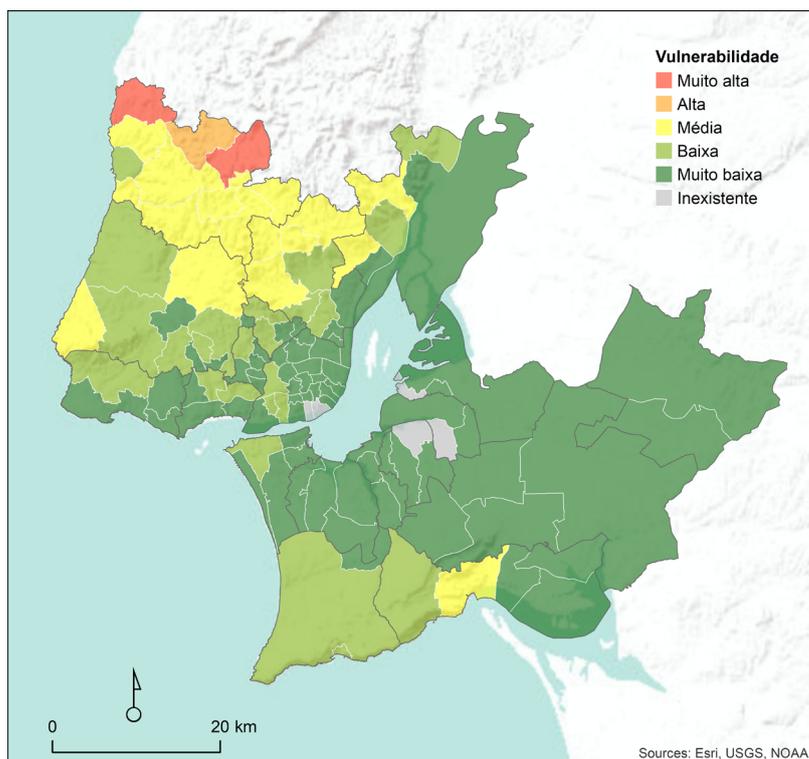


Figura 60. Índice de vulnerabilidade futura a erosão hídrica na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

No que respeita à vulnerabilidade a **inundações e galgamentos costeiros** (Figura 58) e a **erosão litoral e recuo de arribas** (Figura 59), projeta-se que a continuação da subida do nível médio das águas conduzirá ao acentuar da erosão do litoral arenoso e dos galgamentos costeiros, assim como do perigo de recuo de arribas.

Entre os territórios mais vulneráveis continuarão a encontrar-se a freguesia da Costa da Caparica, no município de Almada, assim como a freguesia UF de Cascais e Estoril, no município de Cascais, mas também a freguesia de Santiago (Sesimbra), onde a área afetada pelo risco de recuo de arribas pode triplicar em relação à área suscetível atual. Refira-se também a UF de Charneca da Caparica e Sobreda (Almada) e a UF de Oeiras e S. Julião da Barra, Paço de Arcos e Caxias (Oeiras), que no futuro poderão passar a estar vulneráveis ao risco de inundações e galgamentos costeiros.

A vulnerabilidade futura à **erosão hídrica do solo** (Figura 60) não deverá, em função das alterações climáticas projetadas, alterar-se significativamente relativamente à situação atual. Assim, os principais focos de vulnerabilidade continuarão a corresponder às áreas mais declivosas localizadas na Margem Norte do Tejo e na Serra da Arrábida, com níveis elevados e muito elevados de vulnerabilidade.

Tal como na situação atual, projeta-se que, no futuro, as freguesias onde a vulnerabilidade a este risco será mais elevada encontrar-se-ão nos municípios de Mafra (freguesias da Encarnação; UF Enxara do Bispo, Gradil e Vila Franca do Rosário; UF Azueira e Sobral da Abelheira; UF de Igreja

Nova e Cheleiros e Milharado), Loures (freguesias de Loures, Fanhões, Lousa e Bucelas), Sintra (Freguesia UF de Almargem do Bispo, Pêro Pinheiro e Montelavar) e Vila Franca de Xira (Freguesia UF de Alhandra, São João dos Montes e Calhandriz).

É também expectável que a vulnerabilidade a **instabilidade de vertentes** (Figura 61) aumente na área metropolitana, em função do incremento projetado do número de dias com precipitação intensa, que deverá praticamente duplicar o risco associado, principalmente, a movimentos de massa em vertentes superficiais.

Neste quadro a vulnerabilidade deverá manter-se especialmente elevada na freguesia UF de Alhandra, São João dos Montes e Calhandriz (Vila Franca de Xira) e na freguesia UF de Igreja Nova e Cheleiros (Mafra), mas subirá significativamente no território da freguesia UF de Ramada e Caneças (Odivelas), das freguesias de Lousa, Fanhões e Bucelas (Loures), da freguesia UF de Queluz e Belas (Sintra) e da freguesia da Mina de Água (Amadora). Importa ressaltar que, no caso da freguesia UF de Queluz e Belas, pese embora o risco de instabilidade de vertentes não seja tão significativo como nas restantes supracitadas, a sensibilidade é mais elevada, especialmente em termos de alojamentos expostos.

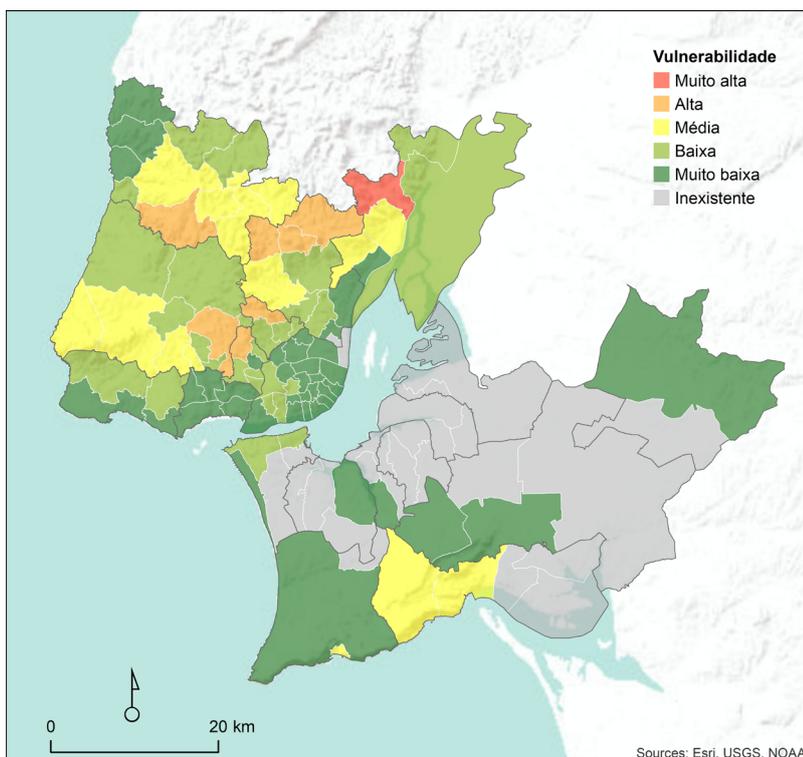


Figura 61. Índice de vulnerabilidade futura a instabilidade de vertentes na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

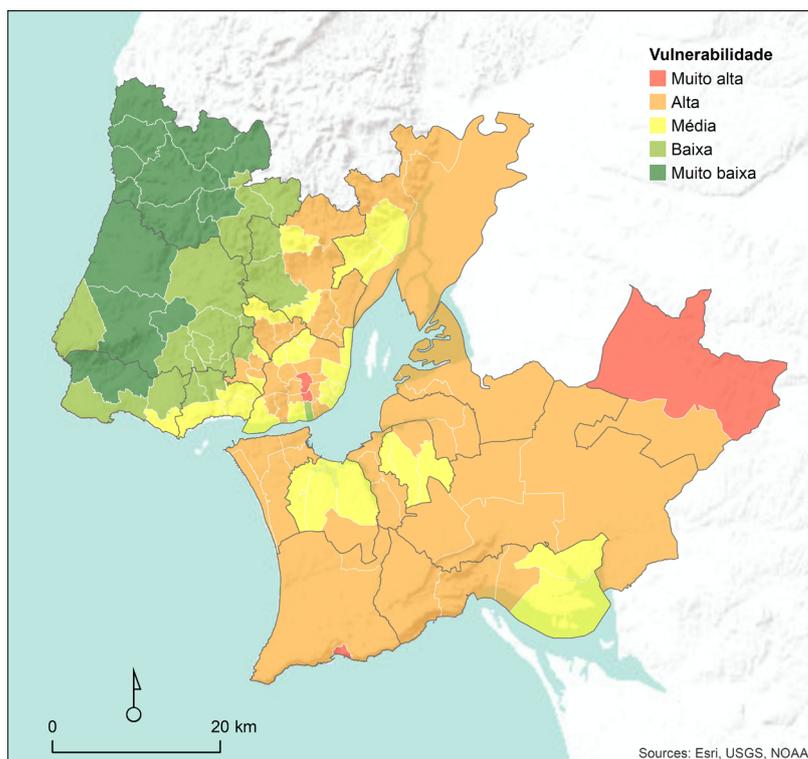


Figura 62. Índice de vulnerabilidade futura a calor excessivo na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

A subida projetada da frequência e severidade dos **eventos de calor extremo** (Figura 62) deverá implicar um aumento muito generalizado da vulnerabilidade da área metropolitana a este risco, cuja principal expressão territorial atual, caracterizada por um aumento gradual de Noroeste para Sudeste, deverá ser enfatizada com as alterações climáticas. Assim, é expectável o aumento da vulnerabilidade em todas as freguesias localizadas na Margem Sul do Tejo, atingindo-se o nível de vulnerabilidade mais elevado nas freguesias de Canha (Montijo) e Santiago (Sesimbra).

Na Margem Norte, esta tendência de aumento será mais evidente nos municípios de Lisboa, Loures, Oeiras, Amadora, Odivelas e Vila Franca de Xira. Nestes casos, deve também ser observado que as alterações projetadas para os eventos de calor extremo deverão traduzir-se, cumulativamente, no agravamento do fenómeno na ilha urbana de calor. Deverá assim ocorrer um aumento do nível de vulnerabilidade centrado nas freguesias mais densamente urbanizadas na zona mais central da área metropolitana – Santo António e Avenidas Novas (Lisboa) –, estendendo-se ao longo dos principais eixos de expansão urbana da área metropolitana, podendo também ser observado este fenómeno na Margem Sul, particularmente no município de Almada.

Não obstante, também na Margem Norte do Tejo se projeta a manutenção de territórios com níveis de vulnerabilidade baixa, ou muito baixa, ao calor extremo, que se estendem de forma praticamente contínua pelos municípios de Mafra, Sintra e Cascais, abrangendo também freguesias dos municípios de Oeiras, Amadora e Loures. A este respeito, a freguesia UF de Malveira e São Miguel de Alcainça e as freguesias de Mafra e Carvoeira, todas no município de Mafra, deverão ser as menos vulneráveis a este risco na área metropolitana.

Quanto à vulnerabilidade futura a **seca meteorológica** (Figura 63), as projeções climáticas de redução da precipitação total e as suas implicações sazonais, combinadas com o aumento das temperaturas e da frequência e severidade dos eventos da calor extremo, implicarão um aumento significativo desta vulnerabilidade na região, embora com matizes territoriais claramente contrastadas.

Tal como se verifica na situação atual, a freguesia metropolitana mais vulnerável no futuro a secas meteorológicas, deverá ser Vila Franca de Xira, com vulnerabilidade muito alta, onde o nível de sensibilidade é muito elevado e o nível de risco será ainda mais elevado. Nas freguesias da Margem Sul onde as atividades agrícolas e silvícolas têm maior expressão, projeta-se também um aumento do nível de vulnerabilidade para a classe muito alta, nomeadamente nos casos das freguesias: Quinta do Anjo; UF de Poceirão e Marateca; Pinhal Novo; e Palmela (Palmela), Alcochete (Alcochete), Canha, Sarilhos Grandes, UF Atalaia e Alto Estanqueiro-Jardia e UF Pegões (Montijo) e Moita (Moita).

No sector mais interior da Margem Norte do Tejo deverá registar um agravamento considerável da vulnerabilidade, aumentando para muito alta em algumas freguesias dos municípios de Mafra (freguesia do Milharado), Odivelas (UF Pontinha e Famões), Loures (Freguesias de Bucelas; Fanhões; e UF de Santo Antão e São Julião do Tojal) e Vila Franca de Xira (Vila Franca de Xira, UF de Castanheira do Ribatejo e Cachoeiras, UF de Alverca do Ribatejo e Sobralinho e UF de Alhandra, São João dos Montes e Calhandriz).

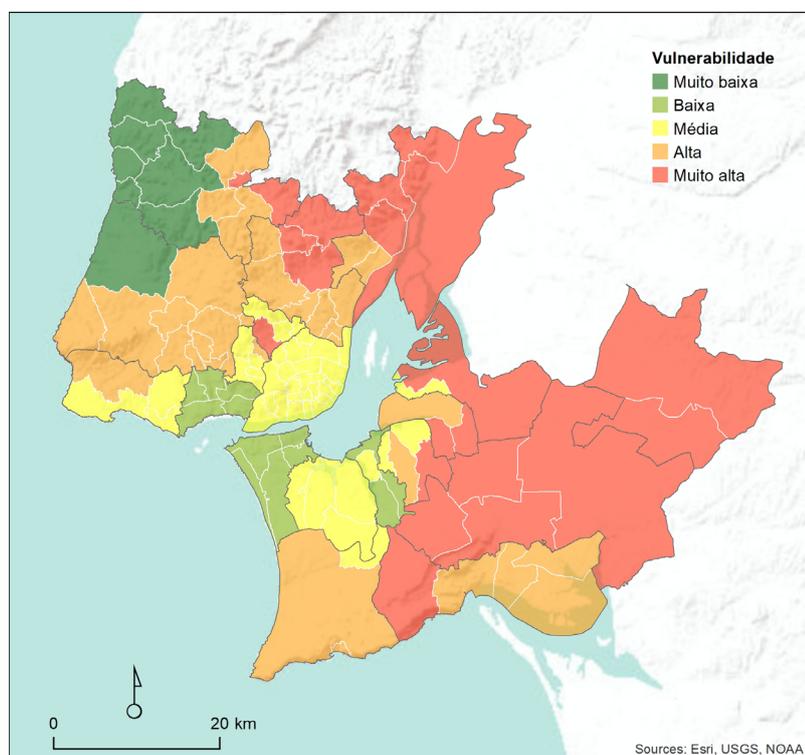


Figura 63. Índice de vulnerabilidade futura a seca meteorológica na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

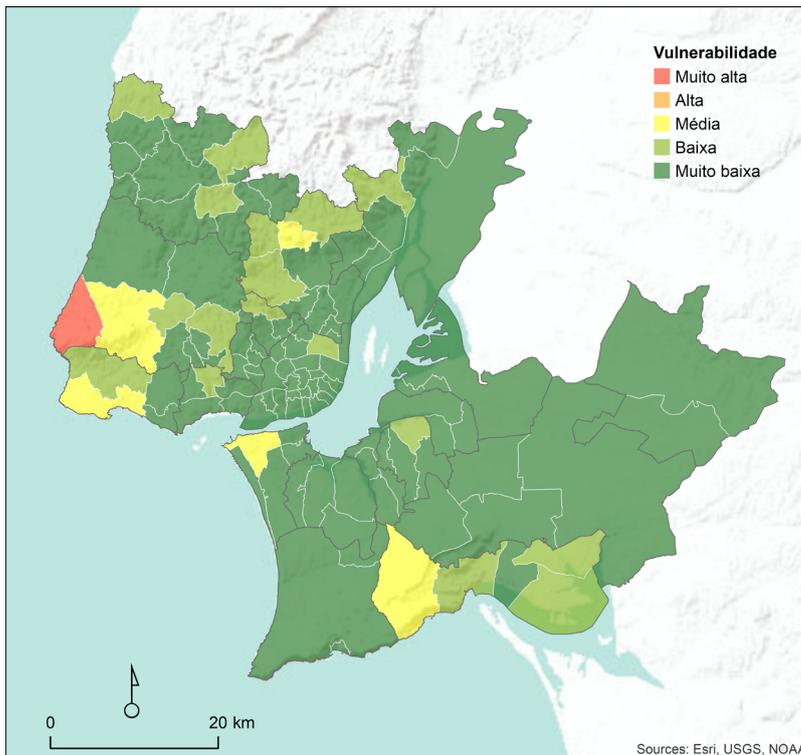
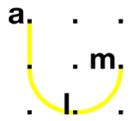


Figura 64. Índice de vulnerabilidade futura a tempestades de vento na AML

Fonte: PMAAC-AML (2018)

No futuro não são expectáveis modificações significativas na distribuição da suscetibilidade do território a **tempestades de vento** (Figura 64). A vulnerabilidade das freguesias da área metropolitana deverá assim manter-se predominantemente muito baixa ou baixa, sendo moderada em algumas freguesias nos municípios de Sintra, Setúbal, Loures, Almada e Cascais, localizadas a maior altitude e/ou mais próximas da costa atlântica.

Neste sentido, a freguesia mais vulnerável a tempestades de vento deverá continuar a ser Colares (Sintra), com exposição mais elevada a vento forte e tendo em conta as suas características em termos de infraestruturas de transporte expostas e menor capacidade adaptativa.



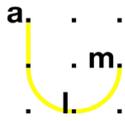
adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 5. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas do Sector 'Agricultura e Florestas'

Cofinanciado por:





5. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas 'Agricultura e Florestas'

5.1. Introdução

O sector da agricultura e das florestas é um pilar fundamental para um modelo equilibrado, coeso e sustentável de desenvolvimento territorial a nível metropolitano. A sua função converge e integra duas dimensões intimamente relacionadas: a proteção e valorização do ambiente, dos territórios e das pessoas, assim como a produção de matérias-primas e alimentos essenciais ao aprovisionamento do espaço metropolitano numa lógica de proximidade e de promoção de circuitos diretos de abastecimento. É evidente a forte interdependência que o sector agroflorestal apresenta com os recursos hídricos – pelo papel fundamental que o recurso água possui nos diferentes sistemas de produção agrícola – e com o ordenamento do território – pela forte relação de complementaridade existente entre os espaços urbanos e rurais.

As projeções de variação da precipitação até final do século neste território apontam para um intervalo de redução de 20% a 25% dos valores médios anuais, o que, inerente ao baixo nível de fertilidade de alguns espaços de características rurais (principalmente os de cariz florestal) e ao elevado risco de erosão hídrica (em parte associada ao aumento desde eventos extremos), poderá vir a condicionar, a prazo, os sistemas produtivos agroflorestais atuais da região. Outro dos riscos para a área metropolitana decorrentes das alterações climáticas poderá ser a salinização de áreas agrícolas, associada à subida do nível médio do mar, sendo especialmente vulneráveis as áreas agrícolas adjacentes à costa estuarina do Tejo e do Sado, como por exemplo a Lezíria Grande de Vila Franca de Xira (LGVFX). Do ponto de vista agrícola, as projeções apontam para reduções genéricas da produtividade, em 2100, de 15% a 30% face aos valores atuais (estudo PESETA/JRC, com base em dados IPCC 2013).

A comparação da distribuição espacial dos principais tipos de ocupação cultural com o cenário de evolução climática, dirigido ao território metropolitano, aponta para que possam vir a ser especialmente afetadas as pastagens, as culturas permanentes (frutícolas e vinha), bem como as culturas temporárias arvenses de sequeiro, maioritariamente os cereais, as forrageiras e as hortofrutícolas praticadas ao ar livre.

No que concerne às florestas, também de acordo com a 'Estratégia de Adaptação da Agricultura e Florestas às Alterações Climáticas (Portugal Continental)', *"as alterações climáticas poderão afetar a produtividade dos povoamentos e alterar a distribuição geográfica potencial das espécies tal como hoje a conhecemos, com impactos relevantes desde logo sobre a produção de bens. A informação*

disponível aponta no sentido da diminuição da produtividade líquida das duas espécies que, atualmente, suportam as principais fileiras silvo-lenhosa: o pinheiro-bravo e o eucalipto, ainda que, em algumas regiões e possa verificar o aumento da produtividade (sobretudo no norte litoral e em altitude)."

Para o sector florestal importa também e de forma particularmente sensível ter em consideração o potencial aumento da suscetibilidade a incêndios florestais, em resultado da diminuição da precipitação média anual, do índice de seca, do aumento das temperaturas médias e da maior frequência de ondas de calor.

5.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos

A sensibilidade climática para o sector da agricultura e florestas na área metropolitana decorre fundamentalmente dos potenciais impactes que os eventos têm no território associados a quatro parâmetros climáticos:

- Aumento das temperaturas máximas, com acréscimo do fenómeno do número anual de ondas de calor;
- Aumento das temperaturas mínimas, com diminuição muito significativa do número de dias com geada e/ou granizo;
- Diminuição da precipitação e concentração da mesma em períodos mais curtos, com consequente potencial redução da água disponível para rega; e,
- Intensificação dos eventos extremos de precipitação, tempestades e ventos, com eventuais efeitos na destruição, total ou parcial, de culturas e/ou infraestruturas e equipamentos agrícolas (nos domínios da produção vegetal, como por exemplo estufas e sistemas de rega, e da produção animal, como por exemplo cercas e estábulos).

A localização dos espaços agroflorestais da AML em áreas sensíveis aos estímulos climáticos – designadamente secas e/ou incêndios rurais e/ou cheias rápidas e/ou erosão do solo – constituem as situações mais problemáticas associadas às alterações climáticas no sector da agricultura e florestas neste território, condicionantes da sua sensibilidade aos estímulos climáticos e para as quais há que encontrar respostas de adaptação – ao nível de medidas e ações concretas – que, sectorialmente, permitam minimizar ou mesmo eliminar as ameaças (mas também aproveitar as oportunidades) decorrentes deste processo.

As atividades ligadas à agricultura e florestas têm, em termos globais na região, uma relevância escassa para a estrutura socioeconómica metropolitana. Segundo dados do INE de 2016, as entidades do sector representavam 2,2% do total de empresas, 1,2% do pessoal ao serviço na área metropolitana e, somente, 0,4% do volume global de negócios da região; no que diz respeito ao VAB gerado, observa-se, em termos relativos, uma maior importância deste indicador de riqueza

gerada quando comparado a nível nacional, pois as empresas da região ligadas à agricultura e florestas representavam, em 2016, mais de 11% do valor total do país.

O volume de emprego⁷ neste ramo de atividade tem registado uma tendência decrescente ao longo dos anos (máximo registado de 30 mil postos de trabalho, em 2003). Entre 2010 e 2015, apresentou um valor de aproximadamente 22 mil postos de trabalho (1,5% do total do emprego da região; no Continente a sua representatividade é ainda bastante elevada – cerca de 10%.

Em 2009, os espaços agroflorestais representavam cerca de 170 mil hectares, correspondendo a aproximadamente 57% da área total da área metropolitana. Estes espaços contemplavam cerca de 52% de superfície agrícola utilizada (SAU), com quase 88 mil hectares, sendo que a superfície florestal representava pouco mais de 41% (correspondendo a perto de 65 mil hectares). No contexto nacional, esta ocupação traduzia-se em cerca de 2,5% da SAU de Portugal Continental, enquanto a superfície florestal correspondia a 2% deste total.

De 1989 a 2009, através do Recenseamento Geral da Agricultura (RGA)⁸, registou-se uma diminuição significativa da SAU na área metropolitana (-5,2%), acompanhando a tendência recessiva registada em Portugal Continental (-4,4%, no mesmo período). A superfície agrícola assume especial destaque, nos municípios de Palmela e Montijo na margem sul do Tejo e Sintra, Vila Franca de Xira e Mafra, a norte do Tejo. Relativamente à superfície florestal⁹, entre 1995 e 2010 na área metropolitana, registou-se também um decréscimo da superfície ocupada em cerca de 6% (valor médio), numa proporção superior à média de Portugal Continental que se cifrou numa redução média de 3% (Figura 65).

Em 2009¹⁰, a dimensão média das explorações da região era de 12,8 hectares (16,2 hectares, no Continente), refletindo a estrutura de minifúndio. A área metropolitana possui, maioritariamente, explorações com menos 5 hectares (72% do total de explorações), destacando-se algumas explorações de dimensões elevadas (área superior a 50 hectares), sobretudo nos municípios de Alcochete, Montijo e Vila Franca de Xira.

Em termos agrícolas e de acordo com o Recenseamento Geral da Agricultura 1999 (RGA 99), as principais ocupações nesta data eram as relativas às culturas temporárias de sequeiro e regadio (incluindo hortas familiares), as quais representavam quase 50% dos espaços agrícolas da região – o equivalente a cerca de 35 mil hectares –, localizando-se com maior destaque nos municípios de Vila Franca de Xira, Palmela, Montijo e Sintra. Neste contexto, destacavam-se culturas como os hortícolas para consumo em fresco (alface, brássicas e cenoura, por exemplo); hortícolas para

⁷ De acordo com dados do INE, através 'Contas Nacionais', 2011-2016

⁸ De acordo com dados do INE, através do 'Recenseamento Geral da Agricultura (RGA)', 1989, 1999 e 2009.

⁹ De acordo com dados do INE – ICNF, DRRF, RAA, IFCN, RAM – 'Estatísticas Florestais', decenal - vários anos.

¹⁰ De acordo com dados do INE, 'RGA', 2009.

indústria, relativos ao processamento para refrigeração e congelação (brócolos, ervilha e tomate, por exemplo); tomate em fresco; milho para silagem; entre outros.

De seguida, tinham relevância os sistemas com culturas permanentes – mais de 12 mil hectares (cerca de 15% da SAU da área metropolitana) –, com destaque para os municípios de Palmela e Sintra, bem como os espaços dedicados a prados e pastagens permanentes – mais de 26 mil hectares e correspondendo a mais de 27% da SAU desta região –, com maior incidência nos municípios de Palmela e Montijo.

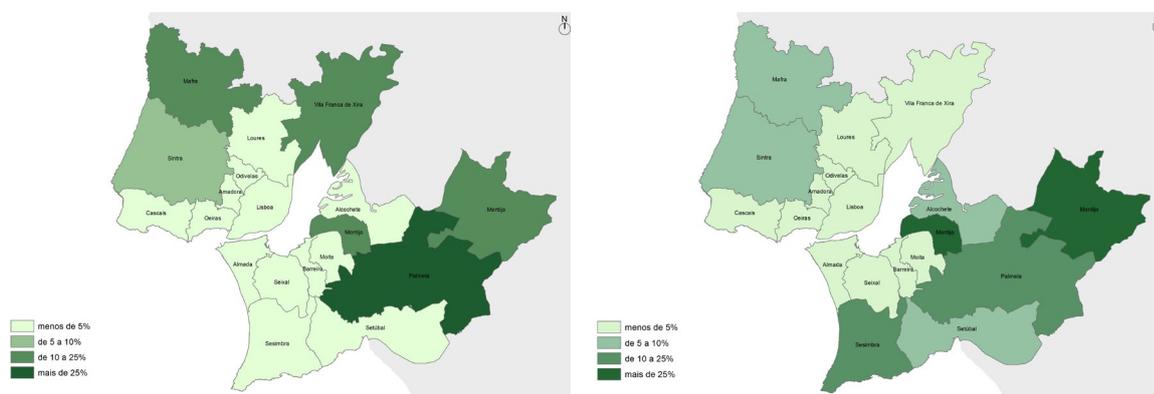


Figura 65. Distribuição territorial da SAU na AML – proporção em cada município em relação ao total de SAU da AML
Distribuição territorial da superfície florestal na AML – proporção de superfície florestal em cada município, em relação ao total da AML

Fonte: INE (2011)

Relativamente às culturas permanentes, a vinha ocupa, cerca de 70% da SAU deste tipo de sistemas, sendo que este tipo de pastagens encontram-se ligadas às propriedades que, de maior dimensão na área metropolitana, têm maioritariamente exploração de gado bovino e/ou ovino em regime extensivo ou, em alguns casos muito particulares, gado leiteiro sobretudo estabulado (RGA 99).

Em termos dos riscos analisados, constata-se que as áreas agrícolas se encontram condicionadas por três riscos: seca, inundações e erosão do solo.

Na análise das áreas afetadas por riscos atuais foi confrontada a cartografia de riscos atuais, elaborada no âmbito deste projeto, com os dados da Carta de Ocupação do Solo (COS 2015).

No que diz respeito ao risco de seca, a região encontra-se segregada em duas zonas de risco: uma de grau baixo, que correspondente a cerca de 30% dos espaços agrícolas e que abrange parte da zona norte da área metropolitana; e, uma de grau moderado, a qual condiciona grande parte da região, comportando 70% do total de espaços agrícolas (identificados na COS 2015).

Relativamente ao risco de inundação, na área metropolitana destacam-se algumas zonas suscetíveis a inundações resultantes quer de cheias progressivas quer de cheias rápidas. As zonas mais afetadas por cheias progressivas correspondem a pouco mais de 15% dos espaços agrícolas

(cerca de 16 mil hectares) e localizam-se predominantemente no município de Vila Franca de Xira. Relativamente às cheias rápidas, esta tipologia afeta mais de 5% dos espaços agrícolas (próximo de 6 mil hectares), com maior expressão nos municípios de Alcochete, Loures, Mafra e Palmela.

Por fim, e quanto ao risco de erosão do solo, este possui ligeira expressão na região, condicionando cerca de 20 mil hectares no total - perto de 20% do total de espaços agrícolas -, tendo maior incidência nos municípios de Mafra (oito mil hectares) e Sintra (quatro mil hectares).

No que concerne à área florestal, e seguindo a análise em concordância com a COS 2015, no território metropolitano predominavam as manchas de pinheiro bravo – 20 mil hectares e cerca de 30% do total de espaços florestais –, localizadas predominantemente no município de Sesimbra; as áreas de sobreiro, muitas em áreas de montado – 16 mil hectares e pouco mais de 20% do total de espaços florestais –, com destaque nos municípios de Montijo e Palmela; as zonas de eucalipto – 14 mil hectares e perto de 20% dos espaços florestais –, com expressão em Mafra e Montijo; e, por fim, as áreas de pinheiro manso – 14 mil hectares e perto de 20% dos espaços florestais –, dispersas pelos municípios de Montijo, Palmela, Sesimbra e Setúbal.

Após o aumento da superfície ocupada registado entre 1995 e 2005 (17%), os dados do último inquérito florestal realizado apontam para um ligeiro decréscimo da superfície ocupada por povoamentos florestais (-4%, entre 2005 e 2015). Observou-se também uma alteração da composição desta área, nomeadamente registando-se um aumento da área de pinheiro manso – variação de cerca de 2% – e um ligeiro decréscimo da área de eucalipto – em cerca de 12%, de 2005 a 2015.

No que respeita à taxa de superfície ardida, entre 2007 e 2016¹¹, a área metropolitana registou uma reduzida taxa média anual – de 0,6% (valor bem abaixo da taxa média em Portugal Continental - 1,5%). Em 2016, registou-se o menor valor de taxa de superfície ardida (0,3%), sendo que nos anos de 2007 e 2011, a taxa de área ardida alcançou valores próximos de 1%.

Em 2016, de acordo com dados do INE e ICNF, a superfície afeta a 'Zonas de Intervenção Florestal' (ZIF) era de 7.683 hectares, o que correspondia a aproximadamente 2,5% do total da área metropolitana e a cerca de 12% da sua superfície florestal. Apenas três municípios são abrangidos por ZIF, nomeadamente Mafra (2.608 hectares), Montijo (4.324 hectares) e Vila Franca de Xira (751 hectares). Refira-se que as ZIF são um instrumento regulamentar de política florestal que visa garantir uma gestão eficiente dos espaços florestais à escala da paisagem e uma aplicação coerente dos apoios ao desenvolvimento florestal, promovendo a dinamização da gestão florestal privada e na sua associação para uma gestão comum mais eficiente e sustentável a prazo.

¹¹ De acordo com dados do INE, 'RGA', 2009.

No quadro das projeções dos riscos atuais na área metropolitana, os espaços florestais encontram-se condicionados pelo risco de incêndio, afetando cerca de 30% da área total desta tipologia de espaço – cerca de 22 mil hectares –, com especial incidência nos municípios de Sintra e Mafra.

5.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa

A avaliação da capacidade adaptativa atual no que concerne à agricultura e florestas foi perspectivada através da análise de dois indicadores de base, assumindo-se, por um lado, que a riqueza gerada sectorialmente, num dado município, poderá ser facilitadora da capacidade de adaptação das empresas aí instaladas (maior disponibilidade de recursos), e, por outro lado, que o nível de habilitações (ligado à preparação técnica) dos produtores agrícolas singulares terá correlação com a capacidade destes para dinamizar e adotar o processo de adaptação na sua atividade. Ambos os indicadores são perspectivados na articulação da capacidade adaptativa com as projeções de aumento das temperaturas máximas, redução da precipitação anual e prolongamento dos períodos de seca.

Deste modo, apresentam-se os seguintes indicadores (Tabela 11):

- VAB por empresa inscrita nas áreas da agricultura, produção animal, caça, floresta e pescas: a capacidade de adaptação é apresentada na relação entre o VAB médio por empresa do sector em cada município e o VAB médio das empresas do sector na área metropolitana de Lisboa, em 2016 (considerando como referencial $AML=100^{12}$); e,
- Proporção de produtores agrícolas singulares com escolaridade de nível secundário ou superior: a capacidade de adaptação é avaliada na relação percentual do total de produtores com estes níveis de habilitação e o total de produtores por município, em 2009.

Quanto ao apuramento do primeiro indicador, importa ressaltar que, dos 18 municípios que compõem a Área Metropolitana de Lisboa, em oito deles não existe informação disponível quanto ao VAB gerado neste sector (apesar de ser possível observar o número de empresas em atividade), pelo que, forçosamente, a avaliação da capacidade adaptativa comparada intraterritório se restringiu aos restantes dez para o qual existe informação completa para o ano mais recente de referência (2016).

¹² O valor referencial para a AML (AML = 100) era, em 2016, de 23.944€/empresa (PORDATA, 2018).

Tabela 11. Indicadores de capacidade adaptativa para o sector 'Agricultura e florestas', por município, em 2016

Município	VAB por empresa inscrita na 'Agricultura, produção animal, caça, floresta e pescas'			Proporção de produtores agrícolas singulares com escolaridade de nível secundário ou superior
	10 ³ €	número	índice	%
Alcochete	6.106	100	255	12
Almada	2.338	325	30	8
Amadora	...	202	//	13
Barreiro	...	92	//	9
Cascais	...	404	//	29
Lisboa	59.364	1.991	125	...
Loures	...	388	//	7
Mafra	11.330	753	63	5
Moita	3.685	150	103	10
Montijo	21.387	395	226	7
Odivelas	1.921	190	42	17
Oeiras	...	419	//	33
Palmela	10.842	779	58	8
Seixal	...	213	//	15
Sesimbra	9.362	245	160	8
Setúbal	...	498	//	18
Sintra	11.020	619	74	6
Vila Franca de Xira	...	271	//	15
AML	192.415	8.036	100	-

Fonte: PORDATA, 2018 (base INE – Sistema de Contas Integradas das Empresas, 2016)

... valor confidencial; // não aplicável

Ainda neste contexto, há que referir que o referencial do número de empresas por município está diretamente ligado ao reconhecimento da geografia da sede social das mesmas, o que, naturalmente, poderá conter algum enviesamento face ao local de efetiva produção agrícola e/ou florestal (por exemplo, bem patente e visível empiricamente no caso do município de Lisboa, com quase 2.000 empresas registadas).

No que concerne ao segundo indicador, o mesmo resulta dos dados expresso do RGA 2009 (INE, 2011), sendo possível o seu cálculo para 17 dos 18 municípios metropolitanos, visto que os dados para o município de Lisboa não se encontram disponíveis.

Claro está que não se poderá deixar de fazer menção ao facto de que a potencial correlação que aqui se faz entre o nível de habilitação dos produtores e a sua capacidade adaptativa às alterações climáticas ser de cariz meramente empírico e exploratório, visto não existir, pelo que se conheça, trabalho científico suficientemente aprofundado que (por agora) valide o grau de aderência na correlação entre estas duas variáveis, ainda mais tendo nota que sendo a capacidade adaptativa resultante, sobretudo, da *praxis*, essa mesma *praxis*, no caso em apreço, poderá não estar diretamente ligada ao nível de habilitação (nem ao regime de posse da terra) mas antes à prática, corrente e reiterada, da atividade agrícola quotidiana no terreno.

A leitura dos indicadores de capacidade adaptativa obtidos permite sistematizar as seguintes observações:

- No caso do VAB agroflorestal e das pescas (os dados disponibilizados agregam esta última atividade à agricultura e florestas), constata-se que, dos dez municípios analisados, são os municípios de Alcochete, Montijo, Sesimbra, Lisboa e Moita os que têm, decrescentemente, valores superiores à média metropolitana, enquanto os restantes cinco têm-nos inferiores, com destaque para Odivelas e Almada, com os indicadores mais baixos.

Por tal, os cinco municípios com valores acima da média metropolitana revelam, à partida, melhor disponibilidade financeira no quadro do balanço das empresas instaladas para, na atualidade e em termos futuros, canalizarem verbas para o processo de adaptação às alterações climáticas.

- No caso do grau de habilitações, observa-se, na generalidade, uma baixa incidência dos níveis de escolaridade secundário ou superior no conjunto dos produtores da região (o que é generalizável a todo o país), sendo que seis municípios têm 15% ou mais dos seus produtores neste leque – Oeiras, Cascais, Setúbal, Odivelas, Seixal e Vila Franca de Xira, por ordem decrescente; estes, à partida, poderão ter ferramentas técnico-científicas de base que lhes permitam responder mais positivamente às alterações climáticas.

Por seu lado, e no campo inverso, temos quatro municípios com 7% ou menos dos seus produtores com este tipo de habilitações – Montijo, Loures, Sintra e Mafra – o que poderá ser eventualmente mais limitativo ao nível das respostas individuais a dar às alterações climáticas neste sector.

Complementarmente, no que concerne à avaliação da capacidade adaptativa em termos das ações e respostas que, para este sector, têm sido dadas a nível institucional, estas têm sido neste domínio múltiplas, diversificadas e com diferentes graus de profundidade, nomeadamente pelas competências que cada tipo de instituição está habilitada a facultar.

Para este efeito, salientam-se de seguida aquelas direcionadas para as que foram as principais consequências nas atividades agroflorestais deste território (Tabela 12), como resultado de danos nos sistemas de produção agropecuária e florestal devido a ocorrências de eventos climáticos extremos, tais como:

- i) temperaturas anormalmente elevadas (ondas de calor e incêndios rurais);
- ii) secas;
- iii) tempestades/tornados/trovoadas; e,
- iv) episódios de precipitação excessiva.

Tabela 12. Síntese das ações/respostas mais frequentes para o sector 'Agricultura e florestas'

Tipologia de evento e de impacte	Ações/respostas mais frequentes
<ul style="list-style-type: none"> – Temperaturas elevadas: fogos florestais, perda de terrenos com aptidão agrícola (redução de biodiversidade), danos na atividade pecuária (redução do abeberamento para o gado e danos nas pastagens), danos nas culturas permanentes (pomares, olivicultura, viticultura), danos nas culturas temporárias (cereais, horticultura e fruticultura) e redução da matéria orgânica presente nos solos 	<ul style="list-style-type: none"> – Combate às chamas e proteção de bens e culturas (estas últimas, quando possível): limpeza de áreas ardidas, reparação de danos e reposição de culturas agrícolas e/ou de áreas florestais
<ul style="list-style-type: none"> – Secas: danos na atividade pecuária (perda de gado e perda/redução de pastagens), perda de terrenos com aptidão agrícola (redução de biodiversidade), danos nas culturas permanentes (pomares, olivicultura, viticultura), danos nas culturas temporárias (cereais, horto industriais), redução da matéria orgânica presente nos solos 	<ul style="list-style-type: none"> – Reposição e/ou reconversão das condições e zonas agrícolas iniciais (introdução e/ou reposição de culturas) – Potenciais indemnizações aos proprietários de produções vegetais e/ou cabeças de gado, com vista à reposição do número de espécies para a atividade pecuária
<ul style="list-style-type: none"> – Tempestades/tornados/trovoadas: danos na produção agrícola, queda de árvores em zonas florestais, danos nas culturas temporárias (estufas de hortifruticultura e floricultura) e permanentes (pomares, olivicultura, viticultura), danos em habitações e instalações agrícolas de apoio 	<ul style="list-style-type: none"> – Reposição e/ou reconversão das condições e zonas agrícolas iniciais (introdução e/ou reposição de culturas), reconstrução de estufas e/ou de habitações e instalações agrícolas de apoio
<ul style="list-style-type: none"> – Precipitação excessiva: danos na produção agrícola, erosão hídrica dos solos (camada superficial) 	<ul style="list-style-type: none"> – Reposição e/ou reconversão das condições e zonas agrícolas iniciais (introdução e/ou reposição de culturas)

Fonte: PMAAC-AML (2018)

No âmbito das ações e respostas dadas às consequências dos eventos climáticos registados na região neste contexto, estas têm sido sobretudo resultantes da atuação conjunta de várias entidades, com destaque para a Direção Regional de Agricultura e Pescas de Lisboa e Vale do Tejo (DRAPLVT), o Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) e os serviços municipais de Proteção Civil, estruturas que tem como missões, respetivamente, coordenar e implementar as políticas públicas do sector ao nível regional (DRAPLVT e ICNF) e executar e coordenar as políticas municipais de proteção civil, prevenindo os riscos associados ao sector e minimizando os efeitos negativos dos eventos extremos (Tabela 13).

Tabela 13. Identificação das entidades responsáveis pelo planeamento e execução da resposta para o sector 'Agricultura e florestas'

Instituições responsáveis/envolvidas pelo planeamento da resposta	Instituições responsáveis/envolvidas pela execução da resposta
<ul style="list-style-type: none"> – Direção Regional de Agricultura e Pescas de Lisboa e Vale do Tejo (DRAP-LVT) – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) – Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) – Comando Distrital de Operações de Socorro de Lisboa (CDOS) – Comando Distrital de Operações de Socorro de Setúbal (CDOS) 	<ul style="list-style-type: none"> – Direção Regional de Agricultura e Pescas de Lisboa e Vale do Tejo (DRAP-LVT) – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) – Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) – Serviços Municipais de Proteção Civil (SMPC) – Bombeiros Voluntários Municipais (BVM) – Guarda Nacional Republicana (GNR) – GIPS (Grupo de Intervenção Proteção e Socorro) – Secretaria-geral da Administração Interna (gestão de contas de emergência)

Fonte: PMAAC-AML (2018)

A resposta imediata às consequências no sector da agricultura e florestas decorrentes de eventos climáticos registados neste território tem-se revelado relativamente eficaz (cerca de 87% das consequências dos eventos foram classificadas no âmbito do PIC como eficazes), em resultado da cooperação institucional entre as entidades responsáveis pelo planeamento e pela execução das ações e pela modernização de meios técnicos e operacionais. O critério utilizado para esta avaliação baseou-se na avaliação da resposta operacional dos agentes referidos aos pedidos de socorro que resultaram dos eventos ocorridos na área metropolitana e da avaliação feita pelos agentes institucionais da área metropolitana envolvidos no processo.

No entanto, seria importante, em termos futuros e para a avaliação específica deste parâmetro, poder-se desenvolver um sistema integrado – alimentado com dados em plataforma partilhada por parte das instituições indicadas na Tabela 13 – de recolha de informação que agregasse todo o tipo de respostas aos eventos climáticos.

Naturalmente que, no que respeita aos produtores agrícolas e florestais, as consequências dos eventos climáticos extremos perpetuam-se, em muitos casos, por longos períodos pós-ocorrência – muitas vezes por vários anos –, sendo que a avaliação das ações e respostas é, prioritariamente, referente aos impactes sobre pessoas e bens materiais mais diretamente a estas ligadas (por exemplo, habitação e equipamentos públicos), enquanto a avaliação sobre as ações e respostas dadas sobre as áreas produtivas, de agricultura e/ou de floresta, são normalmente secundarizadas, mas com grande impacte – socioeconómico e ambiental – em termos de desenvolvimento territorial futuro.

Neste contexto considera-se que a eficácia das ações e respostas poderá ser otimizada a nível de planeamento e organização.

Essa otimização poderá considerar o aperfeiçoamento dos serviços de índole intermunicipal e municipal nas áreas do planeamento territorial conjunto, da avaliação de riscos, do planeamento das respostas de emergência e dos instrumentos operacionais.

5.4. Identificação de Impactes e Avaliação da Vulnerabilidades Climáticas Atuais

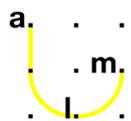
No âmbito da análise do perfil global dos impactes climáticos a nível local (PIC) para os elementos recolhidos nos 18 municípios da AML, observa-se que, com relevância para o sector, registaram-se neste território um total de 529 eventos meteorológicos extremos ocorridos desde 2000, cujos impactes terão tido consequências para as atividades e/ou ativos relativos à agricultura e florestas (Tabela 14).

Neste contexto, a rubrica de ‘incêndio rural/florestal’ foi, com grande destaque, o evento com maior expressão, com um registo de 522 ocorrências classificadas com impactes para a área metropolitana (quase 99% do total).

A ‘precipitação intensa’, acumulada com a rubrica ‘precipitação intensa e vento forte’, foi a segunda variável mais expressiva, com seis ocorrências (sendo apenas 1% do total).

Tabela 14. Síntese dos resultados do perfil dos impactes climáticos para o sector ‘Agricultura e florestas’

Variáveis	Detalhe das Variáveis	Resultados
Total de eventos climáticos (n.º)	Incêndio rural/florestal	522
	Precipitação intensa	5
	Precipitação intensa e vento forte	1
	Tempestade/tornados	1



Variáveis	Detalhe das Variáveis	Resultados
Total de impactes registados (n.º)	Alterações na biodiversidade	2
	Cheias	3
	Danos em edifícios	2
	Danos em estruturas	3
	Danos em infraestruturas de comunicações	1
	Danos em infraestruturas energéticas	1
	Danos para as cadeias de produção	5
	Deslizamento de vertentes	2
	Incêndios	511
	Inundações	1
	Queda de árvores	1
	Redução da qualidade do ar/aumento de problemas respiratórios	2
Total dos eventos climáticos que tiveram importância alta (n.º)	Incêndio rural/florestal	21
	Precipitação intensa	4
	Tempestade/tornados	1
Total dos eventos climáticos que tiveram eficácia de resposta alta (n.º)	Incêndio rural/florestal	19
	Precipitação intensa	1
Total dos eventos climáticos, com importância alta e moderada, que tiveram eficácia de resposta baixa (n.º)	Precipitação intensa	4

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Os municípios mais afetados durante este período terão sido Almada, Odivelas, Mafra e Cascais, com mais de 90% do total dos registos.

Globalmente, do total destes 529 eventos meteorológicos foram registados 534 impactes, com 511 registos de impacte ao nível dos incêndios (96% do total). Estruturalmente, identificaram-se 12 impactes relacionados, em termos agregados, com danos em edifícios, estruturas, infraestruturas de telecomunicações, infraestruturas energéticas e para cadeias de produção locais (2% do total). Observaram-se ainda quatro impactes ao nível de cheias e inundações, relacionados com os eventos de precipitação intensa, bem como impactes ao nível do deslizamento de vertentes, redução de biodiversidade e queda de árvores (em solo rústico).

Na classificação de importância, foram considerados como de 'importância alta' 26 eventos, nomeadamente os 'incêndios rural/florestal' (21) – que também neste ponto constituem a larga

maioria (81% do total) - a precipitação intensa (4) e a tempestades/tornados (1). Estes, no seu conjunto, totalizaram 38% do total de eventos classificados (68 eventos). De registar que 461 eventos não foram classificados quanto à sua importância, denotando-se que destes 86% foram 'incêndios rurais/florestal'.

Em termos geográficos, e na sequência de temperaturas elevadas e níveis de humidade reduzidos, observaram-se sobretudo incêndios rurais e florestais com incidências registadas no município da Amadora, dos quais cerca de 71% de eventos com elevada importância, tendo os mesmos ocorrido nos anos de 2012 a 2017 (com exceção de 2014, onde não se registou nenhum incêndio classificado com de elevada importância). De acordo com a informação obtida, os incêndios neste município resultaram em mais de 380 hectares (área acumulada ao longo dos anos de avaliação) de povoamento florestais ardidos.

Complementarmente, e quanto ao município de Setúbal, nos anos de 2004 e 2005 arderam cerca de 760 hectares do Parque Nacional da Arrábida (área acumulada ao longo dos anos de avaliação). Em 5 de julho 2005, identificou-se um incêndio no município de Mafra, do qual resultou 84% de área ardida, com grande impacto e relevante perda de património florestal e faunístico do Parque Nacional da Tapada de Mafra.

Quanto às restantes ocorrências, não existe informação decorrente expressa no PIC que permita apurar elementos de referência territorial quanto aos impactes dos incêndios registados.

No que concerne aos seis episódios de precipitação intensa e/ou precipitação intensa acompanhada de ventos fortes, dos quais quatro, com importância alta, registaram-se no município de Mafra (em 1983, 2001, 2009 e 2015); os restantes eventos ocorreram, um, no município de Loures (2001) e um outro no município do Montijo (2018). Os episódios de precipitação intensa no município de Mafra resultaram, através do galgamento de linhas de água e alagamento das margens, em estragos em terrenos agrícolas (3.750 hectares), com perdas para as sementeiras, destruição de parte de vinhas, terrenos hortícolas e pomares, destruição de estufas (1.800 m²) e, igualmente, na perda por arrastamento de cabeças de gado e de alfaias agrícolas. No município de Loures, o episódio de precipitação intensa resultou em inundações com estragos em terrenos agrícolas com perdas para a produção agrícola.

Paralelamente, foi registado um tornado, com elevada importância, no município de Almada (2004), com queda de um número significativo de árvores na mata da Quinta da Aroeira.

A contextualização das condições climáticas atuais e da evolução recente do clima na região (período 1971-2016) permitiu verificar, atualmente, alterações na amplitude dos ciclos de temperatura, designadamente através de um expressivo aumento da temperatura do ar, patente tanto no comportamento das temperaturas máximas como, também, mas de um modo ainda mais notório, no que diz respeito às temperaturas mínimas.

Também o aumento do número de ondas de calor e a redução do número de ondas de frio, associada à redução do número de dias de geada/granizo, tiveram e têm impactes significativos sobre a atividade agrícola e florestal.

Tabela 15. Apresentação dos principais eventos com impactes no sector ‘Agricultura e florestas’

Tipologia de evento	Detalhes	Impactes	Consequências
Precipitação excessiva (2001, 2008, 2009, 2015, 2018)	Períodos de precipitação intensa durante várias horas	<ul style="list-style-type: none"> – Cheias e inundações (danos em edifícios) – Cheias e inundações (danos para as cadeias de produção) – Deslizamentos de terras (danos em propriedades agrícolas) 	<ul style="list-style-type: none"> – Terrenos alagados – Perdas de produção agrícola – Perda de cabeças de gado – Destruição de sementeiras
Precipitação excessiva e vento forte (2010)	Galgamento de margens e inundações de terrenos produtivos	<ul style="list-style-type: none"> – Cheias e inundações (danos em edifícios) – Cheias e inundações (danos para as cadeias de produção) – Deslizamentos de terras (danos em propriedades agrícolas) – Danos em estruturas e infraestruturas 	<ul style="list-style-type: none"> – Terrenos alagados – Perdas de produção agrícola – Perda de cabeças de gado – Destruição de sementeiras – Perda de equipamentos e instalações de apoio – Destruição de estufas
Incêndios rurais/florestais (2004, 2010, 2013, 2015, 2017, 2018)	Incêndios em solo rústico com atividades agropecuárias e/ou florestais	<ul style="list-style-type: none"> – Danos em estruturas e equipamentos – Incêndios no coberto florestal – Incêndios em equipamentos e instalações de apoio 	<ul style="list-style-type: none"> – Destruição de área de povoamentos florestais – Perda de área florestal em áreas protegidas – Perda de equipamentos e instalações de apoio

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Em termos espaciais, os episódios de temperatura elevada e de ondas de calor, pelas características da área metropolitana, evidenciam um padrão espacial homogéneo, contudo com maior vulnerabilidade das unidades morfoclimáticas (definidas no documento sobre o cenário base de adaptação para a AML¹³), nomeadamente nos ‘Vales do Tejo e do Sado’, ‘Peniplanície’ e ‘Península de Setúbal’ (que se compõem no sul do Tejo e nas denominadas ‘Planícies de Lisboa’ e ‘Vale do Tejo’).

Uma leitura territorial dos impactes atuais mais relevantes para o sector agroflorestal permite verificar que os que resultam dos eventos meteorológicos extremos de precipitação excessiva e das

¹³ PMAAC-AML: Definição cenário base de adaptação vol 1; cap 3.

tempestades e ventos fortes encontram-se também dispersos pelo território metropolitano, apresentando, contudo, consequências mais gravosas nas unidades morfoclimáticas do 'Vale do Tejo e do Sado', 'Serras e Colinas de Lisboa' e 'Península de Lisboa'.

Complementarmente, importa salientar que, através da análise de informação secundária publicada para o período de referência, foi ainda possível identificar dois fenómenos com impactes na agricultura da área metropolitana decorrentes de eventos climáticos: i) a ocorrência de 'escaldão' (queimadura nos frutos, com consequente secura, resultante de excessiva exposição ao sol e a altas temperaturas), com efeitos significativos em algumas culturas permanentes, sobretudo fruteiras e vinhas; e, ii) a verificação de intrusão salina ('cunha salina'), nos campos agrícolas da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira.

Quanto ao primeiro caso, verificou-se em 2011, 2015, 2017 (e já em 2018) a ocorrência de 'escaldão' com predominância nas culturas de vinha instaladas nos municípios de Palmela e Setúbal, afetando, em 2015, 50% a 80% da produção de muitos das mais de três dezenas de agricultores da Associação de Agricultores do Distrito de Setúbal (*in* jornal 'Diário de Notícias', de 22 de setembro de 2015) e, igualmente em 2017, 20% dos 1.000 hectares em produção dos associados da Adegas Cooperativas de Palmela (*in* revista 'Vida Rural', de 25 de julho de 2017).

No caso da intrusão salina, existem registos significativos em 2005, 2012 e 2017, nomeadamente documentados e publicitados pela Associação de Beneficiários da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira (ABLGVFX), com particular impacte nas áreas com culturas de tomate (4.000 hectares), arroz (3.000 hectares) e milho (2.000 hectares). Este fenómeno, associado à subida do nível médio das águas do mar conjugado com a redução dos caudais da água proveniente a montante do rio Tejo (ligada à redução da precipitação e, consequente, à gestão mais 'apertada' das águas libertadas nas barragens a montante), tem efeitos significativos na qualidade da água de rega e, por tal, nas produtividades das culturas referidas (*in* jornal 'Diário de Notícias', de 04 de março de 2012 e jornal 'Público', de 26 de fevereiro de 2018).

5.5. Identificação de Impactes e Avaliação de Vulnerabilidades Climáticas Futuras

A análise das projeções climáticas baseadas nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 para a região permitiu identificar as principais anomalias relativas às diferentes variáveis climáticas projetadas para os períodos 2041-2070 e 2071-2100.

Neste contexto, os principais impactes no sector da agricultura e florestas encontraram-se decisiva e praticamente na sua totalidade associados às temperaturas elevadas e ondas de calor, promotoras de incêndios rurais/florestais (quase 99% do total das ocorrências registadas desde 2000). A precipitação intensa, acumulada com o vento forte, foi a segunda variável mais expressiva, mas somente com seis ocorrências (apenas 1% do total).

Estas tipologias de eventos meteorológicos extremos estiveram na origem de algumas situações de seca, vários incêndios rurais/florestais, algumas cheias rápidas e progressivas com impacte nos terrenos agricultados e fenómenos de erosão destes mesmos solos, tendo-se observado estes impactes globalmente em todo o território metropolitano. Contudo, as consequências económicas mais relevantes revelaram-se, em cada município da área metropolitana, nas áreas caracterizadas por uma maior exposição aos riscos, como observado no capítulo da sensibilidade aos estímulos climáticos.

Para estas tipologias de eventos, a cenarização climática elaborada especificamente no âmbito deste Plano projeta:

- Aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa (precipitação diária superior a 20mm), de mais um a dois dias para o período 2041-2070;
- Alterações pouco significativas no que se refere ao comportamento futuro do vento (orientação), ainda que seja esperado um aumento de eventos meteorológicos extremos de vento forte e tempestades;
- Aumento da frequência e da persistência das ondas de calor, com maior expressão na unidade de resposta climática homogénea 'Vales do Tejo e do Sado', com projeções de mais nove a dez dias para o período 2041-2070, e de mais 12 a 23 dias para o período 2071-2100 (no cenário RCP 8.5);
- Aumento da frequência dos dias muito quentes, mais acentuado no interior do território metropolitano (agravamento do gradiente térmico litoral-interior) e mais vincado no verão, com projeções de mais 13 dias para o período 2041-2070 e de mais 35 dias para o período 2071-2100 (no cenário RCP 8.5);
- Agravamento generalizado do desconforto térmico pelo calor, com mais 24 a 33 dias para o período 2041-2070, e mais 25 a 66 dias para o período 2071-2100;
- Aumento da frequência de noites tropicais, de mais 6 a 12 dias para o período 2041-2070, e mais 34 dias para o período 2071-2100 (no cenário RCP 8.5);
- Diminuição generalizada da precipitação anual, de menos 5% a 6% para o período 2041-2070, e de menos 4% a 17% para o período 2071-2100 (caso seja o RCP 4.5 ou o RCP 8.5, respetivamente), resultando no alargamento e acentuação da estação seca no regime pluviométrico anual; e,
- Redução dos dias geada em termos anuais, de menos 0,4 a 2 dias para ambos os períodos e ambos os cenários (2041-2070 e 2071-2100, RCP 4.5 e RCP 8.5).

Considerando i) o histórico de eventos registados através do PIC; ii) a contextualização climática da região efetuada para o período 1971-2016 (que comprova, com observações reais estatisticamente validadas, que as alterações climáticas são um processo já em curso neste território); iii) as projeções resultantes da cenarização climática, para os períodos 2041-2070 e 2071-2100, são

esperados sectorialmente no futuro alguns impactes – negativos (ameaças) e positivos (oportunidades) – na atividade dos seus agentes e sobre o território, com implicações na vulnerabilidade do território metropolitano.

O acréscimo das temperaturas máximas e mínimas e o aumento projetado das ondas de calor, fatores estes cruzados com a redução da precipitação sobretudo na época estival - em ambos os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 e para os períodos 2041-2070 e 2071-2100 -, poderá ter reflexos bastantes significativos na produção agropecuária, quer em termos da produção vegetal quer no que concerne à produção animal – sobretudo ao nível da diminuição das produtividades unitárias e perdas de culturas/redução de efetivos animais. As necessidades de rega sofrerão um acréscimo em cenário de maior carência hídrica da região, o que terá que levar, forçosamente, a uma (ainda) maior aposta na eficiência hídrica dos sistemas de rega e, também, à substituição de algumas variedades atuais por outras mais resilientes às novas condições climáticas (ainda que, eventualmente, menos produtivas).

Tabela 16. Síntese de principais impactes futuros para o sector ‘Agricultura e florestas’

Impactes positivos diretos (oportunidades)	Impactes negativos diretos (ameaças)
<ul style="list-style-type: none"> – Possibilidade – a investigar, testar e confirmar - de maior produção global em alguns sistemas agrícolas (nomeadamente pomares, cereais e vinha), decorrente do aumento projetado da temperatura média mínima – Possibilidade de redução de danos na produção agrícola (sobretudo ao nível da horticultura, fruticultura, olivicultura e viticultura), decorrente da diminuição expectável das ocorrências de geada 	<ul style="list-style-type: none"> – Danos e perdas significativas nas culturas temporárias (cereais, pastagens e hortícolas) – Danos e perdas significativas nas culturas permanentes (pomares, olivicultura, viticultura) – Danos e perdas significativas na atividade pecuária, pela redução de efetivos face às potenciais limitações alimentares – Perda de terrenos com aptidão agrícola – Erosão dos solos (camada superficial), com consequente redução da matéria orgânica presente – Propensão para maior ocorrência de fogos florestais – Redução da massa florestal e da produção de cortiça
Impactes positivos indiretos (oportunidades)	Impactes negativos indiretos (ameaças)
<ul style="list-style-type: none"> – Introdução do processo de recuperação de espécies agroflorestais e pecuárias autóctones para promoção de um melhor, mais rápido e efetivo processo de adaptação – Aumento do conhecimento da população e <i>stakeholders</i> sobre os cenários de evolução climática em meio rural – Implementação de políticas conducentes a uma maior racionalidade no uso da água na produção agrícola, pecuária e, mesmo, florestal – Potencial aumento de rendimentos agroflorestais pela introdução de novas culturas e espécies/variedades 	<ul style="list-style-type: none"> – Possibilidade de alterações no mosaico agroflorestal – Diminuição nos níveis de armazenamento de água – Potencial redução dos rendimentos agroflorestais associados às culturas e espécies/variedades atuais – Tendência para um maior abandono do espaço agrícola por perdas de fertilidade do solo – Possibilidade de danos e aumento dos custos de reabilitação de equipamentos e/ou instalações agrícolas – Possibilidade de danos em infraestruturas suspensas (por exemplo, eletricidade) – Possibilidade de danos em vias de acesso (caminhos rurais)

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Complementarmente, estas condições afetarão também o desenvolvimento dos sistemas e das espécies florestais, bem como a probabilidade de aumento acentuado do risco de incêndios rurais com incidência nestes espaços, com impactes diretos principalmente na produção de folhosas e nas manchas de montado existentes na região (aqui cruzando-se, cumulativamente, com o efeito nefasto da seca sobre o desenvolvimento do seu ecossistema e das próprias árvores).

Os incêndios terão também impactes, por extensão, junto dos sistemas agropecuários, em função da possibilidade de perdas de culturas extensivas de cereais e/ou de milho para silagem, tendo consequências sobretudo sobre a pecuária extensiva de bovinos, ovinos e suínos.

A redução da precipitação resultará igualmente num maior número de impactes com danos nos espaços agroflorestais sobre a intensificação da erosão dos solos, como resultado de um acréscimo projetado de secas moderadas, em particular na margem sul da área metropolitana; tal, poderá condicionar a aptidão dos solos agrícolas e a decorrente atividade económica associada à agricultura e florestas. Os impactes resultantes da redução da precipitação generalizada a toda a região registarão potenciais consequências mais graves no cenário RCP 8.5 e no período 2071-2100, com uma redução projetada de 17 a 19 dias de precipitação por ano.

Deste modo, com o aumento das temperaturas médias e máximas, alguns dos sistemas agrícolas instalados na área metropolitana, nomeadamente os mais sensíveis a estas variações – alguma cerealicultura, fruticultura, horticultura e a produção animal extensiva, pela escassez de pastagens - poderão perder alguma importância se não se reconverterem na utilização de variedades e espécies mais resilientes e adaptadas ao novo clima, eventualmente menos produtivas unitariamente e menos vulgarizadas mas, porventura, até mais diferenciadas em termos de mercados de consumo.

No que concerne à viticultura, haverá igualmente potenciais impactes significativos a considerar, nomeadamente pelas questões que se colocarão relativamente à disponibilidade de água para rega, visto que se trata de uma cultura que, pela sua área atual considerável de implantação em termos de ocupação do solo, poderá vir a colocar, no futuro, maiores exigências em termos de mobilização de recursos hídricos. Também neste caso ter-se-á que equacionar a utilização mais generalizada de variedades autóctones de vinha mais rústicas e mais resilientes a condições climáticas mais adversas, em especial no que toca à escassez de água, mas igualmente, em alguns casos particulares de variedades de uva, relativamente à subida das temperaturas médias máximas e aumento do número de dias de calor. Quanto a esta última questão, veja-se, por exemplo, as perdas de mais de 80% nas produções de uva moscatel nas últimas três campanhas vitivinícolas nos municípios de Setúbal e Palmela, como resultado do fenómeno de 'escaldão' que se verificou nos meses que antecederam a colheita.

O aumento da temperatura média mínima, assim como a redução do número de dias de geada, permitirá, por outro lado, ter um efeito positivo sobre alguns sistemas produtivos vegetais, em particular sobre a fruticultura, a horticultura e a viticultura. Neste caso, as culturas estarão menos vulneráveis no período de Inverno ao fenómeno de frio mais impactante sobre o seu

desenvolvimento vegetativo precoce (geada), bem como, pela subida da temperatura mínima, poderão ter ciclos vegetativos mais precoces/curtos com eventuais benefícios para a produtividade global de algumas culturas (a investigar, testar e eventualmente comprovar com ensaios de campo dirigidos a este fim).

Globalmente em termos sub-regionais, estes impactes para o sector deverão ter maior visibilidade nos municípios da margem sul da área metropolitana – nomeadamente aqueles com maior atividade agropecuária e florestal como Alcochete, Moita, Montijo, Palmela, Sesimbra e Setúbal - bem como, e apesar de uma menor intensidade projetada, naqueles situados na margem norte que também registam maior presença de agricultura e atividade florestal - tais como Cascais, Loures, Mafra, Sintra e Vila Franca de Xira. Em termos das denominadas unidades de resposta climática homogénea, a projeção de impactes mais intensos visam as seguintes: 'Vales do Tejo e do Sado', 'Península de Setúbal' e 'Peneplanície'.

Complementarmente, as alterações climáticas previstas resultarão também em potenciais impactes negativos em outros sectores com relevância para a agricultura e florestas, nomeadamente:

- **Biodiversidade e paisagem:** a perda de biodiversidade e os efeitos negativos sobre a paisagem e os recursos naturais são, naturalmente, aspetos-chave a considerar no sector agroflorestal, pelas inter-relações de grande proximidade territorial e sectorial que se estabelecem entre estes dois domínios.
- **Alterações na biodiversidade local** – como nos casos mais sensíveis no espaço metropolitano, como o são as Serras da Arrábida e de Sintra – poder-se-ão manifestar em desequilíbrios nos ecossistemas agrícolas de produção vegetal e/ou animal que poderão afetar, por vezes irremediavelmente, as produções locais, quer do ponto de vista quantitativo (produções unitárias), quer qualitativos (características da produção), podendo pôr em causa a manutenção de dados sistemas agropecuários e florestais, como por exemplo arrozais, alguns pomares ou montado de sobro.
- **Economia:** no âmbito económico, as alterações climáticas poderão ter impactes negativos sobre, por exemplo, o funcionamento de instalações agroindustriais, danificando-as ou, mesmo, inutilizando-as temporária ou definitivamente, situação esta com impactes potenciais a montante nas atividades agrícolas quando, por exemplo, se tratam de atividades de produção hortofrutícola, florícola ou vinha aprovisionadoras deste tipo de indústrias (veja-se, na região, o caso da produção de uva para vinho, de hortofrutícolas para produtos transformados ou de flores para mercados grossistas).
- **Energia e segurança energética:** a maior ocorrência de fenómenos meteorológicos extremos, designadamente de precipitação excessiva e vento forte, irão contribuir para um aumento das consequências negativas resultantes do aumento de cortes de energia no aprovisionamento dos meios rurais, com influência, por exemplo, no funcionamento de instalações agrícolas, furos de água e sistemas de rega, postes de alimentação de instalações para o gado, entre outros. Poderão existir também impactes indiretos resultantes da afetação das redes de rega primária

e/ou secundária ligadas, por exemplo, aos perímetros de rega da Lezíria de Vila Franca e da Várzea de Loures.

- **Recursos hídricos:** a forte problemática da escassez de água associada às alterações climáticas poderá ter impactos consideráveis negativos bastante significativos sobre a atividade agroflorestal, nomeadamente sobre a componente agropecuária. De facto, as limitações de precipitação cada vez mais sentidas e recorrentes terão implicações nas disponibilidades de água para as culturas mais exigentes como alguns cereais, hortícolas, frutícolas e pastagens, ainda mais quando confrontadas com os constrangimentos igualmente associados à falta de água crescente para abastecimento das populações.
- **Saúde humana:** as alterações climáticas poderão ter implicações severas na saúde humana, por exemplo decorrente das ondas de calor ou de frio, afetando sobretudo os estratos da população mais vulneráveis à exposição a temperaturas mais elevadas ou mais baixas, como seja a população mais idosa. No caso dos espaços agroflorestais de cariz rural, alguma parte da população que se encontra envolvida na atividade agrícola poderá ser alvo de algum tipo de incapacitação física resultante de ondas de calor, o que terá forçosamente reflexos negativos na manutenção das práticas agrícolas, pecuárias e florestais correntes.
- **Segurança de pessoas e bens e riscos naturais e tecnológicos:** esta componente convive com as práticas agroflorestais em determinadas 'zonas de contacto', nomeadamente em tudo naquilo a que se referem a movimentações e deslizamentos de terras que podem pôr em causa terrenos agricultados, instalações agropecuárias e/ou zonas de pastos; ou, infraestruturas de energia, água, saneamento e de telecomunicações que atravessam propriedades agrícolas e que, em caso de falta de segurança devido a eventos extremos, poderão ter efeitos nefastos sobre produções agroflorestais.

Considerando a análise realizada ao nível dos impactos expectáveis para o sector, a matriz de avaliação do risco climático produzida para a agricultura e florestas, apresentada na Tabela 17, representa uma projeção temporal da avaliação da evolução dos riscos climáticos na região, a qual contribuirá para a definição de prioridades no que respeita ao preconizar de opções, medidas e ações de adaptação.

No presente contexto, é igualmente relevante considerar os fatores não climáticos. Pela sua importância, a evolução e interação com os fatores climáticos referidos significam maiores ou menores impactos e vulnerabilidades face às alterações climáticas no território metropolitano, com implicações na gestão de risco, designadamente ao nível da capacidade de resposta e das medidas de adaptação a implementar nesta região.

Tabela 17. Matriz de avaliação do risco climático sectorial 'Agricultura e florestas'

Riscos Climáticos	Nível do Risco			Tendência do Risco
	Presente (até 2040)	Médio Prazo (2041/2070)	Longo Prazo (2071/2100)	
A. Precipitação intensa	4	6	6	↑
B. Redução da precipitação	4	6	9	↑
C. Alteração na escala sazonal da precipitação	2	4	6	↑
D. Secas	4	6	6	↑
E. Temperaturas elevadas/ondas de calor	6	9	9	↑
F. Alteração na escala sazonal da temperatura	4	6	6	↑
G. Nível médio das águas do mar	1	2	2	↑
H. Temperaturas baixas/ondas de frio	1	1	1	→
I. Gelo/geada/neve	1	1	1	→
J. Granizo	1	1	1	→
K. Ventos fortes	4	4	6	↑
L. Tempestades/tornados/trovoadas	6	6	6	→

Legenda:



↑ Aumento do Risco → Manutenção do Risco ↓ Diminuição do Risco

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Os fatores não climáticos são, neste contexto e como é sabido, bastante relevantes para ditar igualmente a evolução do sector. Não querendo de forma alguma tornar esta análise exaustiva, mas sobretudo prospetiva, poder-se-ão desde já, e sem prejuízo de maior aprofundamento posterior, identificar cinco questões-chave pertinentes:

- **Questões político-institucionais**, designadamente no que se refere às políticas públicas de planeamento, ordenamento e gestão agropecuária e florestal, a assunção – clara, objetiva e direta – de mecanismos técnicos e financeiros que promovam a plantação, criação e valorização de variedades e espécies autóctones mais resilientes na composição de novos sistemas produtivos agropecuários mais adaptados às alterações climáticas, assim como num mosaico florestal mais preparado para limitar a propagação de fogos e valorizador do ambiente;
- **Questões demográficas**, relacionadas com a tendência de envelhecimento da população em geral e, em particular, dos trabalhadores agrícolas, o que torna premente a adoção de medidas de maior atratividade dos estratos mais jovens para a produção agrícola e/ou pecuária e/ou florestal, nomeadamente reforçando os movimentos associativos de produção e as iniciativas privadas que, crescentemente, se têm vindo a instalar neste território;

- **Questões económicas**, designadamente relacionadas com as naturais flutuações dos preços da produção agropecuária e florestal, ainda mais em mercados cada vez mais globalizados e tendo em conta a génese do curto ciclo de vida da maioria dos produtos agroflorestais e agroalimentares, apostando, por isso, numa maior capacitação técnica e comercial dos produtores para enfrentar, a prazo, o processo de adaptação dos sistemas produtivos locais;
- **Questões sociais**, diretamente ligadas à exploração e usufruto do espaço agroflorestal, cada vez mais menos monovalente e cada vez mais polivalente nas suas funções (produtivas, lazer, contenção, etc.). Neste domínio, e ligado com as questões anteriores, haverá que integrar a atividade económica agrícola e florestal com outros domínios hoje generalizados ao território da área metropolitana como o turismo, a indústria, as infraestruturas, a educação e a saúde;
- **Questões tecnológicas**, decorrentes da adoção gradual de novas tecnologias nas práticas agroflorestais que permitirão, a par da busca de uma maior eficiência produtiva, a gestão mais equilibrada e sustentável de recursos naturais empregues (por exemplo, água, adubos e fitofármacos), bem como a adoção de medidas de adaptação mais focadas territorialmente visando as características edafoclimáticas que cada local.

A evolução do risco para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector da agricultura e florestas apresenta-se na Figura 66. Para tal, consideraram-se como prioritários todos os impactes que apresentem valores de risco climático iguais ou superiores a 3 (três), quer no presente quer nos dois períodos futuros considerados (2041-2070 e 2071-2100).

A frequência de ocorrência dos riscos climáticos está associada às projeções dos cenários climáticos, enquanto a magnitude das consequências considerou a avaliação dos impactes e vulnerabilidades atuais (histórico observado) e os impactes e vulnerabilidades futuras esperados, considerando a contextualização climática e as projeções resultantes da cenarização climática.

Da análise, conclui-se que os riscos climáticos que apresentam um potencial de acréscimo mais acentuado e preocupante – logo, os prioritários –, são os relacionados com a projeção do acréscimo das temperaturas elevadas/ondas de calor, bem da redução da precipitação global anual.

Estes riscos climáticos apresentam, atualmente, uma magnitude de consequências já elevadas e as projeções climáticas futuras deverão incrementar esta situação, por aumento da frequência, designadamente no período 2071-2100.

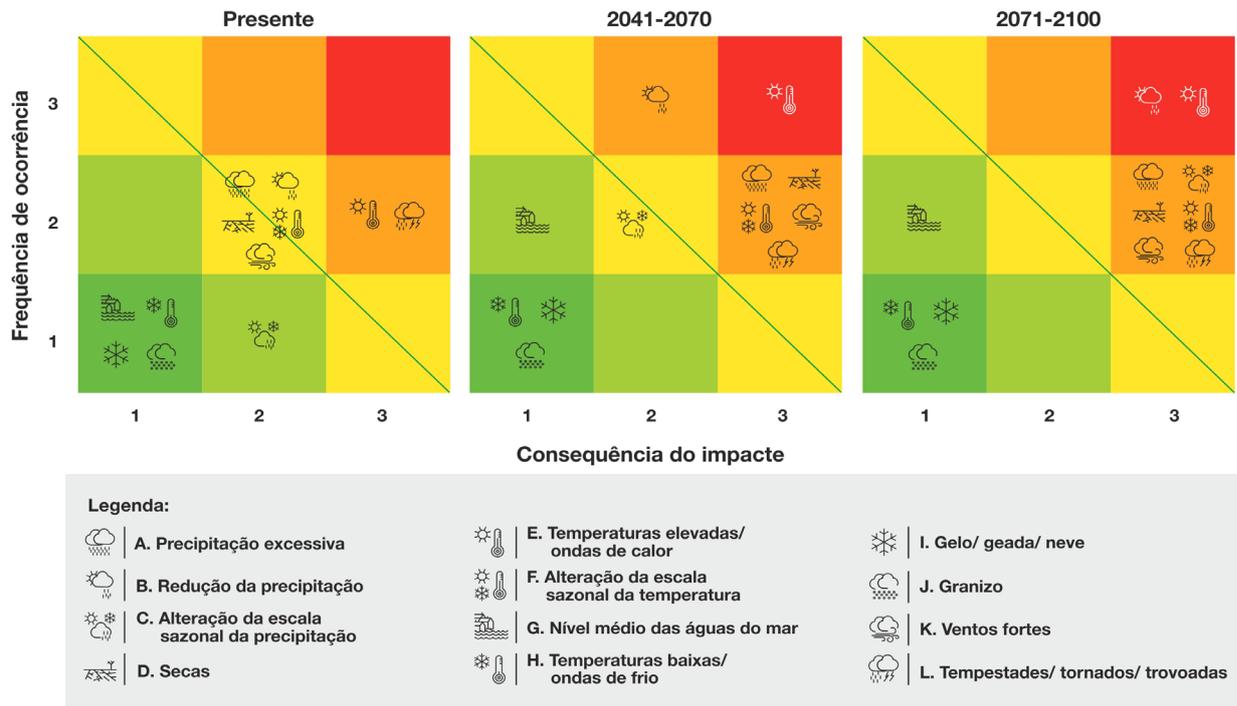
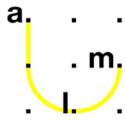


Figura 66. Evolução do risco climático para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector 'Agricultura e florestas'

Fonte: PMAAC-AML (2018)



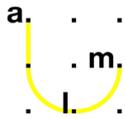
adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 6. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas do Sector 'Biodiversidade e Paisagem'

Cofinanciado por:





6. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas 'Biodiversidade e Paisagem'

6.1. Introdução

O território metropolitano apresenta valores naturais muito significativos ao nível nacional e mesmo internacional, integrando no seu perímetro várias áreas incluídas na Rede Nacional de Áreas Protegidas, cinco ZPE (Zonas de Proteção Especial ao abrigo da Diretiva 79/409/CEE) e cinco SIC (Sítios de Importância Comunitária, classificados ao abrigo da Diretiva 92/43/CEE). Entre estes, destacam-se a Reserva Natural do Estuário do Sado, o Parque Natural da Serra da Arrábida, o Parque Marinho da Arrábida, o Sítio Classificado da Gruta do Zambujal, a Reserva Natural do Estuário do Tejo, o Parque Natural de Sintra-Cascais e a Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa da Caparica.

Com 56.971 ha de Sítios e 28.871 ha de Zonas de Proteção Especial (Rede Natura 2000), possui um elevado interesse do ponto de vista da conservação e elevados níveis de biodiversidade, evidenciando a qualidade dos espaços naturais existentes no litoral, nos estuários e nos espaços rurais.

Estão representadas nesta região várias espécies e habitats constantes nos anexos da Diretiva 92/43/CEE, incluindo vários habitats e espécies prioritárias. Alberga ainda um grande número de espécies endémicas de Portugal (endemismos lusitanos), os quais se distribuem preferencialmente pelas Serras da Arrábida e Sintra.

Os valores faunísticos têm uma distribuição distinta. Ainda que a serra de Sintra e a Serra da Arrábida, assim como o seu prolongamento até ao Cabo Espichel apresentem valores muito relevantes, incluindo espécies em perigo de extinção (como invertebrados endémicos, e colónias de morcegos cavernícolas), talvez os valores biológicos mais relevantes se localizem nos sistemas estuarinos do Tejo e Sado, e em menor grau, na lagoa de Albufeira e no Parque Marinho Prof. Luiz Saldanha (Arrábida).

Os estuários do Tejo e Sado constituem zonas húmidas de importância internacional para a conservação das aves aquáticas (o Estuário do Tejo é o maior de Portugal e um dos mais importantes da costa atlântica europeia, com uma área total de 325 km², dos quais 261 km² cobertos por água, e uma largura máxima de 15 km; a Reserva Natural que integra ocupa 14.560 hectares) e, tal como o Parque Marinho Prof. Luiz Saldanha, constituem zonas de reprodução e crescimento de espécies de peixes, bivalves e crustáceos com interesse comercial, muitos dos quais vão depois repovoar os *stocks* costeiros.

O Estuário do Tejo, pela posição central no território metropolitano, confere-lhe potencialidades acrescidas para protagonizar um projeto integrado e ambicioso de conservação da natureza, de valorização ambiental e de competitividade económica, sobretudo sustentada na atividade turística.

As arribas costeiras, de natureza calcária, arenítica ou sienítica, apresentam uma flora e vegetação de enorme valor a conservação, porque incluem várias espécies endémicas, algumas das quais com risco de extinção.

Registe-se, igualmente, a Lagoa de Albufeira, que alberga um conjunto de habitats e espécies de enorme valor para a conservação e que suporta atividades económicas relevantes, bem como a diversidade significativa de ecossistemas florestais naturais existentes no território metropolitano, devido à sua diversidade geológica, litológica, pedológica e morfológica.

6.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos

Como referido, devido a ter uma área costeira extensa, que inclui costa baixa e arenosa, arribas em rocha dura, arribas areníticas, estuários e lagoas, o território metropolitano apresenta nas comunidades vegetais e animais associados a estes habitats uma elevadíssima sensibilidade à pressão antrópica, mas também a eventos climáticos extremos.

A subida do nível do mar verificada no último século (Ferreira *et al.* 2008) é um dos fatores que maiores impactes gera nas arribas areníticas, nas costas baixas e arenosas (praias e dunas), nos sapais e nas zonas de intermareal lodoso associadas aos estuários (ALFA 2004). Estes habitats, não são somente os mais sensíveis a este fator, como estão entre os valores de maior sensibilidade e simultaneamente de maior valor para conservação no território nacional e mesmo na UE.

Nas áreas continentais, embora com forte ocupação humana, subsistem florestas naturais que estão no limite da sua capacidade ecológica, particularmente no que diz respeito à pluviosidade. Trata-se de formações cujo ótimo ecológico se localiza em regiões com períodos de secura anual menos extensos, localizadas usualmente a norte do território metropolitano. São, por isso, particularmente sensíveis aos fatores climáticos.

Toda a vegetação e flora reliquial relacionada com as flutuações climáticas quaternárias, principalmente com a última fase fria e alguns períodos húmidos se seguiram já durante o Holocénico, apresenta uma elevadíssima sensibilidade porque também se encontra longe dos seus ótimos ecológicos. A vegetação, assim como as zoocenoses e as fitocenoses, acompanhou estas flutuações climáticas, deslocando-se numa direção predominante norte-sul, e/ou em altitude, conforme os padrões de pluviosidade e temperatura se alteravam. Por este motivo, em cada oscilação climática, ficaram retidos elementos biológicos (fauna, flora e vegetação) em pequenas parcelas do território que mantinham ou ainda mantêm as condições funcionalmente semelhantes às anteriores. Este processo determinou a persistência de tipos de vegetação ditos “reliquiais” em contextos climáticos adversos, isto é, tipos de vegetação que subsistiram num território globalmente

desadequado à sua sobrevivência, restritos a pequenas parcelas que apresentam condições ambientais especiais. No caso do território metropolitano, este processo explica a atual distribuição de florestas de características pouco ou nada xerófitas, como os carvalhais ou os cercais, entre várias outras.

Associa-se a esta vegetação a flora de características mesófilas que hoje subsistem no território em ambientes com alguma compensação em humidade como o carrasco-arbóreo (*Quercus rivasmartinezii*), o carvalho-cerquinho (*Q. faginea* subsp. *broteroi*), ou o loureiro (*Laurus nobilis*), entre outros (Capelo, J. & Almeida 2003 Costa *et al.* 2005). Tanto num caso como no outro, trata-se de flora que na atual situação de clima mediterrâneo revela descontextualização climática e que subsiste nos locais de menor *stress* hídrico, portanto, com maior disponibilidade de água e/ou maior ensombramento. Por isso, este tipo de vegetação só subsiste nos refúgios mais favoráveis.

Revelam também uma forte sensibilidade, como qualquer floresta natural, a ciclos curtos de perturbação pelo fogo que são impostos pelo atual clima mediterrâneo e a que os matos (maquis e garrigues) estão mais bem-adaptados. Os refúgios onde atualmente se encontram estas florestas têm sido poupados ao fogo ou, pelo menos, estão sujeitos a uma periodicidade compatível com a sua existência.

Por último, apresentam elevadíssima sensibilidade todos os elementos de carácter reliquial que resultaram das últimas fases mais húmidas do Quaternário na Península Ibérica como sejam as turfeiras, as escorrências de água nas arribas litorais, os matos acidófilos sobre dunas (designados como “Dunas fixas descalcificadas” com matos da *Calluno-Ulicetea*), urzais-tojais de ótimo atlântico que constituem etapas subseriais dos carvalhais caducifólios, entre outros, na Europa temperada, charnecas húmidas atlânticas temperadas de *Erica ciliaris* e *Erica tetralix* (que ocorrem de forma finícola em Sintra e em algumas áreas anexas às turfeiras Tagano-Sadenses sobre areias como é exemplo Apostiça - Fernão Ferro) (Neto 2002, ALFA 2004, Gutierrez 2014). Estes habitats estão entre os que a União Europeia considera de maior importância para conservação e encontram-se já à beira da extinção. Portanto, estão numa situação de extrema vulnerabilidade e algumas manchas não recuperam após períodos de seca prolongada, como aqueles que têm atingido a Península Ibérica nas últimas décadas e, portanto, a sua diminuição tem sido constante (ALFA 2004). É o caso, por exemplo, de algumas manchas de urzais-tojais localizadas no estuário do Sado, onde se verificou o caso desaparecimento das Ericáceas e de turfeiras na península de Setúbal, que aparentam ter sofrido uma redução importante da diversidade específica.

Face à possível extinção destes habitats, é muito preocupante a situação de algumas plantas dependentes de áreas de turfeira e de solos ácidos com compensação hídrica, incluindo espécies de distribuição geográfica muito restrita e que são naturalmente raras, como sejam: *Euphorbia uliginosa*, *Rhynchospora modesti-lucennoi* ou *Cirsium welwitschii* (Neto 2002, ALFA 2004).

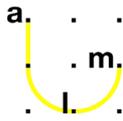
Em resumo, os elementos botânicos mais sensíveis são aqueles que aqui se encontram fora do seu ótimo ecológico, dependentes de situações atualmente muito raras onde a compensação hídrica é suficiente para impedir os efeitos do longo período sazonal de seca, característico de climas

mediterrânicos. São, por isso, espécies naturalmente raras no território, e também particularmente sensíveis a situações de seca.

De entre a fauna, salientam-se as espécies de animais que detêm isolados populacionais, como sejam: o musaranho-de-dentes-vermelhos (*Sorex granarius*), licranço (*Anguis fragilis*), salamandra-lusitânica (*Chioglossa lusitânica*) e lagarto-de-água (*Lacerta schreiberi*), cujas populações se subsistem na serra de Sintra ou no litoral a norte de Sintra, em vales húmidos próximos do mar. Trata-se de espécies que, igualmente, estão próximas do seu limite de tolerância ecológica e que têm populações isoladas, sem possibilidade de reforço por imigração em caso de regressão populacional.

Nos estuários do Tejo e do Sado, as áreas de sapal e de lodos a descoberto durante a maré-baixa são particularmente sensíveis ao aumento do nível da água do mar. Estas áreas são fundamentais como habitats de alimentação de aves aquáticas, grupo que, nestes estuários, assume importância internacional. Em condições naturais, os sapais e as zonas de intermareal restabelecer-se-iam em pontos de cota mais elevada (Psuty *et al.* 1982, Moreira 1992, Rooth *et al.* 2003; Cahoon *et al.* 2002, Dias 2004, Feagin *et al.* 2010, Schile *et al.* 2014). No entanto, estes sistemas estão atualmente confinados devido a obras de drenagem e à construção de diques e taludes, pelo que a sua progressão para o interior não é possível (Moreira 1986, 1992, Almeida *et al.* 2014, Gutierrez 2014). O desaparecimento das áreas de sapal e de intermareal tem sido constatado nas últimas décadas, podendo determinar uma redução das populações de aves aquáticas, se a tendência atual se mantiver. A ultrapassagem desta situação, permitindo que os sapais e as zonas de intermareal se restabeleçam em pontos de cota mais alta, obrigaria à remoção dos diques, opção que em muitos locais levaria à inundação de campos agrícolas e as áreas urbanas adjacentes e levando a prejuízos económicos.

Um outro problema resultante do aumento do nível do mar resulta da afetação de peixes de água doce, porque a prazo e a manter-se esta tendência, irá diminuir a extensão dos troços de água doce do sector terminal das bacias hidrográficas, o que se traduzirá numa diminuição do habitat disponível. O território metropolitano suporta populações muito importantes de espécies em risco de extinção, salientando-se a boga-do-Oeste (*Achondrostoma occidentale*) e boga-portuguesa (*Iberochon-drostoma lusitanicum*), espécies endémicas do território nacional, entre outras. As linhas de água onde habitam sofrem atualmente cargas poluentes relevantes, incluindo contaminações de origem agrícola e urbana. Acresce, como fator de ameaça, que têm regime torrencial e durante o verão estão reduzidas a pegos, onde os peixes passam a estação seca. Nesse período, a água dos pegos é usada para fins agrícolas. A excepcional sensibilidade destas espécies ao clima, e em particular às secas, resulta do facto do efeito conjugado das secas ser fortemente incrementado pelo uso agrícola e pela degradação da qualidade da água.



6.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa

Os padrões climáticos atuais interagiram com a generalizada degradação dos ecossistemas de origem antrópica, tendo já levado muitas espécies e habitats a situações próximas da extinção. Este fenómeno decorre da degradação dos habitats devido à pressão humana sobre o território, fator que, conjugado com condições meteorológicas excecionais, pode provocar o completo desaparecimento de habitats e espécies. Mesmo numa situação climática sem alterações significativas de médio ou a longo prazo, os eventos extremos são o fator que mais fortemente define a sensibilidade da biodiversidade ao clima. De facto, após a ocorrência de um evento climático extremo, os ecossistemas ou as populações afetadas podem perder a sua capacidade de recuperação.

As últimas décadas forneceram vários exemplos desta situação. A ocorrência de secas prolongadas ou de fogos extensos provocados por ondas de calor e de vento inusuais provocaram fortes diminuições da área de distribuição de espécies de fauna, flora, ou de habitats, como as turfeiras.

A presença no território metropolitano de diversas instituições prestigiadas que se dedicam à investigação das relações entre a biodiversidade e o clima, da comunidade académica mais extensa do país e de instituições que se dedicam à conservação *ex-situ*, como jardins zoológicos e jardins botânicos é, certamente, um dos aspetos positivos que a região apresenta na procura de respostas eficazes no sentido da mitigação de eventos climáticos extremos.

Face à situação atual, esta disponibilidade pode revelar-se fundamental na conservação da biodiversidade, porque a conservação de espécies animais em cativeiro ou de plantas em viveiro, bancos de germoplasma, tecidos ou sementes (conservação *ex-situ*) poderá revelar-se, em muitos casos, como a única solução viável.

Do ponto de vista da sua fisiografia, apresenta dificuldade em oferecer uma disponibilidade de habitats que constituam refúgios naturais face a eventos climáticos extremos, e que permitam a recolonização das áreas mais afetadas, após a sua passagem desses eventos.

Este facto ocorre primariamente por razões naturais, porque o território metropolitano alberga uma única montanha de dimensões razoáveis, a serra de Sintra, a única onde a variação altitudinal permite a existência de variabilidade climática que se traduz numa estruturação clara nas biocenoses. Acresce que a pressão antrópica sobre o território potenciou de sobremaneira este efeito. Mesmo no caso de organismos com potenciais refúgios dispersos, a fragmentação do território devido à proliferação de estruturas viárias e urbanas poderá impedir a sua migração. Excetuam-se as espécies com maior capacidade dispersiva. No caso das plantas são, usualmente, as espécies pioneiras, de curto ciclo de vida ou que produzem bagas sendo transportadas pelas aves, fetos e musgos porque se dispersam por esporos e, no caso dos animais, os organismos voadores, designadamente aves, insetos e morcegos. Pelo contrário, a generalidade dos organismos tem dificuldade em atingir as potenciais áreas de refúgio e de recolonizar áreas onde se extinguirão devido a um evento climático extremo.

Contudo, como fator positivo que melhora a capacidade dos ecossistemas às variações extremas do clima atual, salienta-se a existência de um conjunto vasto de Áreas Protegidas (Tabela 18). As Áreas Protegidas têm um território menos seccionado, pelo que os fenómenos de recolonização de áreas afetadas por eventos climáticos extremos é mais fácil. Nas Áreas Protegidas é também mais fácil defender as florestas, ou os matos, dos fogos, ampliando o seu período de retorno. Fogos com ciclos menores implicam uma perturbação que é incompatível com a existência de alguns tipos de floresta e, desta forma, a existência de um sistema eficaz de proteção contra incêndios florestais poderá ser importante na defesa das manchas florestais de refúgio. Locais particularmente húmidos e com ensombramento serão mais adequados à sua utilização como habitats de refúgio.

O projeto que decorre, neste momento, de elaboração dos Planos de Gestão dos Sítios de Interesse Comunitário da Rede Natura 2000 (SIC), acompanhado pelo projeto que também está a ser elaborado de Cartografia de Habitats Naturais da Rede Natura 2000, fornecerá às entidades competentes um conjunto de informações de carácter cartográfico que poderá contribuir para a definição das prioridades de conservação. A pequena escala a que estes projetos estão a ser elaborados facilita a identificação e o planeamento destas intervenções. Os próprios planos de gestão de SIC contemplam já medidas que poderão ir ao encontro deste objetivo.

Nos estuários do Tejo e do Sado, têm vindo a perder extensas áreas de sapal, um habitat muito importante do ponto de vista da conservação da biodiversidade, devido ao aumento do nível médio do mar (Moreira, 1986; 1992, Psuty *et al.* 1982, Dias 2004), entre outros fatores. Nos seus lodaçais a descoberto na maré baixa e nos sapais, a AML teria uma interessante capacidade adaptativa desde que o planeamento e, sobretudo, a gestão do território permitisse a dinâmica natural dos sapais e a sua reconstituição natural em pontos de cota mais elevada (Almeida *et al.* 2014, Gutierrez 2014).

Porém, atualmente, temos muitos exemplos de sapais que não têm possibilidade de migrar para o interior, porque estão confinados por diques que impedem o alagamento dos terrenos, embora, em alguns casos, esses terrenos já não apresentem qualquer tipo de ocupação ou uso. Dada a enorme importância dos serviços ecossistémicos que os sapais realizam, há que equacionar a hipótese, já materializada com sucesso noutros países com problemas semelhantes, de destruir estas barreiras e deixar a dinâmica natural se cumprir.

Para tal, temos na AML equipas de investigadores que estudam estes processos há décadas e podem apresentar medidas de gestão, mas também propostas vertidas no planeamento e ordenamento do território que permitam um avanço para o interior da faixa intermareal. Em todo o estuário do Tejo, um dos aspetos que pode revelar-se positivo na capacidade adaptativa é a existência de extensas áreas de terreno disponível para o interior dos diques que limitam os sapais, as quais podem constituir áreas destinadas à reconstituição dos sapais. São exceção algumas áreas, mais frequentes na margem sul do estuário, onde os sapais contactam diretamente com áreas urbanas e, por isso, esta solução não pode ser implementada (Moreira 1986, 1992, Almeida *et al.* 2014, Gutierrez 2014).

Tabela 18. Proporção de superfície das áreas protegidas (%) por Localização geográfica (NUTS - 2013), em 2016

Localização	Superfície das áreas protegidas%
Continente	8,2
AML	14,8
Alcochete	13,9
Almada	15,2
Amadora	0
Barreiro	0
Cascais	33,5
Lisboa	0
Loures	0
Mafra	
Moita	0
Montijo	0
Odivelas	0
Oeiras	0
Palmela	7,1
Seixal	0
Sesimbra	22,7
Setúbal	53,6
Sintra	34,9
Vila Franca de Xira	23,2

Fonte: INE

Deve referir-se a importância que estas áreas estão a assumir do ponto de vista do turismo na natureza, atividade cuja tendência será de aumento nos próximos anos. Os sapais mediterrâneos apresentam, sob este ponto de vista, uma potencialidade elevada sobre os atlânticos/temperados não tão favoráveis a este tipo de práticas como o clima mediterrâneo (Lopes 2018).

Contudo, há que assinalar, que a ocupação destas áreas por sapal no quadro da subida do nível do mar, teria, em muitos locais, consequências negativas na atividade agrícola, porque implicaria a perda de amplas áreas que hoje são cultivadas.

Todos os aspetos facilitadores da capacidade adaptativa na região, referidos anteriormente, são potencializados pela existência de uma quantidade apreciável de Áreas Classificadas com estatutos

legais, objetivos de conservação da biodiversidade e potencial para implementar as medidas de gestão destinadas à conservação. Acresce que esta Rede de Áreas Classificadas está dotada de um corpo técnico próprio, o que é um dos mais importantes aspetos do potencial adaptativo no território metropolitano.

Os organismos associados ao meio aquático dulçaquícolas estão entre aqueles que se encontram atualmente mais ameaçados e cuja conservação depende da resposta a eventos climáticos extremos. Nestes ecossistemas, as medidas de adaptação são complexas e carecem de um forte suporte técnico, da definição de novas funções para as águas residuais canalizando-as para os ecossistemas fluviais após tratamento, e da definição de locais que possam ser utilizados como refúgio para os organismos aquáticos. Neste âmbito, a existência de uma comunidade científica extensa pode ajudar a definir as melhores soluções, o que, mais uma vez, constitui um fator favorável. Acresce a existência de uma administração pública (central e local) dotada de meios técnicos.

Uma segunda linha de prioridades consiste em preservar o carácter dulçaquícola do troço terminal das bacias hidrográficas que drenam para os estuários do Tejo ou do Sado ou para o Oceano Atlântico. Neste âmbito, o facto de se tratar de bacias de pequena dimensão, embora muito importantes para a conservação da biodiversidade, facilita a realização de obras de hidráulica que impeçam o avanço das águas do salgadas e salobras para o interior, naturalmente, dotando-os de mecanismos que permitam a migração da enguia (*Anguilla anguilla*). Este facto constitui uma vantagem relativamente a outras regiões do país, onde as bacias hidrográficas independentes têm maior dimensão.

Por último, salienta-se que, face à capacidade técnica e científica instalada, na AML poderá constituir-se como pioneira no planeamento, experimentação e implementação de soluções técnicas que poderão ser replicadas noutras regiões do país.

A resposta aos principais eventos climáticos adversos no sector da Biodiversidade e Paisagem tem sido globalmente boa. Neste tipo de situações uma resposta coordenada, rápida e eficaz é absolutamente fundamental e tal tem sucedido no território metropolitano. Contudo, apesar da eficácia das respostas ao eventos climáticos de especial magnitude poder ser considerada como boa, no sector da biodiversidade e paisagem tem-se assistido a uma diminuição de meios que permitam que o cumprimento da legislação já estabelecida (sobretudo para as áreas protegidas) assim como não tem havido (em geral) uma implementação das medidas preconizadas nos planos de gestão para fazer face às consequências dos fenómenos extremos e suas consequências (quer climáticos, quer de agitação marítima). Perante a incidência do fogo, já se começa atualmente a falar na importância dos bancos de germoplasma que, não tanto na atualidade, mas no futuro (em que se coloquem realidades de extinção de espécies), poderão tornar-se fundamentais.

Tabela 19. Identificação de responsáveis pelo planeamento e execução da resposta para o sector 'Biodiversidade e Paisagem'

Instituições responsáveis/envolvidas pelo planeamento da resposta	Instituições responsáveis/envolvidas pela execução da resposta
<ul style="list-style-type: none"> – Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) – Agência Portuguesa do Ambiente - ARH do Tejo e Oeste – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo – Ministério da Agricultura e do Mar (MAM) – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) – Serviços Municipais de Proteção Civil (SMPC) – Comandos Distritais de Operações de Socorro – Comunidade académica – Jardins zoológicos e jardins botânicos. – Instituto Hidrográfico 	<ul style="list-style-type: none"> – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo – Jardins zoológicos e jardins botânicos – Polícia de Segurança Pública (PSP). – Guarda Nacional Republicana (GNR). – Bombeiros Voluntários Municipais (BVM).

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Tabela 20. Síntese das ações/respostas mais frequentes para o sector 'Biodiversidade e Paisagem'

Tipologia de evento e de impacte	Ações/respostas mais frequentes
– Temperaturas acrescidas de ventos e fogos florestais extensos	<ul style="list-style-type: none"> – Ações de combate a fogos. – Corte e remoção das árvores e/ou ramos caídos. – Conservação <i>ex-situ</i>.
– Secas extremas	<ul style="list-style-type: none"> – Regulação do uso da água para fins agrícolas, em locais importantes para a conservação da biodiversidade. – Conservação <i>ex-situ</i>.
– Aumento do nível médio do mar. Redução das áreas de sapal e acréscimo da água salobra no troço terminal das bacias hidrográficas	<ul style="list-style-type: none"> – Reparação dos diques e outras estruturas de proteção contra o avanço do mar para o interior.
– Tempestades com ondulação forte e consequentes galgamentos	<ul style="list-style-type: none"> – Reposição artificial de areias nas praias. – Reforço das defesas costeiras contra a ondulação e penetração do mar para o interior.
– Ventos fortes (incluindo os associados a tornados) com queda de árvores	<ul style="list-style-type: none"> – Corte e remoção de árvores caídas e reposição da situação inicial.

Fonte: PMAAC-AML (2018)

As respostas direcionadas de forma específica à Biodiversidade e Paisagem têm sido praticamente nulas, excetuando as que se implementaram no fogo da Tapada de Mafra, em 2005. A generalidade das respostas (que assumem, em geral, grande diversidade) têm incidido sobretudo nas consequências para a paisagem (ventos fortes, deslizamentos, ravinamento e queda de taludes, queda de árvores, entre outros) e para as áreas costeiras, sobretudo em consequência das tempestades com ondulação forte, com as consequentes medidas de reposição de areia nas praias

que se revelou relativamente eficaz (principalmente a sul do Tejo) (Velo-Gomes 2009, INAG 2010, Pinto *et al.* 2012, Pinto 2013), dado tratar-se de áreas fundamentais para a manutenção das atividades económicas associadas ao turismo de praia e mar.

Até agora a diversificação das respostas às consequências dos eventos climáticos extremos, contemplando a componente de biodiversidade, só escassamente tem sido considerada, principalmente no que respeita à implementação de medidas de mitigação (gestão, planeamento e ordenamento do território) que a comunidade científica vem sugerindo nas últimas décadas, como resultado de intenso trabalho de investigação nesta área (ALFA 2004, Costa *et al.* 2008).

6.4. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Atuais

Da análise dos eventos climáticos registados entre 2000 e 2018 foram apurados 624 eventos meteorológicos extremos que se refletiram num conjunto de impactes na biodiversidade e paisagem. Estes eventos são, quase exclusivamente, assinalados quando afetam pessoas e bens. Por este motivo, a afetação direta da biodiversidade e da paisagem é marginal.

A Tabela 21 apresenta uma síntese dos principais impactes climáticos neste sector:

Tabela 21. Síntese dos resultados do Perfil dos Impactes Climáticos para o sector 'Biodiversidade e Paisagem'

Variáveis	Detalhe das Variáveis	Resultados
Total de eventos climáticos (n.º)	Agitação marítima	30
	Incêndio rural/florestal	122
	Instabilidade de vertentes/arribas	10
	Precipitação intensa	133
	Precipitação intensa e vento forte	44
	Temperaturas elevadas/ondas de calor	14
	Tempestade/tornados	36
	Vento forte	227
	Secas	12
Total de impactes registados (n.º)	Alterações na Biodiversidade	2
	Cheias	23
	Derrocadas	5
	Deslizamentos de vertentes	72
	Incêndios	115
	Queda de árvores	283
	Galgamentos/inundações costeiras	8

Variáveis	Detalhe das Variáveis	Resultados
Total de consequências registadas (n.º)	Destruição de área agroflorestal e matos (inclui queda de árvores)	400
	Área ardida - 84% da Tapada Nacional de Mafra e 1/6 da área do Município e 14 lobos evacuados	1
	Deslizamentos e aluimento de terras e taludes	52
	Transbordo de ribeiras e terras inundadas por cheia	37
Total dos eventos climáticos que tiveram importância alta (n.º)	Agitação marítima/galgamento/inundação	15
	Incêndio rural/florestal	21
	Precipitação intensa	24
	Precipitação intensa e vento forte	18
	Tempestade/tornados	7
	Vento forte	24
	Temperaturas/ondas de calor	4
Total dos eventos climáticos que tiveram eficácia de resposta alta (n.º)	Tempestade/tornados	1
	Vento forte	42
	Precipitação intensa	22
	Temperaturas/ondas de calor	2
	Agitação marítima/galgamento/inundação	1
Total dos eventos climáticos, com importância alta e moderada, que tiveram eficácia de resposta baixa (n.º)	Precipitação intensa	1
	Tempestade/tornados	2
	Temperaturas/ondas de calor	4

Fonte: PMAAC-AML (2018)

A ocorrência de agitação marítima particularmente forte, tem, como consequência direta, a destruição da vegetação de praia (vegetação anual halo/nitrófila dominada por *Cackile maritima* subsp. *Integrifólia*) e duna instável dominada pelo estorno (*Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*), e colocam numa situação de grande vulnerabilidade dois habitats prioritários da Rede Natura que são a duna cinzenta arbustiva baixa e semi-estabilizada e as formações pré-florestais de *Juniperus turbinata* sobre dunas. Segundo o trabalho de Martins *et al.* 2014b, as comunidades arbustivas baixas da duna cinzenta e de *J. turbinata* têm tempos de resposta baixos face ao recuo da linha de costa, devido ao seu crescimento lento. Este facto leva a que, enquanto as formações herbáceas de praia e duna instável avançam rapidamente para o interior como resposta ao recuo da linha de costa, as comunidades arbustivas tendem a ser invadidas pelas primeiras e enterradas pela areia que, entretanto, se instabiliza e fica disponível para ser transportada pelo vento para o interior. A penetração desta ondulação nos estuários e lagunas também tem consequências diretas para a biodiversidade (ALFA 2004). Por um lado, está provado que este tipo de episódios reflete-se numa erosão e destruição dos ecossistemas de sapal baixo de *Spartina maritima* e, seguidamente, do sapal alto, por efeito de sapa abaixo do sistema radicular das plantas (Moreira 1986, 1992, Neto *et al.* 2005). Desta forma em algumas áreas analisadas no Estuário do Sado, (Gutierrez 2013)

aponta para valores de 71% de erosão do sapal baixo e 11% do sapal alto entre 1995 e 2001. A erosão do sapal está a permitir o ataque direto da ondulação estuarina a algumas estruturas construídas, nomeadamente diques de proteção, o que, no território metropolitano, se pode observar em algumas áreas do município de Setúbal nas margens do Estuário do Sado. Os episódios extremos de agitação marítima têm, também, consequências diretas sobre a vegetação halocasmofítica rupícola sobre arribas dominada por populações de *Limonium* spp. endémicos e do género *Armeria* spp. também endémicas. (habitats definidos como pela Diretiva Habitats) (Costa et al. 1998, ALFA 2004);

Os incêndios apresentam um conjunto de consequências sobre a biodiversidade e paisagens muito importante. Primeiro, devemos lembrar que o grande contributo que o fogo teve ao longo da história da flora e vegetação mediterrânea (após a instalação do clima mediterrâneo na Bacia Mediterrânea) na presença e dominância de elementos florísticos pirófitos. Contudo a ocorrência de incêndios manifesta-se através de uma diminuição cada vez maior da área florestal, pois na paisagem constituem os elementos que menor resiliência revelam face à ocorrência deste tipo de eventos, principalmente com ciclos curtos (Correia et al. 2005). Diversos estudos a nível mundial demonstram que as muitas espécies arbóreas e arbustivas altas, particularmente no clima mediterrâneo, apresentam capacidade de rebentamento de toiça, o que permite a sua sobrevivência após fogo, capacidade esta que foi sendo filtrada ao longo de milhares de anos de evolução em ambiente mediterrâneo. Contudo, quando os ciclos de perturbação causados pelo fogo se tornam mais curtos, evidencia-se uma desadaptação da flora arbórea e arbustiva alta e ganham vantagem os arbustos baixos mediterrânicos que se multiplicam por sementes e apresentam, taxas de expansão elevadas. A ocorrência de incêndios tem tido ainda como consequência o avanço de plantas exóticas de elevada capacidade invasora. Este impacto manifesta-se na diminuição da área ocupada pela flora e pela vegetação naturais, pois, a generalidade destas invasoras coloniza de forma rápida o espaço deixado disponível, após a destruição pelo fogo. Em muito se deve ao fogo o avanço das acácias na Serra de Sintra (*Acacia* spp.), o avanço da cana (*Arundo donax*) na região a norte de Lisboa das acácias sobre dunas litorais (como na área da Lagoa de albufeira, *Acacia saligena*) e ainda da erva-das-pampas (*Cortaderia selloana*) (Portela-Pereira 2013, Gutierrez et al. 2011). No caso do município de Sesimbra, o trabalho de modelação do potencial de invasão da *Acacia saligena* (Gutierrez et al 2011) deu como resultado que a perturbação criada pelo fogo (entre outros fatores) conduz a uma elevada suscetibilidade de invasão desta espécie em habitats dunares particularmente importantes para proteção e conservação, nomeadamente o habitat prioritário da Rede Natura 2000 dunas fixas com vegetação herbácea, o habitat de *Juniperus* spp. e as dunas descalcificadas atlânticas.

Tabela 22. Habitats com maior suscetibilidade à invasão da *Acacia saligena* nas dunas do município de Sesimbra

Habitat Código	Designação	Potencial de ocorrência (%)	Área (ha)
2130	*Fixed coastal dunes with herbaceous vegetation (grey dunes) (priority habitat)	75-89	8
2250	* Coastal dunes with <i>Juniperus</i> spp. (priority habitat)	50-74	1
2230	<i>Malcolmietalia</i> dune grasslands	25-49	80
2150	* Atlantic decalcified fixed dunes (<i>Calluno-Ulicetea</i>)	1-24	29,682
2260	<i>Cisto-Lavenduletalia</i> dune sclerophyllous scrubs	1-24	24,051

Fonte: Gutierrez *et al* (2011)

Os deslizamentos correspondem a um evento que, pelo seu elevado número (sobretudo a norte de Lisboa), tem consequências muito significativas na dinâmica da vegetação, conduzindo à destruição das etapas mais evoluídas da vegetação e instalação de etapas sucessorais basais, frequentemente de carácter herbáceo, por vezes anual, com consequente aumento dos processos erosivos. O trabalho efetuado por Neto *et al.* 2017 concluiu que os deslizamentos permitem uma expansão da flora ruderal e cinantrópica, alguma da qual invasora. Neste trabalho conclui-se que, consoante os sectores do deslizamento, a flora ruderal (adaptada a áreas perturbadas) pode representar 81,22% da flora presente na escarpa e 72,95% no corpo do deslizamento. No entanto, podem apresentar-se alguns aspetos positivos na retenção de alguns elementos florísticos importantes para proteção e conservação, como sejam Orquídeas mediterrâneas (que só sobrevivem em formações herbáceas mais ou menos baixa) (Neto *et al.* 2017).

A ocorrência de um elevado número de fenómenos extremos de precipitação muito intensa acaba por estar relacionada diretamente com outros fenómenos com influência direta sobre a biodiversidade. Estão neste caso a relação com os deslizamentos de terras, também erosão dos solos e transbordo de ribeiras com consequências diretas para a vegetação ribeirinha através da sua destruição e substituição posterior por espécies invasoras mais rápidas na posterior colonização de habitat disponível (Portela-Pereira, 2013). São invasoras frequentes deste tipo de habitats – deixados disponíveis pela destruição da vegetação natural – a cana (*Arundo donax*) e espanta-lobos (*Ailanthus altissima*) (Duarte, 2016). Podem, contudo, ser apresentados alguns aspetos positivos, como a recarga dos aquíferos e o aumento de disponibilidade de água para a biodiversidade em geral.

A ocorrência de ventos fortes é um evento climático frequente e que está diretamente associado à queda de árvores, também com elevado número de ocorrências. Maioritariamente, este fenómeno ocorre em indivíduos isolados, sobretudo ao longo das vias de comunicação, mas também em povoamentos monoespécíficos (principalmente matas de produção). Este fenómeno afeta, também, os ecossistemas florestais naturais embora este evento não tenha, em regra, uma elevada

importância pois os ecossistemas naturais recuperam bem, em regra, face a estes eventos. A existência no território metropolitano de um elevado número de jardins botânicos e outros jardins públicos e privados de elevado interesse paisagístico e também com importantes coleções de plantas, coloca todo este património num elevado nível de vulnerabilidade face à ocorrência de ventos fortes. Muitas das árvores que compõem estes jardins têm alturas e idades elevadas o que as torna muito vulneráveis à ocorrência deste tipo de evento, que normalmente são acompanhados pela queda de grande número destas árvores monumentais.

A ocorrência de secas é particularmente importante nas florestas mesófilas de *Quercus broteroi*, de *Quercus rivas-martinezii*, de *Laurus nobilis*, de *Q. pyrenaica* e *Q. rubur* subsp. *broteroana* tem, também, evidentes reflexos, extremamente negativos, sobre as comunidades de escorrências em arribas, sobre as comunidades reliquiais de turfeira e das charnecas da *Calluno-Uliceta* sobre dunas (ALFA 2004, Neto 2002). As secas fortes ou extremas afetam de sobremaneira as populações de peixes de água doce endémicos, porque reduz a extensão dos pegos onde passam a estação seca, podendo levar à extinção de populações, particularmente em bacias hidrográficas de pequena dimensão (Safarujo, Bolelas-Samarra, Jamor, Trancão, etc.);

Da análise que foi efetuada sobre as características climáticas do território metropolitano, deriva a conclusão de que as secas são mais prolongadas e intensas nas áreas mais deprimidas em termos topográficos. Este facto vem aumentar a vulnerabilidade das comunidades mesófilas que aqui se têm refugiado ao longo dos últimos milhares de anos (florestas mesófilas de *Quercus broteroi*, de *Quercus rivas-martinezii*, de *Laurus nobilis*) (Capelo & Almeida 1993, Calado 1999, Capelo *et al.* 2002).

O efeito conjunto da ocorrência de fogos e dos períodos de seca tem levado a mortalidade elevada entre as populações de sobreiro, quer em montado, quer em sobral. Para além da já referida influência da *Phytophthora cinnamomi* (Camilo-Alves *et al.* 2013), com especial atividade nos períodos de seca, temos, também, práticas de gestão e exploração incorretas, implementadas no passado recente, principalmente através de mobilizações do solo que se têm manifestado em impactes extremamente negativos no montado, e que comprometem gravemente a sua vitalidade e mesmo a sua regeneração (Camilo-Alves *et al.*, 2013). A destruição do sistema radicular do sobreiro (também da azinheira) e a sua capacidade de absorção de água e nutrientes fica profundamente afetada, o que diminui a sua capacidade de resposta em função da recorrência de secas. Deve referir-se que segundo Dinis *et al.* (2011), o sistema radicular destas árvores, depois de destruído não volta a regenerar.

Tabela 23. Apresentação dos principais eventos com impacto no sector 'Biodiversidade e Paisagem'

Tipologia de Evento	Detalhes	Impactes	Consequências
Temperaturas elevadas/ondas de calor	Ocorrência de temperaturas superiores à temperatura máxima média dos meses de Verão	<ul style="list-style-type: none"> – Aumento na probabilidade de ocorrência de incêndios em matos e florestas. – Diminuição drástica da humidade do ar 	<ul style="list-style-type: none"> – Mortalidade de plantas devido ao <i>stress</i> hídrico conjugado com o <i>stress</i> térmico – Extinção gradual dos ecossistemas florestais por inadaptação aos ciclos de fogo. – Expansão dos matos esclerofilos mediterrânicos
Precipitação excessiva	Registos de precipitação intensa	<ul style="list-style-type: none"> – Deslizamento de terras e queda de taludes – Cheias e inundações – Erosão e perda de solo 	<ul style="list-style-type: none"> – Modificações profundas na composição florística das comunidades vegetais – Instalação de comunidades vegetais pioneiras ou de etapas arbustivas avançadas de substituição – Diminuição da vegetação natural ribeirinha e substituição por espécies invasoras
Vento forte	Episódios de ventos de grande intensidade acompanhados por rajadas particularmente fortes	<ul style="list-style-type: none"> – Danos na vegetação e na flora com especial incidência nos ecossistemas florestais 	<ul style="list-style-type: none"> – Derrube de grande quantidade de árvores sobretudo em povoamento monoespecíficos (de produção) mas também em ecossistemas naturais
Agitação marítima/galgamento/inundação	Episódios de ondulação forte	<ul style="list-style-type: none"> – Danos nas arribas, nas praias e dunas, nos estuários e sapais 	<ul style="list-style-type: none"> – Recuo das arribas especialmente das areníticas com consequentes danos na vegetação natural rupícola – Recuo das praias e dunas e destruição da flora e da vegetação (extinção de espécies) – Erosão dos sapais e diminuição da sua área de distribuição.
Secas	Períodos prolongados de escassez de precipitação	<ul style="list-style-type: none"> – Aumento da probabilidade de ocorrência de incêndios – Diminuição da humidade do ar – Danos na flora e vegetação 	<ul style="list-style-type: none"> – Diminuição da capacidade de resiliência das formações arbóreas e morte de muitas árvores – Aumento da área ocupada por invasoras – Diminuição na área de espécies e comunidades vegetais reliquiais dependentes da humidade no solo
Deslizamentos	Episódios de movimentos de massa	<ul style="list-style-type: none"> – Danos na flora e vegetação 	<ul style="list-style-type: none"> – Destruição de flora e vegetação (principalmente arbórea e arbustiva alta) – Avanço da flora invasora – Instalação de flora ruderal e primocolonizadora com escassa proteção do solo e consequente erosão do mesmo.

Fonte: PMAAC-AML (2018)

6.5. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Futuras

A análise das projeções climáticas baseadas nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 para a AML¹⁴ permitiu identificar quais as principais anomalias das diferentes variáveis climáticas, projetadas para os períodos 2041-2070 e 2071-2100, com impactes na biodiversidade e paisagem e respetivas vulnerabilidades futuras. Os impactes advêm sobretudo das projeções de aumento das ondas de calor, da temperatura (principalmente das máximas) e das situações de seca.

Para estas tipologias de eventos, a cenarização climática da AML projeta:

- Uma diminuição significativa do número de dias de precipitação. Nos valores de precipitação ≥ 1 mm a média para a AML é uma diminuição de -9,9 (2041-2070) e -11,3 dias (2071-2100) no cenário RCP 4.5. No cenário RCP 8.5 esta diminuição é particularmente evidente e chega aos -17,4 dias no período de 2071-2100;
- Um aumento da frequência das situações de seca, mais evidente no cenário RCP 8.5, podendo ocorrer maior número de secas moderadas a severas, em particular nas 'Colinas do Tejo' e 'Estremadura' e 'Península de Setúbal';
- Incremento da duração das ondas de calor, entre 1,9 (RCP 4.5) e 2,3 (RCP 8,5) dias, sendo este aumento mais atenuado no litoral ocidental;
- Um aumento da temperatura média anual de 1,3°C para o período 2041-70 e de 1,6°C no período do final do século (2071-2100) para o cenário RCP 4.5. Quanto ao cenário RCP 8.5, projeta-se um aumento da temperatura média anual de 1,8°C para o período 2041-70 e de 3,2 no período 2071-2100. Deve salientar-se o facto de estes aumentos serem particularmente evidentes no verão (tantos nas temperaturas médias como nas máximas), época em que o *stress* hídrico imposto às plantas pelo clima mediterrâneo é mais evidente;
- Diminuição da precipitação média, na ordem dos 50mm a meio do século no cenário RCP 8.5. Deve salientar-se que as projeções apontam principalmente para uma maior diminuição da precipitação na primavera, verão e outono, o que é particularmente relevante num clima de características mediterrânicas, em que o *stress* hídrico mais se faz sentir no período estival, devido às temperaturas mais elevadas nesse período.

Considerando estas projeções, a redução da precipitação, o aumento do número de secas e o aumento das temperaturas elevadas e das ondas de calor são os riscos climáticos que mais se deverão agravar, como base nos impactes potenciais sobre a biodiversidade e paisagem.

¹⁴ PMAAC-AML definição cenário base de adaptação vol 1; cap 3.

Tabela 24. Síntese de principais impactes futuros para o sector ‘Biodiversidade e Paisagem’

Impactes positivos diretos (oportunidade)	Impactes negativos diretos (ameaças)
<ul style="list-style-type: none"> – Aumento da área das plataformas lodosas a descoberto na maré baixa (até meados do século) e depois uma diminuição substancial. 	<ul style="list-style-type: none"> – Erosão e recuo das arribas, praias e dunas, sapais e locais a descoberto durante a maré baixa – Incremento de deslizamentos de terras
Impactes positivos indiretos (oportunidade)	Impactes negativos indiretos (ameaças)
<ul style="list-style-type: none"> – Aumento das áreas de matos esclerofilos mediterrânicos poderá ser potencialmente atrativo para os potenciais turistas do centro e norte da europa devido à inexistência destas paisagens nos seus países de origem; – O turismo na natureza poderá aumentar na primavera e outono; – Aumento da disponibilidade de alimento para as populações de aves limícolas (até meados do século) devido ao aumento das plataformas lodosas e depois uma diminuição substancial. – Aumento do número de aves que deixam de migrar no outono e inverno e passam a tornar-se residentes, alargando o período de turismo associado à sua observação 	<ul style="list-style-type: none"> – Incremento do número de ocorrência de incêndios florestais; – Diminuição ou mesmo extinção da vegetação e flora em limite de distribuição ou reliquiaes (turfeiras, carvalhais caducifólios, carvalhais mesófilos de <i>Quercus rivasmartinezii</i> e <i>Q. broteroi</i>, loureiros, charcos temporários, escorrências de água doce em arribas, matos da <i>Calluno-Ulicetea</i> sobre dunas) – Diminuição da extensão da vegetação de sapal com possível extinção; – Desaparecimento de turfeiras; – Extinção de peixes de água doce endémicos; – Diminuição das populações de anfíbios; – Extinção de populações no limite sua da sua área de distribuição; – Diminuição da vegetação das encostas e aumento da erosão

Fonte: PMAAC-AML (2018)

A tendência de aumento substancial dos riscos climáticos referidos vai refletir-se nos impactes associados à flora e vegetação que maior sensibilidade apresentam a esses mesmos riscos. Considera-se que a flora e vegetação reliquiaes, em limite de distribuição meridional e/ou associada à presença constante de água (turfeiras), assim como a flora arbórea sobretudo de carácter mesófilo e temperado (caducifólia) são as componentes de biodiversidade que potencialmente maiores impactes vão sofrer face aos riscos climáticos referidos e haverá uma diminuição substancial da sua presença no território metropolitano, ou mesmo uma extinção, refletindo-se numa alteração evidente nas paisagens.

A tendência de aumento de importância dos três riscos climáticos referidos em conjunto vão implicar um aumento do *stress* hídrico para as plantas, (em geral, já elevado no clima mediterrâneo pela coincidência entre o período seco e quente), o qual vai manifestar-se num maior risco de incêndios, o que claramente é desfavorável para a flora arbórea e arbustiva alta, necessitada de períodos de estabilidade maiores para se desenvolver face a vegetação arbustiva baixa.

Em geral, a maior recorrência de fogos associada aos riscos climáticos anteriormente referidos, favorece sobretudo a vegetação de menor porte de classe *Cisto-Lavanduletea* (*cistus spp.*; *Lavandula spp.*; *Thymus spp.* entre outras – flora neo-mediterrânica – que chega à bacia mediterrânea quando da instalação do clima mediterrânico) a qual representa a vegetação arbustiva

baixa de carácter tipicamente mediterrânico, dominada por plantas produtoras de grande quantidade de sementes (*seeders*) e que se multiplicam fundamentalmente por semente. Portanto, estas plantas tendem a tornar-se dominantes, progressivamente, perante a recorrência de incêndios resultantes dos riscos climáticos referidos (redução da precipitação o aumento do número de secas e o aumento das temperaturas elevadas e das ondas de calor).

A tendência de aumento destes riscos climáticos para a biodiversidade resulta do facto de, numa primeira fase, a flora de carácter arbóreo e arbustivo alto formada maioritariamente por árvores e arbustos altos paleo-mediterrânicos (antiga flora das margens do mar de Tétis na atual bacia mediterrânea) que rebentam de toija após fogo – *sprouters* (menores produtores de sementes do que o grupo anterior) - terem vantagem sobre os *seeders* (arbustos baixos mediterrânicos), se a recorrência de fogo for relativamente baixa. Se a incidência do fogo aumentar, então os arbustos altos e vegetação arbórea tenderá a dar lugar aos arbustos baixos que apresentam claramente vantagem. Por esta razão considera-se que estes três riscos climáticos terão um aumento significativo ao longo do tempo, dado que, nas projeções climáticas baseadas nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 apresentam claramente um incremento no território metropolitano. Estas alterações terão necessariamente reflexos ao nível das paisagens periurbanas e também nos serviços ecossistémicos prestados, principalmente numa menor produção de ar fresco.

Tabela 25. Matriz de avaliação do risco climático sectorial 'Biodiversidade e Paisagem'

Riscos Climáticos	Nível do Risco			Tendência do Risco
	Presente (até 2040)	Médio Prazo (2041/2070)	Longo Prazo (2071/2100)	
A. Precipitação excessiva	1	2	2	↑
B. Redução da precipitação	4	6	9	↑
C. Alteração na escala sazonal da precipitação	2	4	6	↑
D. Secas	4	6	9	↑
E. Temperaturas elevadas/ondas de calor	4	6	9	↑
F. Alteração na escala sazonal da temperatura	1	4	6	↑
G. Nível médio das águas do mar	4	6	9	↑
H. Temperaturas baixas/ondas de frio	1	1	1	→
I. Gelo/geada/neve	1	1	1	→
J. Granizo	1	1	1	→
K. Ventos fortes	2	2	2	→
L. Tempestades/tornados/trovoadas	2	2	2	→

Legenda:

Nível de risco: 

Baixo Moderado Alto

↑ Aumento do Risco → Manutenção do Risco ↓ Diminuição do Risco

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Por outro lado, os riscos climáticos acima referidos, com tendência para subidas mais substanciais, apresentam impactes que são inequivocamente crescentes (em termos temporais) manifestando-se sobretudo nas florestas de carácter mesófilo (cercais, loureiros e carvalhais de *Q. rivasmartinezii*), nas florestas reliquiais temperadas (Carvalhos de folha caduca) e na vegetação reliquial de turfeiras e urzais atlânticos sobre dunas. Estas espécies tenderão a ter grande dificuldade em encontrar habitat favorável para a sua sobrevivência, dada a sua dependência da humidade atmosférica e (sobretudo) do solo, e a dificuldade de sobrevivência a longos períodos de seca, com períodos de retorno progressivamente mais diminutos, associados à subida das temperaturas (em particular das máximas) e à diminuição da precipitação.

Os riscos climáticos identificados como apresentando maiores agravamentos (pelo efeito conjunto no aumento do risco de ocorrência de fogos assim como no aumento da aridez) são os que maiores impactes deverão ter na biodiversidade e paisagem, seguindo o modelo geral apresentado para o mediterrâneo de diminuição substancial do elemento arbóreo (florestas), tornando-as frequentemente reduzidas a escassos refúgios, e uma expansão generalizada dos matos baixos mediterrânicos e de algumas invasoras particularmente resistentes à secura e com adaptações ao fogo (pirófitas). Apesar das projeções utilizarem duas janelas temporais, os impactes na biodiversidade serão graduais e contínuos à medida que os riscos climáticos vão aumentando ao longo do tempo, pois a diversidade genética das populações irá fazer com que as respostas possam ser temporalmente desfasadas, mesmo dentro de uma mesma espécie.

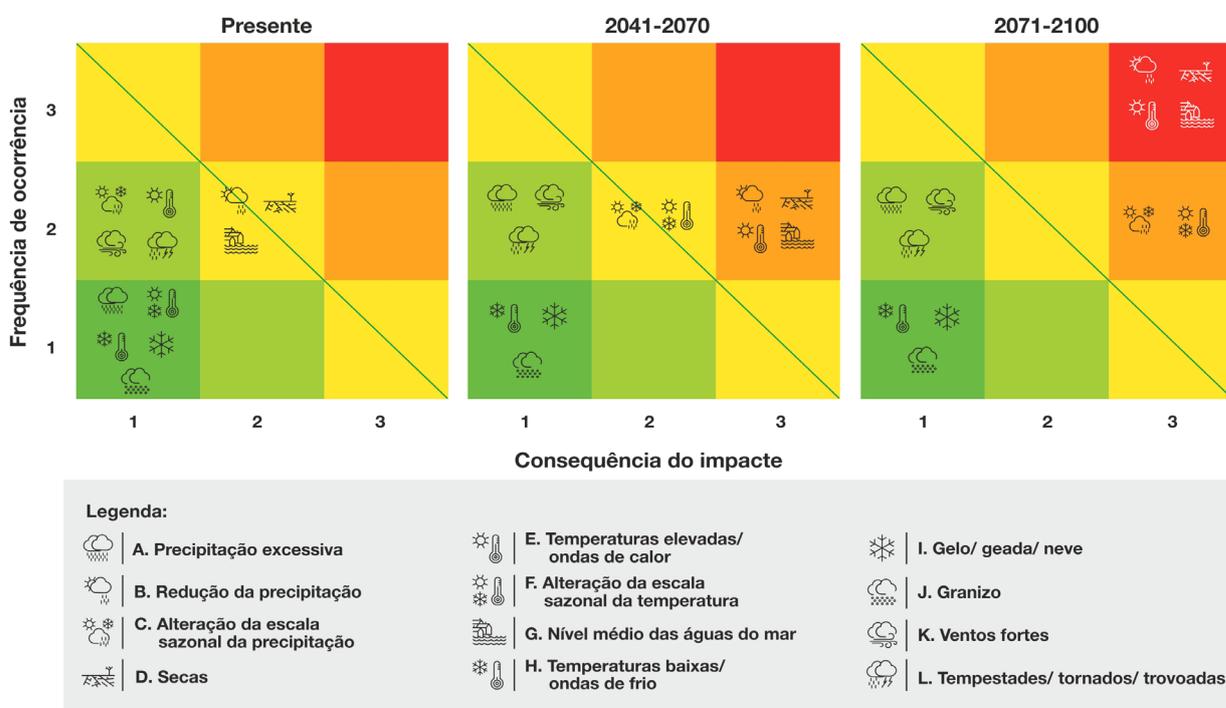
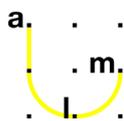


Figura 67. Evolução do risco climático para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector 'Biodiversidade e Paisagem'

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Considera-se também de especial relevância o aumento, também muito elevado, do risco associado à subida do nível médio das águas do mar, pelos impactes que potencialmente se irão manifestar sobre a biodiversidade e a paisagem. É de esperar que o seu impacte sobre a biodiversidade aumente de forma sustentada ao longo do período modelado, afetando sobretudo sapais, lodaçais a descoberto na maré baixa e vegetação dunar, em especial das dunas cinzentas, dunas com *Juniperus spp.* e pinhais sobre dunas.

Por último, deve fazer-se referência que os riscos climáticos associados aos aumentos de temperatura, diminuição da precipitação e aumento da frequência e duração das secas têm reflexos inequívocos nos espaços verdes urbanos, com especial relevo para os jardins históricos com espécies exóticas (ou coleções) de especial interesse que, frequentemente necessitam de grande quantidade de água para a sua sobrevivência. No primeiro caso, porque se trata de espaços geridos e mantidos artificialmente poderá haver uma substituição de flora mais consumidora de água por espécies da flora esclerofila mediterrânea, menos necessitadas de água. Contudo, esse facto tem consequências ao nível dos serviços ecossistémicos prestados, pois as espécies de maior consumo de água são as maiores produtoras de ar fresco e de oxigénio. No caso dos jardins históricos (incluindo os jardins botânicos), a situação será substancialmente diferente pois a presença de muitas espécies altamente consumidoras poderá colocar estes em situação de elevada vulnerabilidade, principalmente em períodos de especial escassez de água.



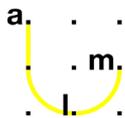
adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 7. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas do Sector ‘Economia’

Cofinanciado por:





7. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas 'Economia'

7.1. Introdução

O sector 'Economia' estrutura-se, no contexto da ENAAC 2020, em três subsectores – indústria transformadora, comércio e serviços e turismo.

Entre as principais transformações ocorridas nos dois últimos decénios no território metropolitano, contam-se as económicas, com reflexo na estrutura do emprego, das empresas e da produção. Os anos 80 e 90 do século passado foram marcadas por um processo de reestruturação, que se traduziu por uma desindustrialização acentuada na indústria pesada e tradicional e uma afirmação das atividades dos serviços e da função logística. Paralelamente com a desconcentração populacional para a periferia metropolitana, observou-se um processo de desconcentração e de realocação das atividades económicas, das atividades industriais e de logística e, posteriormente, dos serviços pessoais e de apoio às empresas e das grandes superfícies de comércio, localizando-se em municípios em torno de Lisboa. Estas tendências caracterizaram a organização do território metropolitano entre o início da década de oitenta até meados da década de 2000 (Marques da Costa, 2016).

A crise económico-financeira internacional que se desenvolve a partir de meados da década de 2000 teve reflexos relevantes no contexto nacional e na AML, observando-se, entre 2008 e 2013, uma redução do número de pessoas ao serviço, de estabelecimentos e de empresas. Mais recentemente, após 2014, inicia-se um processo de recuperação económica, observado em todos os subsectores (indústria transformadora, comércio e serviços e turismo), refletido nos principais indicadores económicos.

Com 3% do território e 27% da população de Portugal, é no território metropolitano que se localizam os centros de decisão económica do País, constituindo o principal motor da economia portuguesa. Concentrava, em 2016, no contexto nacional: i) 36% do PIB; ii) 37% do VAB; iii) 29% do emprego; iv) 1,37 rácio região/país do PIB (*per capita*); v) 1,27 rácio região/país da produtividade aparente do trabalho (VAB/emprego); vi) 28% das empresas; vii) 27% das empresas não financeiras; viii) 35% das pessoas empregadas em empresas não financeiras; ix) 7% do pessoal ao serviço na indústria; x) 14% do pessoal ao serviço no comércio; xi) 49% do pessoal ao serviço nos serviços; xii) 15% do pessoal ao serviço no turismo.

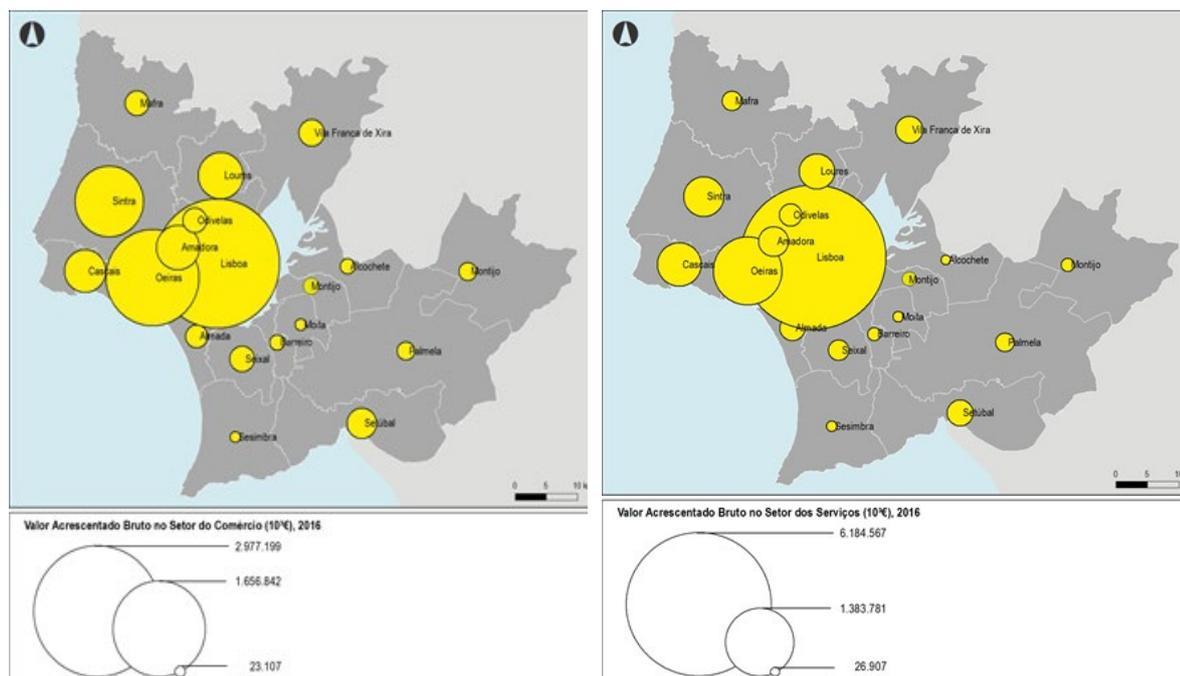


Figura 68. Valor acrescentado bruto no comércio e dos serviços, por Município

Fonte: INE (2017)

Dos subsectores da Economia, releve-se o crescimento significativo do turismo observado no território metropolitano. Entre 2000 e 2016, a região aumentou o número de estabelecimentos em 119% e a capacidade de alojamento em 67%. Este aumento da oferta traduziu-se num acréscimo da procura em igual período, no número de hóspedes (144%), no número de dormidas (136%) e nos proveitos de aposento (204%). Esta leitura de síntese permite verificar que o crescimento da procura foi consideravelmente superior ao da oferta, resultando em taxas de ocupação mais elevadas e estadas médias dos turistas mais prolongadas e, principalmente, em receitas bastante superiores. Assinale-se, também, que, de acordo com o projeto europeu *Shape Tourism - New shape and drives for the tourism sector: supporting decision, integrating plans and ensuring sustainability*, a região metropolitana deverá, em 2020, tornar-se na principal região turística portuguesa, ao nível da intensidade turística e na densidade turística (prevê-se que tenha aproximadamente 8 dormidas por residente e 7.128 dormidas por km²), ultrapassando o Algarve.

7.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos

A análise de sensibilidade a estímulos climáticos foi concretizada a partir da avaliação dos elementos relevantes para o sector, sinalizando-se as infraestruturas, os equipamentos e os elementos localizados em áreas de suscetibilidade aos riscos influenciados por condições climáticas que têm o potencial para gerar danos materiais (cheias e inundações, erosão do solo, litoral em risco, movimentos de massa em vertentes e incêndios). Esta análise permitiu analisar os estímulos

que têm expressão em cada município e identificar as principais infraestruturas, equipamentos e elementos que podem ser afetados. No caso do Turismo, considerou-se também as ondas de calor e o conforto climático dos turistas, a partir da caracterização do conforto bioclimático¹⁵ realizada na Fase 1 do PMAAC-AML.

A sensibilidade climática das atividades industriais resulta essencialmente dos impactes da ocorrência de eventos climáticos extremos sobre edifícios, infraestruturas e outros ativos económicos. O subsector industrial caracteriza-se atualmente (2016) por representar 5,6% das empresas, 16,9% do pessoal ao serviço e 24,6% do volume de negócios do total metropolitano, sendo, portanto, particularmente importante o seu peso na produção de riqueza.

As unidades deste subsector estão situadas maioritariamente em Parques e em Zonas Industriais, contabilizando-se um total de 102 no território metropolitano. Existem também vários espaços constituídos por parcelas autónomas, ocupados predominantemente por unidades industriais de pequena e média dimensão, com várias localizações no contexto regional, sobretudo junto de eixos rodoviários (Estradas Nacionais e Municipais). Algumas destas áreas industriais apresentam sensibilidade a duas tipologias de estímulos climáticos, designadamente a cheias rápidas (11), na proximidade de cursos de água – que podem resultar de episódios de precipitação intensa num curto período de tempo – e a cheias progressivas ou lentas (cinco), na proximidade dos Estuários do Tejo e do Sado. Os mesmos riscos são sinalizados para algumas parcelas industriais (duas sensíveis a cheias rápidas e cinco a cheias progressivas) e para unidades de grande dimensão, como são os exemplos da Fima – Produtos Alimentares, no município de Loures (cheia rápida) ou a Fábrica de Cimento de Alhandra e a Fábrica da Solvay, no município de Vila Franca de Xira (cheia progressiva).

A localização das atividades comerciais e de serviços em meio urbano e de zonas comerciais – incluindo grandes superfícies – e de espaços empresariais em áreas sensíveis aos riscos climáticos (designadamente inundações e cheias rápidas) constituem as situações mais problemáticas associadas às alterações climáticas nas atividades do comércio e dos serviços, sendo por isso uma vulnerabilidade comum às diversas centralidades terciárias existentes no território metropolitano. O comércio representa presentemente (2016) 16,2% das empresas, 19,2% do pessoal ao serviço e 37,3% do volume de negócios do total. As atividades de serviços, no mesmo ano, um total de 73,0%

¹⁵ O conforto bioclimático no território metropolitano foi analisado através do Universal Thermal Climate Index (UTCI). O UTCI, desenvolvido com o objetivo de responder à necessidade de utilização de um indicador de conforto bioclimático universal que pudesse ser aplicado em todos os climas e para todos os indivíduos, é formado por três componentes: i) o modelo fisiológico, baseado no modelo termorregulatório multimodal; ii) o modelo auxiliar de cobertura, ou de vestuário, que em conjunto estimam as reações e trocas de calor no corpo humano e com o ambiente e; iii) os fatores meteorológicos que afetam diretamente os indivíduos. Traduz-se, desse modo, como a temperatura do ar equivalente desencadeia uma determinada resposta do modelo fisiológico do corpo humano. A referência do ambiente expressa no UTCI considera a temperatura do ar, o vento, a humidade e temperatura radiativa média, nas seguintes condições de referência: Temperatura do ar entre -50°C e 50°C; Temperatura do radiativa entre -30°C e 70°C; Velocidade do vento entre 0,5 e 30,3 m/s; Humidade relativa entre 5 a 100%.

das empresas, 63,6% do pessoal ao serviço e 37,8% do volume de negócios do total, sendo o principal sector de atividade metropolitano.

A localização de atividades de comércio, designadamente nos pisos térreos de edifícios com diferentes utilizações – sobretudo habitação – e de atividades de serviços ocorre nas áreas centrais e nas áreas consolidadas de todos os municípios, ainda que em vários municípios existam edifícios exclusivamente empresariais e dedicados à prestação de serviços, sobretudo em Lisboa. Existem diversas unidades comerciais de média e grande dimensão em quase todos os municípios – é no território metropolitano que se observa a maior concentração destes estabelecimentos em Portugal –, destacando-se, também, o município de Lisboa. Paralelamente, a região tem um número significativo de áreas de localização empresarial, que se encontram em quase todos os seus municípios.

Foram sinalizadas 39 áreas urbanas¹⁶ com atividades de comércio e de serviços localizadas em pisos térreos (e caves, em algumas situações) que configuram alguma sensibilidade à potencial ocorrência de cheias rápidas, que podem resultar de episódios de precipitação intensa e concentrada em algumas horas, por acumulação de águas pluviais ou insuficiências dos sistemas de drenagem. Pode observar-se igualmente a ocorrência de inundações de estruturas urbanas subterrâneas – com estes usos – com deficiências e dificuldades de drenagem dos sistemas urbanos, nomeadamente as verificadas em períodos de preia-mar. O risco potencial é mais elevado no município do Lisboa, sobretudo na área da Baixa Pombalina. As várias dezenas de unidades comerciais de média e grande dimensão não são especialmente sensíveis a estímulos climáticos relevantes, com duas exceções que se localizam parcialmente em área sensível a cheias rápidas (ambas no município de Lisboa). Das áreas de localização empresarial metropolitanas, cinco são sensíveis a cheias rápidas e quatro – todas no município de Setúbal –, a inundação de estuário (Sado).

As implicações das alterações climáticas sobre o turismo são complexas, podendo ser prejudiciais para o subsector devido aos potenciais impactes para a saúde dos turistas (redução da qualidade do ar, aumento do risco de contágio de doenças infecciosas...), à maior probabilidade de ocorrerem desastres naturais (cheias, incêndios florestais e rurais, ...) ou, ainda, em resultado de eventos extremos climáticos (ondas de calor ou tempestades), impactantes para a procura.

¹⁶ Carenque, no município da Amadora; Estoril, São João do Estoril, São Pedro do Estoril, Carcavelos, Paço de Arcos, Caxias, Cruz Quebrada e sede do município de Cascais, no município de Cascais; Bairro Novo de Santo Elói, Ulmeira, Patameiras, Senhor Roubado, Olival Basto e Póvoa de Santo Adrião, no município de Odivelas; Lisboa; Sacavém, Pinheiro de Loures e Infantado, no município de Loures; Foz do Lizandro, Cheleiros e sede do município de Mafra, no município de Mafra; Algés e Paço de Arcos, no município de Oeiras; Várzea de Colares, Colares, Mucifal e Queluz, no município de Sintra; Castanheira do Ribatejo, Alhandra e sede do município de Vila Franca de Xira, no município de Vila Franca de Xira; corredores entre a Quinta do Chiado a Quinta do Guarda Mor, Quinta do Chiado a Casal de Santo António e Quinta do Chiado a Vale Figueira, no município de Almada; sede do município da Moita; sede do município do Montijo; Pinhal Novo, Lagoinha, Cajados e Lamageças, no município de Palmela, Corroios, no município do Seixal; sede do município de Setúbal. Tratam-se de lugares/áreas urbanas com a respetiva designação toponímica comum e oficial.

No contexto nacional, depois do Algarve, o território metropolitano é o principal destino turístico nacional, representando, ao nível da oferta, 19,7% da capacidade de alojamento nos estabelecimentos hoteleiros e, ao nível da procura, 25,3% das dormidas nos estabelecimentos de alojamento turístico em 2016. No mesmo ano, dispõe de 621 estabelecimentos hoteleiros, com uma capacidade de alojamento de 75.120 camas, registando 6.294.694 hóspedes e 14.800.346 dormidas. Nos dois últimos decénios, o turismo registou um crescimento significativo na região. Entre 2000 e 2016, aumentou o número de estabelecimentos em 119% e a capacidade de alojamento em 67%. Este aumento da oferta traduziu-se num acréscimo da procura em igual período, no número de hóspedes (144%), no número de dormidas (136%) e, principalmente, nos proveitos de aposento (204%).

As unidades hoteleiras apresentam sensibilidade a vários estímulos climáticos. São identificados 67 estabelecimentos que se localizam, total ou parcialmente, em áreas de potencial ocorrência de cheias rápidas, dos quais 49 no município de Lisboa (a maioria destas unidades hoteleiras – 38 – encontra-se entre a Praça do Comércio e a Praça Marquês de Pombal). Observa-se, também, a localização de 13 unidades em arribas em risco, sete das quais na Vila da Ericeira (Maфра) e três na Vila de Cascais. São ainda sinalizadas 10 unidades hoteleiras sensíveis a incêndios rurais (três das quais em Maфра), maioritariamente por terem envolventes florestadas.

Releve-se igualmente que a elevada procura turística no território metropolitano, ainda que tendendo a diminuir a sua sazonalidade, tem ainda maior incidência no Verão. Neste contexto, os turistas poderão ser sensíveis a diferentes estímulos climáticos, nomeadamente ao número de dias com temperaturas muito elevadas ou em ondas de calor. De qualquer modo, os valores do UTCI são relativamente moderados, sem presença de dias com stresse térmico extremo, tanto no que se refere ao desconforto por frio, como por calor. Salienta-se a frequência de 20% de dias anuais com ausência de stresse, assim como de dias com stresse ligeiro e moderado devido ao frio. Aproximadamente 75% dos dias de inverno registam stresse ligeiro ou moderado por frio e nenhum dia observa desconforto por calor superior a stresse moderado, exceto durante o período estival (de junho a setembro), que regista, como referido, a maior procura turística. Em termos de conforto bioclimático, o território metropolitano caracteriza-se por uma clara amenidade, expressa pela elevada percentagem de dias com ausência de stresse térmico, apresentando boas condições de conforto climático para os turistas. Destacam-se as regiões orientais¹⁷, nomeadamente a 'Península de Setúbal', a 'Peneplanície' e os 'Vales do Tejo e do Sado', com mais de 200 dias/ano sem stresse térmico.

No âmbito das atividades turísticas, afigura-se imprescindível incorporar também na análise da sensibilidade climática as dimensões relacionadas com o património histórico e cultural. As alterações climáticas poderão resultar em impactes físicos diretos sobre o património edificado, os

¹⁷ PMAAC-AML definição cenário base de adaptação vol 1; cap 3.

equipamentos culturais – como teatros e museus –, e nas paisagens culturais. Estes impactos negativos poderão ser o resultado tanto da ocorrência de eventos extremos e repentinos, como precipitação excessiva, tempestades ou vento forte, como de situações que decorrem das mudanças climáticas graduais, menos evidentes, provocando alterações na amplitude dos ciclos de humidade ou da temperatura, por exemplo, com reflexos no património histórico e cultural, designadamente o edificado.

O território metropolitano detém um vasto e diversificado património histórico-cultural, que potencia a compreensão das principais características que identificam e distinguem a sub-região, os seus habitantes e as suas vivências. Releve-se, para além das suas paisagens singulares, a forte presença de bens com elevado valor patrimonial, incluindo Património Mundial – de que o Mosteiro dos Jerónimos e a Torre de Belém, no município de Lisboa, a Paisagem Cultural de Sintra e o Real Edifício de Mafra e Tapada de Mafra são os melhores exemplos, a que se deve juntar a Baixa Pombalina, na cidade de Lisboa e a Arrábida, enquanto sítios que Portugal pretende nomear para a Lista de Património Mundial –, bem como uma vasta rede de equipamentos culturais. Em 2016, tinha 12,8% dos monumentos nacionais (105), 14,2% dos imóveis de interesse público (439) e 12,9% dos imóveis de interesse municipal (102) de todo o país, bem como 16,5% dos museus (113).

São sinalizados diversos estímulos climáticos sobre esse património. Observa-se sensibilidade à potencial ocorrência de cheias rápidas em 25 elementos patrimoniais, a cheias progressivas em oito, a deslizamento em sete, a incêndio florestal ou rural em 11, a erosão do solo em dois e quatro encontram-se em litoral em risco. A maioria destes elementos são imóveis de interesse público ou imóveis de interesse municipal.

Dos monumentos nacionais, o Real Edifício de Mafra – Palácio (classificado em julho de 2019 como Património Mundial da UNESCO), Basílica, Convento, Jardim do Cerco e Tapada – encontram-se numa área com elevada sensibilidade a riscos climáticos, designadamente de incêndio, por se encontrar numa vasta e ampla mancha florestal, de cheias rápidas, pelo vale encaixado na Tapada, e de erosão do solo e deslizamento e movimento de vertentes, algumas bastante declivosas. O Castelo de Palmela também apresenta sensibilidade a deslizamento e movimento de vertentes. O Aqueduto das Águas Livres, seus aferentes e correlacionados (monumento nacional), tem troços que em vários municípios (Odivelas, Lisboa e Sintra) atravessa áreas sujeitas a estímulos climáticos diferenciados, designadamente de cheias rápidas, deslizamento e movimento de vertentes e erosão do solo. Assinala-se igualmente o Castelo de São Filipe e respetiva ZEP, no município de Setúbal, rodeado por uma mancha florestal, tendo sensibilidade a incêndio e, também, a erosão do solo e a deslizamento e movimento de vertente, no Sul do castelo, e o Palácio Nacional de Queluz no município de Sintra, localizado parcialmente em área de risco de cheia rápida. No município de Lisboa, são sinalizados diversos monumentos nacionais, como o Edifício-Sede e Parque da Fundação Calouste Gulbenkian, Portal manuelino e galilé da Igreja de Chelas, a Praça do Comércio, entre outros, sensíveis à potencial ocorrência de cheias rápidas.

A maioria dos equipamentos culturais relevantes na ótica do turismo não são sensíveis a quaisquer riscos climáticos. Excecionam-se os 11 localizados em áreas com sensibilidade a cheias rápidas,

quase todos no município de Lisboa e na cidade de Setúbal, sendo maioritariamente teatros; dois a cheias progressivas (municípios de Montijo e Vila Franca de Xira) e dois localizados em litoral em risco (arenoso), no município de Cascais. Para além destes 16 equipamentos, existe um com sensibilidade a deslizamento e movimento de vertente (município de Setúbal) e um outro a incêndio rural e em área de risco de erosão do solo (município de Mafra).

7.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa

A avaliação da capacidade adaptativa foi desenvolvida através de dois indicadores, assumindo-se que a riqueza produzida é facilitadora da capacidade de adaptação das empresas:

- VAB por empresa (para os subsectores da indústria, comércio e serviços): a capacidade de adaptação é proporcional ao VAB médio por empresa no sector (AML=100¹⁸);
- Proveitos de aposento por capacidade de alojamento (subsector do turismo): a capacidade de adaptação é proporcional ao proveito de aposento médio por capacidade de alojamento (AML=100¹⁹);

Tabela 26. Indicadores de capacidade adaptativa para o Sector 'Economia', por município, 2016

Município	VAB por empresa			Proveitos de aposento por capacidade de alojamento
	Indústria	Comércio	Serviços	Turismo
	(índice: n.º)			
Alcochete	59	95	52	54
Almada	20	24	37	52
Amadora	91	92	54	52
Barreiro	46	28	29	...
Cascais	29	62	60	106
Lisboa	132	148	173	112
Loures	67	74	69	78
Mafra	36	40	49	46
Moita	43	22	28	...
Montijo	55	42	39	57

¹⁸ AML 100 - Indústria: 463.666 €; Comércio: 139.538 €; Serviços: 43.108 €.

¹⁹ AML 100 - 9.394 €

Município	VAB por empresa			Proveitos de aposento por capacidade de alojamento
	Indústria	Comércio	Serviços	Turismo
	(índice: n.º)			
Odivelas	36	28	35	//
Oeiras	210	383	177	75
Palmela	312	36	65	15
Seixal	47	32	29	...
Sesimbra	13	18	24	67
Setúbal	243	56	60	41
Sintra	107	99	44	90
Vila Franca de Xira	146	45	63	47
AML	100	100	100	100

Fonte: INE (Anuário Estatístico da Área Metropolitana de Lisboa, 2017)

... valor confidencial

// Não Aplicável

Uma leitura dos indicadores de capacidade adaptativa relativamente ao VAB por empresa permite observar um padrão territorial homogéneo para os três subsectores:

- Na indústria, Palmela, Setúbal, Oeiras e Lisboa são os municípios com os índices mais elevados e os únicos com valores superiores à média metropolitana. Sesimbra e Almada apresentam os índices mais reduzidos;
- No comércio, apenas os municípios de Oeiras e Lisboa registam índices superiores ao valor médio metropolitano, com Sesimbra, Moita e Barreiro com os índices mais reduzidos;
- Nos serviços, são também Oeiras e Lisboa os únicos municípios a apresentar índices superiores à média metropolitana. Sesimbra, Moita, Barreiro e Seixal têm os índices mais reduzidos.

Para o turismo, Lisboa e Cascais são os municípios com os índices mais elevados, os únicos com valores superiores à média metropolitana. Palmela, Setúbal e Vila Franca de Xira apresentam os índices mais reduzidos, sendo que a avaliação não foi efetuada para o Barreiro, Moita, Seixal e Odivelas.

As ações e as respostas para o sector ao nível institucional têm sido diversificadas. Destacam-se as direcionadas para as consequências nas atividades de comércio e de serviços em meio urbano (Tabela 27), que resultaram sobretudo de danos em edifícios com estes usos, devido à ocorrência de cheias (rápidas, progressivas, inundações de estuário) e, em menor escala, de incêndios. Este quadro de ações e respostas reflete a elevada sensibilidade a estímulos climáticos resultante da localização das atividades comerciais e de serviços em meio urbano, vulnerabilidade comum às diversas centralidades terciárias existentes no território metropolitano, como observado anteriormente.

Recorde-se que no contexto metropolitano foram sinalizadas 39 áreas urbanas com atividades de comércio e de serviços localizadas em pisos térreos que configuram alguma sensibilidade à potencial ocorrência de cheias rápidas, que podem resultar de episódios de precipitação intensa e concentrada em algumas horas, por acumulação de águas pluviais ou insuficiências dos sistemas de drenagem. Nestas situações, observa-se também ocasionalmente a ocorrência de inundações de estruturas urbanas subterrâneas – com estes usos – com deficiências de drenagem e dificuldades de drenagem dos sistemas urbanos, nomeadamente as verificadas em períodos de preia-mar.

Tabela 27. Síntese das ações/respostas mais frequentes para o sector ‘Economia’

Tipologia de evento e de impacte	Ações/respostas mais frequentes
– Precipitação excessiva: danos em edifícios com atividades de comércio e de serviços	– Reposição das condições iniciais (remoção/bombeamento de água; limpeza de áreas inundadas; inspeção das instalações elétricas e restabelecimento da energia elétrica e comunicações; reparação de danos); controlo de trânsito nas imediações
– Agitação marítima: com atividades de comércio e de serviços e turísticas e espaços de lazer	– Reposição das condições iniciais (remoção das estruturas colapsadas/destroços, limpeza de áreas afetadas pelos destroços; reparação de danos; sinalização de áreas afetadas na via pública e interdição de passeio marítimos; colocação de perímetro de segurança)
– Tempestades e ventos fortes: danos em edifícios com atividades de comércio e de serviços e turísticas e espaços de lazer; falhas no fornecimento de energia elétrica	– Reposição das condições iniciais (remoção das estruturas colapsadas/destroços, limpeza de áreas afetadas pelos destroços; inspeção das instalações elétricas e restabelecimento da energia elétrica e comunicações; reparação de danos; sinalização de áreas afetadas na via pública; colocação de perímetro de segurança); remoção de árvores caídas; reposição da vegetação
– Temperaturas elevadas: danos em edifícios com atividades de comércio e de serviços e turísticas; deterioração da qualidade do ar; constrangimentos no abastecimento e na qualidade da água	– Combate às chamas e proteção de edifício, resultante de incêndios; limpeza de áreas ardidas na envolvente; ativação do Plano Municipal de Emergência; divulgação de alertas e medidas de prevenção; redução de regas nos jardins públicos; adequação de procedimentos em piscinas municipais; informação sobre as medidas minimizadoras dos efeitos da seca

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Também os eventos de agitação marítima – que, de acordo com o levantamento realizado, têm-se tornado mais frequentes nos últimos cinco anos –, têm resultado em consequências negativas para as atividades de comércio e de serviços, para o turismo e espaços de lazer, destacando-se, das ações e respostas mais frequentes, a sinalização de áreas afetadas na via pública e interdição de passeio marítimos e definição de perímetros de segurança.

As ações e as respostas têm sido ou podem ser resultantes da atuação conjunta de várias entidades (Tabela 28), relevando-se os Serviços Municipais de Proteção Civil. Esta estrutura tem como missão executar e coordenar as políticas municipais de proteção civil, prevenindo os riscos associados ao sector e minimizando os efeitos negativos dos eventos. Os bombeiros (voluntários e sapadores) e

a PSP e a GNR desempenham um papel igualmente importante na resposta prestada. Globalmente, estas entidades são preponderantes no alerta para eventos climáticos extremos, bem como nos processos de gestão e minimização das suas consequências na indústria, no comércio, nos serviços e no turismo.

Tabela 28. Identificação de responsáveis pelo planeamento e execução da resposta para o sector 'Economia'

Instituições responsáveis/envolvidas pelo planeamento da resposta	Instituições responsáveis/envolvidas pela execução da resposta
<ul style="list-style-type: none"> – Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) – Direção Geral de Saúde (DGS) – Comando Distrital de Operações de Socorro de Lisboa (CDOS-L) – Comando Distrital de Operações de Socorro de Setúbal (CDOS-S) – Serviços Municipais de Proteção Civil – Associações Humanitárias de Bombeiros Voluntários – Regimentos e Companhias de Bombeiros Sapadores – Guarda Nacional Republicana (GNR) – Polícia de Segurança Pública (PSP) 	<ul style="list-style-type: none"> – Serviços Municipais de Proteção Civil – Secretária-geral da Administração Interna (gestão de contas de emergência) – Associações Humanitárias de Bombeiros Voluntários – Regimentos e Companhias de Bombeiros Sapadores – Guarda Nacional Republicana - Grupo de Intervenção Proteção e Socorro (GNR-GIPS) – Polícia de Segurança Pública (PSP) – Empresas fornecedoras de energia elétrica – Empresas fornecedoras de água – Entidades responsáveis pela exploração e gestão do sistema de captação, tratamento e distribuição de água – Empresas prestadoras de serviços de telecomunicações – Unidades militares das Forças Armadas – Cruz Vermelha Portuguesa (CVP) – Instituto Nacional de Emergência Médica (INEM)

Fonte: PMAAC-AML (2018)

A cooperação institucional e os mecanismos definidos entre as entidades responsáveis pelo planeamento e pela execução das ações têm permitido uma resposta globalmente eficaz às consequências observadas no sector que decorrem de eventos climáticos extremos. Dos 925 eventos climáticos registados pelos municípios do território metropolitano, apenas 11 – relevantes para o sector – com importância alta e moderada tiveram eficácia de resposta baixa, sete dos quais associados a episódios de precipitação excessiva, que resultaram em cheias rápidas e inundações, três a agitação marítima e um episódio relativo a uma situação de tempestade. O critério utilizado para esta avaliação baseou-se na resposta operacional dos agentes referidos aos pedidos de socorro que resultaram dos eventos ocorridos na região.

Os procedimentos e as rotinas definidas para responder à maioria das consequências geradas pelos impactes resultantes dos eventos identificados encontram-se definidos em particular nos Planos Municipais de Emergência de Proteção Civil (PMEPC). Os PMEPC definem as orientações

relativamente ao modo de atuação dos agentes de proteção civil e das entidades com dever de cooperação em operações de proteção civil, visando organizar, orientar, facilitar, agilizar e uniformizar as ações necessárias à resposta na iminência ou ocorrência de eventos climáticos extremos. A maioria dos PMEPC do território metropolitano foi elaborada após a publicação da Resolução da Comissão Nacional de Proteção Civil n.º 25/2008, de 18 de julho, que estabeleceu a Diretiva Relativa aos Critérios e Normas Técnicas para a Elaboração e Operacionalização de Planos de Emergência de Proteção Civil.

Para além dos PMEPC, importa relevar, no contexto do sector da Economia, alguns planos específicos que se destinam a fazer face a riscos decorrentes da possibilidade de ocorrência de situações graves nas instalações de várias áreas e unidades industriais, que poderão decorrer, também, de eventos climáticos extremos, designadamente os 13 Planos de Emergência Externo (PEExt) que se sintetizam na Tabela 29.

Tabela 29. Planos de Emergência Externo (PEExt) de áreas e unidades industriais na AML

PEExt	Localização	Abrangência (municípios)	Revisão
Maxampor	Alcochete	Alcochete	2015
Terminais Marítimos S.A.	Almada	Almada	2017
Galp Almada	Almada	Almada	2013
OZ Energia e Gás, S.A.	Almada	Almada	2013
Repsol Portuguesa S.A.	Almada	Almada	2013
Complexo Industrial do Barreiro	Barreiro	Barreiro, podendo abranger algumas áreas do município limítrofe da Moita	2016
Hempel Portugal Lda	Palmela	Palmela	2014
Mitrena	Setúbal	Setúbal	2013
Bayer Cropscience	Sintra	Sintra e algumas áreas do município limítrofe de Cascais	2013
DIGAL, S.A.	Sintra	Sintra	2013
ICM-TRANS, Transportes de Mercadorias, Lda	Sintra	Sintra	2017
CUF, Adubos de Portugal, S.A.	Vila Franca de Xira	Vila Franca de Xira e algumas áreas dos municípios limítrofes de Loures, Arruda dos Vinhos e Benavente	2014
SOLVAY Portugal - Produtos Químicos, S.A.	Vila Franca de Xira	Vila Franca de Xira	2016

Fonte: PMAAC-AML (2018)

São identificadas limitações pelas entidades com responsabilidades no planeamento das respostas. Essas limitações estão associadas principalmente às dimensões organizacional (recursos físicos, tecnológicos ou humanos insuficientes); financeira (elevados custos de intervenção e/ou orçamentos reduzidos, designadamente por parte das Associações Humanitárias de Bombeiros Voluntários) e cultural (sensibilização/operacionalização de procedimentos preventivos por parte dos responsáveis de algumas unidades comerciais e de serviços localizadas em perímetro urbano, nomeadamente em áreas críticas e especialmente vulneráveis ao risco de cheia e de inundação).

Da avaliação efetuada, não são sinalizadas necessidades específicas de alterações institucionais para aumentar a eficácia da resposta às consequências dos eventos climáticos extremos registados no sector da Economia. Considera-se, contudo, que a eficácia da resposta pode ser otimizada ao nível organizacional, designadamente na avaliação de riscos e instrumentos operacionais, através do aprofundamento do conhecimento sobre os eventos climáticos extremos, respetivos impactes e consequências na indústria, comércio, serviços e turismo, no sentido de potencializar o território metropolitano de uma base de dados detalhada, atualizada e georreferenciada que facilite o planeamento da resposta.

7.4. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Atuais

Registaram-se, no território metropolitano, um total de 218 eventos meteorológicos extremos ocorridos desde 2000 com consequências para o sector (Tabela 30).

A precipitação intensa foi o evento com maior expressão, com um registo de 126 ocorrências com impactes para a Economia (58% do total). O vento forte foi o segundo mais expressivo, com 58 (27%). Em conjunto, os eventos caracterizados por precipitação intensa e/ou vento forte foram predominantes no território metropolitano, totalizando 85% das ocorrências registadas. Os outros eventos com impactes relevantes para o sector foram a agitação marítima (6%) e, em menor escala, as temperaturas elevadas/ondas de calor (3%).

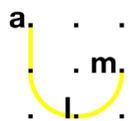
Os municípios mais afetados durante este período terão sido Cascais, Loures, Lisboa e Almada, com mais de 70% dos registos. No contexto metropolitano, apenas em Alcochete não foram sinalizados eventos meteorológicos extremos com consequências para o sector.

Globalmente, foram registados 264 impactes, sete dos quais com reflexo no aumento da morbilidade e da mortalidade. Destacam-se os danos em edifícios, com 129 registos de impacte (49% do total) – relacionados maioritariamente com episódios de precipitação e de vento forte – e as inundações (32%).

Foram considerados como de elevada importância 55 eventos, relevando-se os associados à precipitação intensa e à agitação marítima que, em conjunto, totalizaram 39 ocorrências (71% do total). O vento forte totalizou 15% dos eventos de elevada importância.

Tabela 30. Síntese dos resultados do Perfil dos Impactes Climáticos para o sector 'Economia'

Variáveis	Detalhe das Variáveis	Resultados
Total de eventos climáticos (n.º)	Agitação marítima	14
	Incêndio rural/florestal	2
	Instabilidade de vertentes/arribas	3
	Precipitação intensa	126
	Precipitação intensa e vento forte	1
	Temperaturas baixas/ondas de frio	2
	Temperaturas elevadas/ondas de calor	7
	Tempestade/tornados	5
	Vento forte	58
Total de impactes registados (n.º)	Alterações nos estilos de vida	6
	Aumento da morbilidade e da mortalidade	7
	Cheias	5
	Danos em edifícios	129
	Danos em equipamentos	6
	Danos em estruturas	12
	Danos em infraestruturas energéticas e de comunicações	7
	Derrocadas	2
	Deslizamento de vertentes	5
	Inundações	85
Total dos eventos climáticos que tiveram importância alta (n.º)	Agitação marítima	11
	Incêndio rural/florestal	0
	Instabilidade de vertentes/arribas	1
	Precipitação intensa	28
	Precipitação intensa e vento forte	1
	Temperaturas baixas/ondas de frio	0
	Temperaturas elevadas/ondas de calor	4
	Tempestade/tornados	2
	Vento forte	8
	Agitação marítima	0



Variáveis	Detalhe das Variáveis	Resultados
Total dos eventos climáticos que tiveram eficácia de resposta alta (n.º)	Incêndio rural/florestal	0
	Instabilidade de vertentes/arribas	0
	Precipitação intensa	14
	Precipitação intensa e vento forte	0
	Temperaturas baixas/ondas de frio	1
	Temperaturas elevadas/ondas de calor	0
	Tempestade/tornados	0
	Vento forte	1
Total dos eventos climáticos, com importância alta e moderada, que tiveram eficácia de resposta baixa (n.º)	Agitação marítima	3
	Incêndio rural/florestal	0
	Instabilidade de vertentes/arribas	0
	Precipitação intensa	7
	Precipitação intensa e vento forte	0
	Temperaturas baixas/ondas de frio	0
	Temperaturas elevadas/ondas de calor	0
	Tempestade/tornados	1
Vento forte	0	

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Apesar de existirem 16 Parques e Zonas Industriais e várias parcelas autónomas – ocupadas predominantemente por unidades industriais de pequena e média dimensão – sensíveis a estímulos climáticos, designadamente a cheias rápidas e a cheias progressivas, não foram sinalizados impactes relevantes nas atividades do subsector da indústria resultantes de eventos meteorológicos extremos. Observaram-se apenas três episódios de precipitação intensa, dos quais dois no município de Cascais (em 2011 e 2012) e um no município do Montijo (2014), que resultaram em inundações de algumas unidades localizadas em zonas ou em parcelas industriais, com constrangimentos para estes estabelecimentos industriais (o evento no Montijo ocorreu numa área sinalizada como sensível a cheias rápidas). Em 2009, uma tempestade provocou danos consideráveis em várias unidades instaladas no Parque Industrial do Seixal (PIS), designadamente nas fachadas e nas coberturas.

Verificou-se, porém, que a ocorrência de alguns episódios de precipitação intensa afetou infraestruturas rodoviárias importantes para o acesso a unidades industriais, com repercussões económicas negativas para o sector.

Ocorreram impactes relevantes em estabelecimentos comerciais e de serviços localizados em meio urbano, pelos danos causados por inundações resultantes de cheias rápidas e cheias progressivas

e pela queda de materiais de revestimento e de estruturas em edifícios, que resultaram de tempestades e vento forte.

Como referido na análise da sensibilidade, a localização das atividades comerciais e de serviços em meio urbano e de zonas comerciais e de espaços empresariais em áreas sensíveis aos riscos climáticos – designadamente cheias – constituem as situações mais problemáticas associadas às alterações climáticas neste subsector, sendo por isso uma vulnerabilidade comum às diversas centralidades terciárias existentes no território metropolitano.

Foram sinalizados cerca de 180 impactes resultantes de eventos extremos, principalmente de precipitação intensa (65%), que afetaram atividades de comércio em pisos térreos – e por vezes, subterrâneos –, pelas inundações causadas. Estes impactes ocorreram em todos os municípios metropolitanos, com a exceção de Alcochete. As 39 áreas urbanas – anteriormente identificadas – que configuram alguma sensibilidade à potencial ocorrência de cheias rápidas constituem, de um modo geral, aquelas onde foram observados mais danos causados pelos eventos meteorológicos extremos ocorridos desde 2000 (no município de Lisboa, sobretudo na Baixa Pombalina, no município de Loures, na zona baixa de Sacavém e na Praça da República, no município de Cascais, ao longo da marginal e em Setúbal, no centro da cidade). Os impactes causados por tempestades (22%) foram sobretudo de danos em edifícios (unidades comerciais e de serviços), nalguns casos bastantes consideráveis e ocorreram com maior relevância no município de Lisboa. A agitação marítima provocou danos em estabelecimentos comerciais, principalmente ligados à restauração e a estruturas de apoio de praia, ao longo da costa do município de Almada (Costa da Caparica), município de Mafra (Ericeira) e municípios Cascais e Oeiras (EN 6 – Av. Marginal).

As unidades comerciais de média e grande dimensão e as áreas de localização empresarial metropolitanas foram menos afetadas, destacando-se alguns eventos de precipitação intensa e de vento forte impactantes para estas estruturas e para as infraestruturas rodoviárias que permitem o respetivo acesso, designadamente nos municípios de Lisboa, Cascais, Setúbal e Barreiro.

As principais consequências destes eventos verificaram-se no encerramento temporário dos estabelecimentos comerciais e de serviços afetados por esses impactes (com danos mais gravosos nos municípios de Lisboa, Loures e Cascais), com efeitos negativos para a atividade económica, bem como para a qualidade de vida dos cidadãos.

No domínio do turismo, os eventos meteorológicos extremos ocorridos geraram impactes com consequências diferenciadas. Destacam-se 11 episódios associados a precipitação excessiva e oito à agitação marítima, dos quais resultaram danos em unidades hoteleiras e em espaços e edifícios afetos a atividades turísticas e de lazer, condicionando, também, as práticas turísticas. O património histórico e cultural – designadamente o edificado – e os equipamentos culturais foram igualmente afetados.

Destes eventos destacam-se, em termos de precipitação excessiva gerando inundações, os ocorridos em unidades hoteleiras no município de Lisboa (principalmente, tal como nos danos causados nas atividades comerciais e de serviços, na Baixa Pombalina) e no município de Cascais,

em áreas sinalizadas como sensíveis a estímulos climáticos. Quanto ao património edificado, a precipitação intensa e o vento forte observados em 3 de novembro de 2017 resultaram na perda de estabilidade da muralha do Castelo de Palmela (monumento nacional), sendo este o evento de maior relevância para o património histórico e cultural.

Associados a situações de agitação marítima, relevam-se: os danos em infraestruturas de apoio à atividade turística, principalmente nas freguesias de Ericeira (Mafra) e da Costa da Caparica (Almada), - afetando também, neste último caso, o Parque de Campismo do Clube de Campismo do Concelho de Almada, condicionando as atividades aí realizadas; a erosão costeira e dunar provocada, com consequências posteriores para as práticas turísticas relacionadas com o produto Sol e Mar (embora os eventos tenham ocorrido maioritariamente no Inverno, os reflexos do processo de erosão são mais evidentes na época balnear).

Na sequência de temperaturas elevadas e níveis de humidade reduzidos, observaram-se vários incêndios rurais e florestais, dos quais deve ser destacado o ocorrido em 5 de julho de 2005 no município de Mafra, particularmente impactante para a Tapada de Mafra, consumida pelas chamas em 84% da sua superfície. Apesar de não registarem danos materiais significativos, resultaram em perda de património florestal com relevância para alguns produtos turísticos, designadamente os associados ao usufruto da natureza e da paisagem. Alguns destes incêndios levaram ao corte de estradas, provocando, assim, constrangimentos no acesso a unidades hoteleiras e ao desenvolvimento de práticas turísticas.

Por outro lado, diversos estudos que analisaram as alterações climáticas globais e os efeitos na saúde relacionados com a poluição do ar indicam que os impactes mais preocupantes são, sobretudo, os que estão associados à exposição ao ozono troposférico (O_3) e aos agentes aerobiológicos (pólenes, entre outros). A presença de poluentes atmosféricos como o dióxido de azoto (NO_2), partículas (PM_{10}) e ozono têm um efeito sinérgico de alergia respiratória com os pólenes, onde as pessoas que frequentam áreas urbanas são mais afetadas por este tipo de alergias respiratórias. Os episódios de temperatura elevada e de ondas de calor, como os que ocorreram no território metropolitano nos anos de 2003, 2015, 2016 e 2018, resultam num aumento de alergias e de problemas respiratórios, com efeitos negativos para turismo, considerando a importância crescente – pelo contínuo aumento de turistas – que produtos como o Turismo Cultural-Urbano, o *Touring* e *City-breaks* e a grande importância que as atividades ao ar livre desempenham neste âmbito, designadamente para os turistas de grupos de risco (alérgicos, crianças e idosos).

Para além dos impactes negativos no património que podem resultar da ocorrência de eventos extremos e repentinos – sobretudo, como verificado, de precipitação excessiva, tempestades ou vento forte – as mudanças climáticas graduais, menos evidentes, provocando alterações na amplitude dos ciclos de humidade ou da temperatura, apresentam refletem-se também no património histórico e cultural, designadamente em edifícios históricos com fragilidades estruturais. Como assinalado anteriormente, o território metropolitano possui um vasto e diversificado património histórico-cultural, com 105 monumentos nacionais e 439 imóveis de interesse público, entre outros, na sua maioria centenários e com algumas fragilidades estruturais.

A caracterização das condições climáticas atuais e da evolução recente do clima no território metropolitano (período 1971-2016) permitiu verificar alterações na amplitude dos ciclos de temperatura, designadamente através de um expressivo aumento da temperatura do ar, patente tanto no comportamento das temperaturas máximas como igualmente, e de modo ainda mais notório, das temperaturas mínimas.

Tabela 31. Apresentação dos principais eventos com impacto no sector 'Economia'

Tipologia de Evento	Detalhes	Impactes	Consequências
Precipitação Excessiva (2001, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2014, 2015, 2016, 2017)	Períodos de precipitação intensa durante várias horas	<ul style="list-style-type: none"> – Cheias e inundações (danos em estabelecimentos comerciais e de serviços; em indústrias; em espaços de lazer e turismo) – Cheias e inundações (danos/cortes em infraestruturas de apoio à atividade económica: estradas) – Aluimentos e deslizamentos de terras (danos em edifícios) – Alterações nos estilos de vida 	<ul style="list-style-type: none"> – Condicionamento do acesso dos cidadãos a bens e serviços – Encerramento temporário de estabelecimentos comerciais e de serviços – Condicionamento da prática de atividades turísticas e de lazer
Agitação marítima (2003, 2004, 2007, 2014, 2016)	Galgamento costeiro	<ul style="list-style-type: none"> – Inundações (danos em estabelecimentos comerciais; em espaços de lazer e turismo) – Alterações nos estilos de vida 	<ul style="list-style-type: none"> – Condicionamento do acesso dos cidadãos a bens – Encerramento temporário de estabelecimentos comerciais – Condicionamento da prática de atividades turísticas e de lazer
Tempestades/Ventos Fortes (2004, 2010, 2013, 2015, 2017, 2018)	Episódios de ventos fortes em meio urbano Minitornados	<ul style="list-style-type: none"> – Danos em edifícios (unidades comerciais e de serviços) – Alterações nos estilos de vida – Danos na vegetação (em espaços de referência para lazer e turismo) 	<ul style="list-style-type: none"> – Condicionamento do acesso dos cidadãos a bens e serviços – Encerramento temporário de estabelecimentos comerciais e de serviços
Temperaturas elevadas/ondas de calor (2003, 2015, 2016, 2018)	Temperaturas registadas bastante superiores à média da temperatura máxima média	<ul style="list-style-type: none"> – Alterações nos estilos de vida 	<ul style="list-style-type: none"> – Condicionamento do acesso dos cidadãos a bens e serviços – Encerramento temporário de estabelecimentos comerciais e de serviços – Condicionamento da prática de atividades turísticas e de lazer

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Da análise efetuada, os eventos de precipitação excessiva apresentam-se como os que contribuem em maior escala para a vulnerabilidade do território metropolitano no sector da Economia, considerando a sua frequência nos dois últimos decénios, os impactes provocados e as respetivas consequências. A agitação marítima teve consequências em quatro municípios costeiros (Almada, Cascais, Mafra e Sintra) para as atividades de comércio e para a prática de atividades turísticas e de lazer. As tempestades e episódios de vento forte foram igualmente impactantes, principalmente em meio urbano. Os eventos de temperatura elevada e de ondas de calor tiveram consequências sobretudo no condicionamento do acesso dos cidadãos a bens e serviços, pela redução da mobilidade provocada pelos incêndios e na saúde dos turistas, pela redução da qualidade do ar (condicionando a prática de atividades turísticas e de lazer, em períodos de elevadas temperaturas).

Uma leitura territorial dos impactes atuais relevantes para o sector permite verificar que os que resultam dos eventos meteorológicos extremos de precipitação excessiva e das tempestades e ventos fortes encontram-se dispersos pelo território metropolitano, apresentando consequências mais gravosas nas unidades morfoclimáticas “Planícies de Lisboa” e nos “Vales e Depressões”. Os episódios de temperatura elevada e de ondas de calor, pelas características do território metropolitano, evidenciam um padrão espacial homogéneo, com maior vulnerabilidade das unidades morfoclimáticas do Sul do Tejo e nas “Planícies de Lisboa” e no “Vale do Tejo”.

7.5. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Futuras

A análise das projeções climáticas baseadas nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 permitiu identificar quais as principais anomalias das diferentes variáveis climáticas projetadas para os períodos 2041-2070 e 2071-2100.

Presentemente, os principais impactes observados no sector estão associados a eventos meteorológicos de precipitação intensa e de vento forte e tempestades (85% das ocorrências registadas desde 2000) e, com menor relevância, de agitação marítima e de temperatura elevada ou em ondas de calor (9%). Estas tipologias de eventos meteorológicos extremos estiveram na origem de cheias rápidas e progressivas, inundações urbanas, aluimentos e deslizamentos de terras, erosão costeira e dunar e incêndios rurais e florestais, que se observaram em todo o território metropolitano, mas com consequências económicas mais relevantes nas áreas caracterizadas por uma maior exposição aos riscos, como observado na sensibilidade aos estímulos climáticos. Para estas tipologias de eventos, a cenarização climática projeta:

- Aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa (>20mm), de +1 a +2 dias (2041-2070);
- Alterações pouco significativas no que se refere ao comportamento futuro do vento (velocidade média, a 10 metros), ainda que seja esperado um aumento de eventos meteorológicos extremos de vento forte e de tempestades;
- Aumento da frequência e da persistência de ondas de calor, com maior expressão nos vales do Tejo e do Sado, de +9 a +10 dias (2041-2070), a +12 a +23 dias (2071-2100, no cenário RCP 8.5);
- Aumento da frequência dos dias muito quentes, mais acentuado no interior do território metropolitano (agravamento do gradiente térmico litoral-interior), mais vincado no verão, de +13 dias (2041-2070) a +35 dias (2071-2100, no cenário RCP 8.5);
- Agravamento generalizado do desconforto térmico pelo calor, de +24 a +33 dias (2041-2070), a +25 a +66 dias (2071-2100);
- Aumento da frequência de noites tropicais, de +6 a +12 dias (2041-2070), a +34 dias (2071-2100, no cenário RCP 8.5);
- Diminuição generalizada da precipitação anual, de -5% a -6% (2041-2070); a -4% (RCP 4.5) a -17% (RCP 8.5) (2070-2100), resultando no alargamento e acentuação da estação seca no regime pluviométrico anual.

Considerando o histórico de eventos registados e as projeções resultantes da cenarização climática, são esperados impactes – negativos (ameaças) e positivos (oportunidades) – no sector da Economia com implicações na vulnerabilidade do território metropolitano, que estão sintetizados na (Tabela 32).

O aumento da frequência de dias com precipitação intensa e muito intensa e dos eventos meteorológicos extremos de vento forte e tempestade deverá resultar numa maior ocorrência e na intensificação dos impactes observados, nos últimos anos, nas unidades industriais e, em particular, em estabelecimentos comerciais e de serviços, principalmente nos situados em meio urbano, pelos danos causados pelas inundações resultantes de cheias rápidas e cheias progressivas e pela queda de materiais de revestimento e de estruturas em edifícios. Terão efeitos negativos para a atividade económica (encerramento temporário destes estabelecimentos), bem como para a qualidade de vida dos cidadãos (condicionamento do acesso a bens e serviços).

Este agravamento deverá ser também mais impactante para as unidades hoteleiras e edifícios afetos a atividades turísticas e de lazer, condicionando estas práticas, num contexto em que é previsível – no curto e médio prazo, pelo menos –, a continuidade do significativo crescimento do número de estabelecimentos hoteleiros e da capacidade de alojamento, respondendo ao aumento da procura no território metropolitano, refletindo o bom momento do turismo nacional.

O vasto e diversificado património histórico-cultural do território metropolitano deverá ser também afetado pelas alterações climáticas cenarizadas. A ocorrência de eventos extremos e repentinos, designadamente de precipitação intensa e muito intensa e de vento forte e tempestades deverá resultar em impactes físicos diretos sobre o património edificado e equipamentos culturais com interesse turístico em zonas sensíveis em meio urbano, em todos os municípios metropolitanos. As alterações previstas na amplitude do ciclo da temperatura e os episódios de temperaturas elevadas e de dias em ondas de calor, principalmente no cenário RCP 8.5 e no período 2071-2100, deverão ter também consequências negativas no património edificado. Os edifícios históricos com fragilidades estruturais deverão ser particularmente afetados, relevando-se, neste contexto, as implicações nos centros históricos.

Globalmente, a maior ocorrência e intensidade de fenómenos meteorológicos extremos, de precipitação intensa e muito intensa, de episódios de vento forte e de temperaturas elevadas e de dias em ondas de calor, poderá ter reflexos na procura turística, com impactes negativos para a oferta, sobretudo no cenário RCP 8.5 e no período 2071-2100. Com efeito, o aumento das temperaturas médias e máximas e da magnitude e intensidade de ondas de calor no período estival (junho a setembro) deverá ser impactante para produtos turísticos relevantes que são mais sensíveis a estas variações (*city-breaks*, turismo cultural-urbano, *touring*, turismo de natureza), que poderão perder importância, diminuindo a procura. Esta diminuição poderá ocorrer sobretudo em mercados emissores muito sensíveis a alterações do clima, sobretudo da temperatura média do ar, com reflexo no conforto térmico exterior, como os do norte e do centro da Europa.

Contudo, o aumento da temperatura média do ar fora do período estival, em particular na primavera e no outono, poderá constituir uma oportunidade para o crescimento de produtos turísticos como o turismo multiativo ou o turismo de natureza nestas estações do ano.

As alterações climáticas previstas no território metropolitano deverão ter impactes potenciais – negativos e positivos – em outros sectores com relevância para a Economia.

Na agricultura e florestas, as alterações nos padrões sazonais de precipitação e da temperatura poderão resultar na diminuição da área semeada em períodos de seca, designadamente nos municípios localizados na URCH “Vales do Tejo e do Sado”. Estes impactes potenciais deverão resultar em transformações no mosaico paisagístico agrícola, com reflexos para as atividades de turismo de natureza e de *touring*.

Ao nível da Biodiversidade e paisagem, os recursos naturais constituem um património natural importante em algumas áreas do território metropolitano, destacando-se as Serras da Arrábida e de Sintra. Estes recursos são particularmente relevantes para os produtos associados às atividades de turismo de natureza e de *touring*, que têm registado um crescimento nos últimos anos, beneficiando do aumento generalizado da procura turística no território metropolitano, anteriormente referido. Os impactes causados por alguns eventos meteorológicos extremos ou pelas mudanças climáticas graduais, menos evidentes, designadamente o aumento médio da temperatura, bem como as mudanças nos padrões sazonais de precipitação e da temperatura, poderão contribuir para alterações no mosaico paisagístico natural. Estas alterações, caracterizadas pelo acréscimo da área de algumas espécies invasoras, bem como pela redução ou mesmo extinção de plantas herbáceas e de arbóreas nativas, exerce pressão adicional ao restabelecimento da biodiversidade e contribui para a sua degradação e a dos recursos naturais. Estas mudanças, potencialmente impactantes em todas as URCH em que a floresta é a ocupação do solo dominante, poderão ter reflexos em produtos turísticos específicos, destacando-se os associados às atividades de turismo de natureza e ao *touring*. Paralelamente, pode resultar como uma oportunidade o aumento das áreas de matos esclerofilos mediterrânicos, muito atrativos para os turistas do centro e norte da Europa.

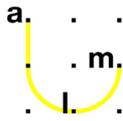
Para a Saúde, os efeitos potenciados pelas alterações climáticas globais relacionados com a poluição do ar (aumento de poluentes atmosféricos, como o dióxido de azoto - NO₂, partículas - PM₁₀ e ozono) e pelo aumento da frequência de incêndios rurais e florestais (com maior produção de partículas e de outros elementos potencialmente perigosos), resultarão na degradação da sua qualidade. A degradação da qualidade do ar contribuirá para um aumento de alergias associadas aos pólenes, com potenciais efeitos negativos para as atividades turísticas, considerando os produtos metropolitanos e a relevância que as atividades ao ar livre, principalmente em espaços urbanos, desempenham neste âmbito. Os turistas de grupos de risco (alérgicos, crianças e idosos) serão os potencialmente mais afetados, podendo registar-se um aumento da mortalidade por doenças cardiovasculares e respiratórias, bem como um aumento da morbilidade associada ao desconforto térmico estival.

Assinala-se como um impacte potencialmente positivo a diminuição da mortalidade e morbilidade no inverno, sobretudo na mortalidade associada a doenças do aparelho circulatório e do aparelho respiratório.

O aumento da temperatura previsto em ambos os cenários e em ambos os períodos, sobretudo para 2071-2100, poderá ter também impactes resultantes das doenças transmitidas por vetores, afetando o subsector do turismo. Esse impacte potencial terá efeitos mais negativos nos produtos e nos territórios turísticos com maior procura, pelo efeito de escala.

Tabela 32. Síntese de principais impactes futuros para o sector 'Economia'

Impactes positivos diretos (oportunidades)	Impactes negativos diretos (ameaças)
<ul style="list-style-type: none"> – Potencial aumento da relevância de produtos turísticos na matriz turística metropolitana (turismo multiativo, turismo de natureza) fora do período estival, em particular na primavera e no outono, resultante do aumento da temperatura média do ar nestes períodos do ano 	<ul style="list-style-type: none"> – Maior ocorrência e intensificação dos danos em parques, áreas e parcelas industriais, resultante do aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa, de eventos meteorológicos extremos de vento forte e de tempestades e da magnitude e intensidade de ondas de calor – Maior ocorrência e intensificação dos danos em estabelecimentos comerciais e de serviços, resultante do aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa, de eventos meteorológicos extremos de vento forte e de tempestades e da magnitude e intensidade de ondas de calor – Maior ocorrência e intensificação dos danos em unidades hoteleiras e em edifícios afetos a atividades turísticas e de lazer, resultante do aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa, de eventos meteorológicos extremos de vento forte e de tempestades e da magnitude e intensidade de ondas de calor – Maior ocorrência e intensificação dos danos nos elementos do património histórico-cultural, em particular no património edificado e equipamentos culturais, resultante do aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa, de eventos meteorológicos extremos de vento forte e de tempestades e das alterações na amplitude dos ciclos de temperatura – Potencial redução da importância de produtos turísticos relevantes para o território metropolitano (<i>city-breaks</i>, turismo cultural-urbano, <i>touring</i>, turismo de natureza), resultante do aumento das temperaturas médias e máximas em período estival e da magnitude e intensidade de ondas de calor
Impactes positivos indiretos (oportunidades)	Impactes negativos indiretos (ameaças)
<ul style="list-style-type: none"> – Alterações na biodiversidade e na paisagem com interesse turístico, em particular pelo aumento das áreas de matos esclerofilos mediterrânicos, atrativos para os turistas do centro e norte da Europa, resultante das alterações nos padrões de precipitação e do aumento da temperatura média do ar na primavera e no outono – Diminuição da mortalidade e morbidade no inverno, designadamente na mortalidade associada a doenças do aparelho circulatório e do aparelho respiratório, resultante do aumento da temperatura média neste período do ano 	<ul style="list-style-type: none"> – Alterações no mosaico paisagístico agrícola com interesse turístico, resultante da diminuição generalizada da precipitação anual e do alargamento e acentuação da estação seca no regime pluviométrico anual – Alterações na biodiversidade e na paisagem com interesse turístico, em particular com a diminuição ou mesmo extinção da vegetação e flora em limite de distribuição ou reliquiais, resultante da diminuição generalizada da precipitação anual e do alargamento e acentuação da estação seca no regime pluviométrico anual – Aumento da mortalidade de turistas por doenças cardiovasculares e respiratórias, resultante do aumento da magnitude e intensidade de ondas de calor – Aumento da morbidade associada ao desconforto térmico estival na população não climatizada (turistas), resultante do aumento da magnitude e intensidade de ondas de calor – Aumento das doenças transmitidas por vetores, com possível introdução do vetor do Dengue, aumento do risco de infeções por Leishmania e de infeções transmitidas por carraças, como a Encefalite e Doença de Lyme, resultante do aumento da temperatura média do ar – Aumento da frequência de incêndios rurais e florestais, com aumento de produção de partículas e de outros elementos potencialmente perigosos para os turistas, resultante do aumento da magnitude e intensidade de ondas de calor – Maior ocorrência e intensificação dos danos em infraestruturas de transporte que servem os parques, as áreas e as parcelas industriais, designadamente



	<p>rodoviárias, resultante do aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa e de eventos meteorológicos extremos de vento forte e de tempestades</p> <ul style="list-style-type: none">– Maior ocorrência de falhas de fornecimento de energia elétrica a estabelecimentos comerciais e de serviços e a unidades hoteleiras e edifícios afetos a atividades turísticas e de lazer, resultante do aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa, de eventos meteorológicos extremos de vento forte e de tempestades e da magnitude e intensidade de ondas de calor– Intensificação da erosão e do recuo das arribas, praias e dunas, sapais e locais a descoberto durante a maré baixa com interesse turístico, resultante do aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa e de eventos meteorológicos extremos de vento forte e de tempestades e da subida do nível do mar
--	---

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Nos Transportes, a maior frequência de eventos meteorológicos extremos, sobretudo de precipitação intensa e muito intensa, deverá ter consequências nas infraestruturas de transporte que servem os parques, as áreas e as parcelas industriais, principalmente as rodoviárias. Estas consequências serão visíveis nas perdas económicas crescentes para o sector, pelo encerramento temporário – mais frequente – de unidades industriais.

No sector da Energia e da segurança energética, a maior ocorrência de fenómenos meteorológicos extremos, sobretudo os ventos fortes e as tempestades, irão contribuir para um aumento das consequências negativas resultantes da falha de fornecimento de energia elétrica a estabelecimentos comerciais e de serviços e a unidades hoteleiras e edifícios afetos a atividades turísticas e de lazer.

Nas Zonas costeiras, os eventos meteorológicos extremos, sobretudo de vento forte e de tempestades, potenciarão as situações de agitação marítima, intensificando a erosão e o recuo das arribas, praias e dunas e sapais. As consequências destes eventos para as atividades turísticas poderão ser significativas, designadamente nos municípios na linha de costa atlântica, pelas unidades hoteleiras, estabelecimentos comerciais e infraestruturas de apoio à atividade turística aí localizadas e potencialmente em risco, como analisado nos capítulos de sensibilidade sectorial aos estímulos climáticos e impactes e vulnerabilidades climáticas atuais. Ainda que estes eventos ocorram maioritariamente no inverno, os reflexos do processo de erosão são mais evidentes na época balnear, condicionando as práticas turísticas relacionadas com o produto Sol e Mar.

Acresce ainda, no contexto do sector das Zonas costeiras e mar e com relevância para a Economia, a subida média do nível do mar. O 5.º Relatório de Avaliação do IPCC enfatiza uma subida de cerca de 19 cm no decurso do século XX e primeira década do século XXI, como consequência da expansão térmica das águas e da fusão dos gelos. No litoral português, os registos maregráficos indicam uma subida do nível do mar de 2,1mm/ano no período 1977-2000, que se agravou para 3,0mm/ano no período 2000-2015. Até 2100, no cenário mais pessimista, a subida do nível do mar pode chegar a mais de 80 cm, num quadro em que os oceanos continuarão a aquecer e acidificar-se. Neste contexto, a subida do nível do mar que se projeta para os próximos decénios, associada

à reduzida disponibilidade de sedimentos na faixa litoral, promovem também a erosão e os galgamentos costeiros, que se tenderão a agravar, com as consequências para as atividades de comércio e turísticas anteriormente descritas.

Considerando a leitura realizada ao nível dos impactes esperados, a matriz de avaliação do risco climático produzida para o sector da Economia, apresentada na Tabela 33, representa a avaliação da evolução dos riscos climáticos no território metropolitano, que apoiará a definição de prioridades no que respeita às necessidades de adaptação.

Para além dos impactes potenciais – negativos e positivos – para o território metropolitano resultantes das alterações climáticas previstas, é igualmente relevante considerar os fatores não climáticos. Pela sua importância, a evolução e interação com os fatores climáticos referidos significam maiores ou menores vulnerabilidades face às alterações do clima no território metropolitano, com implicações na gestão de risco, ao nível da capacidade de resposta e das medidas de adaptação a implementar.

Tabela 33. Matriz de avaliação do risco climático sectorial ‘Economia’

Riscos Climáticos	Nível do Risco			Tendência do Risco
	Presente (até 2040)	Médio Prazo (2041/2070)	Longo Prazo (2071/2100)	
A. Precipitação intensa	4	6	9	↑
B. Redução da precipitação	4	6	6	↑
C. Alteração na escala sazonal da precipitação	2	4	6	↑
D. Secas	4	4	6	↑
E. Temperaturas elevadas/ondas de calor	4	6	9	↑
F. Alteração na escala sazonal da temperatura	2	4	6	↑
G. Nível médio das águas do mar	4	6	9	↑
H. Temperaturas baixas/ondas de frio	2	1	1	↓
I. Gelo/geada/neve	2	1	1	↓
J. Granizo	1	1	1	→
K. Ventos fortes	4	4	4	↑
L. Tempestades/tornados/trovoadas	4	6	6	↑

Legenda:

Nível de risco:  Baixo Moderado Alto

↑ Aumento do Risco → Manutenção do Risco ↓ Diminuição do Risco

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Os fatores não climáticos relevantes para o sector da Economia estão associados à:

- **Dimensão económica**, relacionada com flutuações da situação económico-financeira nacional e regional observadas nos últimos anos – que se poderão repetir no futuro –, bem como, noutra prisma, das diferenças existentes ao nível da riqueza produzida pelas empresas dos vários subsectores. Em ambos os casos, terão impacto no que se refere à capacidade adaptativa (capacidade financeira das empresas em investir uma parte da riqueza criada em medidas de proteção e de adaptação);
- **Dimensão social**, na resistência à mudança ao nível da prevenção e da adaptação, sobretudo em estabelecimentos de comércio e de serviços por parte de alguns proprietários, não permitindo a adoção ou minimizando a importância e o efeito das medidas de adaptação mais eficazes para diminuir a vulnerabilidade;
- **Dimensão demográfica**, relacionadas com a atividade turística, que tem registado um elevado aumento da procura, resultando numa crescente população flutuante (turistas) no território metropolitano, com maior evidência nos meses de verão, refletindo-se na escala da vulnerabilidade regional, em particular nos municípios onde essa procura é mais concentrada;
- **Dimensão geofísica**, associadas a fenómenos como sismos e *tsunamis*, considerando que o território metropolitano se situa na zona de maior intensidade sísmica de Portugal continental (intensidade Mercalli modificada X a VIII), com risco sísmico bastante elevado. Reflete-se numa igualmente elevada exposição e vulnerabilidade dos elementos em risco, associada à grande concentração de infraestruturas e de atividades económicas. Ainda que importante, não são esperadas interações deste tipo de risco com os riscos climáticos relacionados com as alterações climáticas, dado o carácter de independência mútua que os caracteriza. A geração de *tsunamis* (maremotos) associados a eventos sísmicos com epicentro no mar, mas também a movimentos de vertente e erupções vulcânicas submarinas, pode ter consequências devastadoras nas áreas costeiras para as atividades económicas, refletindo-se na escala da vulnerabilidade regional. Releve-se, também, que o impacto de um *tsunami* na faixa litoral e nos estuários metropolitanos será potenciado no contexto de subida generalizada no nível médio do mar;
- **Dimensão industrial**, associada a potenciais acidentes tecnológicos, considerando que o território metropolitano é a região do país com a maior concentração de estabelecimento industriais com potencial para gerar acidentes graves envolvendo substâncias perigosas, sendo de destacar os estabelecimentos de produtos químicos e de combustíveis (33, atualmente). Adicionalmente, o território metropolitano é atravessado pelo oleoduto que liga a refinaria de Sines ao Parque de Combustíveis de Aveiras de Cima, contendo também vários atravessamentos do gasoduto em alta pressão. Esta dimensão aumenta a vulnerabilidade regional, pois a interação entre riscos climáticos e risco tecnológico associado aos estabelecimentos industriais que manuseiam ou armazenam substâncias perigosas é possível, podendo alargar-se ao transporte de substâncias perigosas em infraestruturas fixas. Admite-se

a possibilidade de ocorrência de efeitos em cascata, com impacte nos estabelecimentos industriais e com origem em cheias rápidas ou movimentos de massa em vertente decorrentes de eventos de precipitação intensa;

- **Dimensão institucional/política**, no que se refere aos mecanismos de articulação entre serviços e entre distintas entidades nacionais, regionais e locais, refletindo-se na capacidade de resposta.

A evolução do risco para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector da Economia é esquematizada na Figura 69. Consideram-se como prioritários todos os impactes que apresentem valores de risco climático iguais ou superiores a 3 (três), no presente e nos dois períodos futuros considerados (2041-2070; 2071-2100).

A frequência de ocorrência dos riscos climáticos está associada às projeções dos cenários climáticos, enquanto a magnitude das consequências considerou a avaliação dos impactes e vulnerabilidades atuais (histórico observado) e os impactes e vulnerabilidades futuras esperados, considerando as projeções resultantes da cenarização climática.

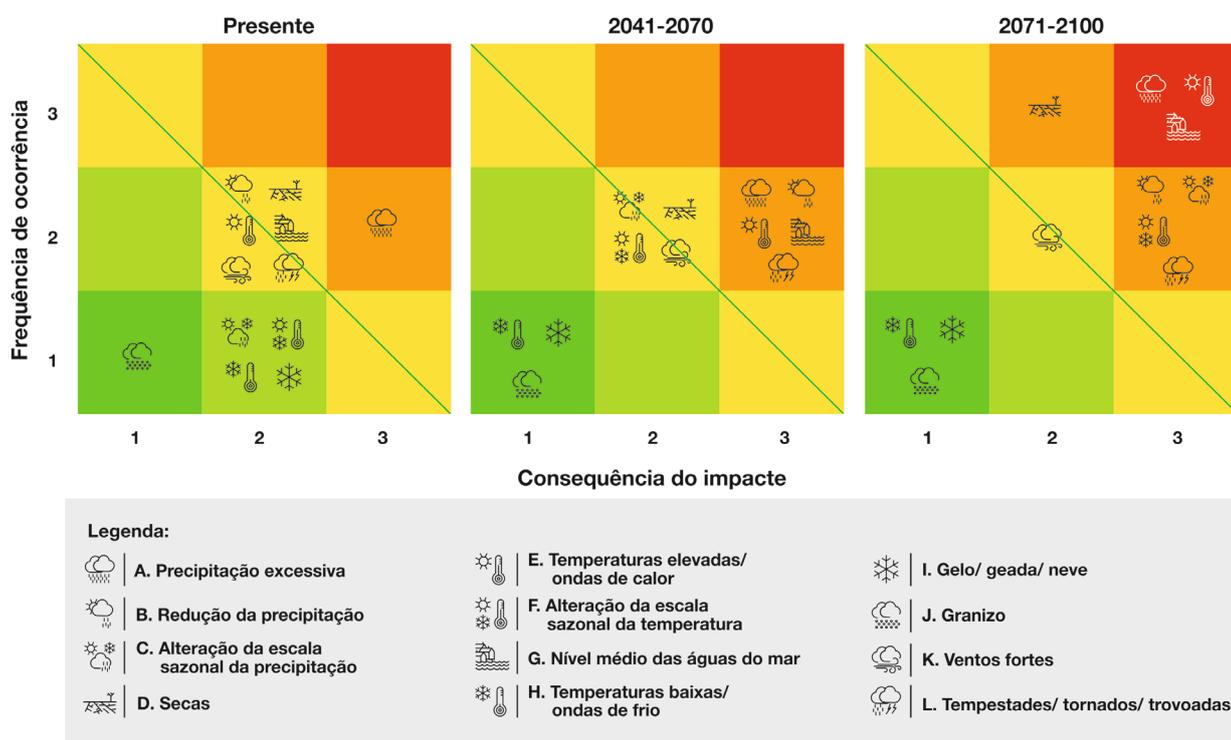
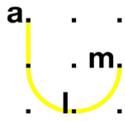


Figura 69. Evolução do risco climático para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector 'Economia'

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Da análise efetuada, conclui-se que os riscos climáticos que apresentam um potencial de aumento mais acentuado e preocupante – logo, os prioritários –, são os relacionados com a precipitação intensa e muito intensa (pelas consequências originadas pelo aumento de episódios de cheias e de inundações) e com o aumento das temperaturas elevadas/ondas de calor. Estes riscos climáticos apresentam, atualmente, uma magnitude de consequências elevada e o risco futuro deverá incrementar por aumento da frequência, designadamente no período 2071-2100.



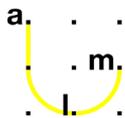
adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 8. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas do Sector Energia e Segurança Energética

Cofinanciado por:





8. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas 'Energia e Segurança Energética'

8.1. Introdução

O território metropolitano encontra-se vulnerável ao aumento da temperatura e ao agravamento da frequência e intensidade dos eventos extremos, com influência, direta ou indireta, sobre os sistemas de produção, transporte e procura de energia, que podem ser persistentes ou discretos (grande potencial de induzir dano num curto espaço de tempo). Quanto aos impactes e vulnerabilidades no sector da energia, na ocorrência de eventos climáticos extremos a segurança energética deverá, no mínimo, assegurar o abastecimento de energia a serviços associados ao sistema de proteção civil nomeadamente telecomunicações e abastecimento de sistemas de emergência.

O distrito de Lisboa²⁰ é responsável por cerca de 18% do consumo de eletricidade nacional, da qual 76% refere-se a consumo de energia nos edifícios. Nos edifícios de habitação e nos edifícios de comércio e serviços a “classe C” de eficiência energética é maioritária (classe inferior à Classe B-, mínimo regulamentar requerido para edifícios novos ou sujeitos a grande reabilitação), indiciando um potencial de melhoria da eficiência energética do parque edificado privado e público, de edifícios de habitação, de comércio e de serviços. A distribuição das necessidades de energia médias de uma habitação, onde atualmente o peso do arrefecimento é pequeno, tenderá a aumentar num contexto de progressivo aumento das temperaturas médias anuais. Por outro lado, as necessidades de aquecimento ambiente tenderão a reduzir-se de uma forma mais acentuada. Acresce que se tornará mais evidente o impacte favorável de medidas passivas (sombreamento, isolamento, etc.) e ativas na adaptação dos edifícios, que têm vindo a ser executadas nos últimos anos, concorrendo para uma maior disseminação e consciencialização sobre a importância e benefícios de adoção deste tipo de medidas.

Nos últimos anos, registaram-se avanços muito significativos em termos da melhoria da eficiência energética e maior aproveitamento/recurso às energias renováveis, aos quais importa dar continuidade. A necessidade de dar cumprimento aos objetivos assumidos e alcançar as metas e compromissos nacionais e europeus nestas dimensões (melhorar em 20% a eficiência energética; produzir 31% da energia primária consumida com base em fontes de energia renováveis

²⁰ A circunscrição territorial do Distrito de Lisboa inclui, para além dos 18 municípios da AML, os municípios de Alenquer, Arruda dos Vinhos, Azambuja, Cadaval, Lourinhã, Sobral de Monte Agraço e Torres Vedras

endógenas), implica que se mantenham estas prioridades no centro das opções de execução de diversas políticas públicas e se assegure a disponibilização de instrumentos de financiamento específicos para lhes dar resposta. A descarbonização da economia, incidindo sobretudo no sector dos transportes, da indústria, da construção e da habitação/residencial, bem como uma forte aposta nas energias renováveis (incluindo *offshore*), permitirá acelerar a transição energética e reduzir a dependência externa e de fontes energéticas fósseis.

No território do Distrito de Lisboa, apenas a central termoelétrica do Carregado²¹ (ciclo combinado de gás natural e vapor com 1176 MW de potência instalada) está em funcionamento já que a central de Setúbal, a fuel, está em processo de descomissionamento tendo injetado energia na rede pela última vez em setembro de 2012.

A produção de eletricidade com base em fontes de energia renováveis assenta fundamentalmente na fonte eólica (383 MW) como contribuinte para o sistema nacional de distribuição de energia elétrica. A potência instalada das centrais solares fotovoltaicas no território metropolitano é de 72,8 MW (sendo de destacar o seu uso na Freguesia de Canha, no município do Montijo, de 18 MW e no MARL, de 6MW), o aproveitamento de biogás em ETAR é de 21,2 MW e na central de tratamento de RSU (Valorsul) de 50,6 MW (Figura 70).

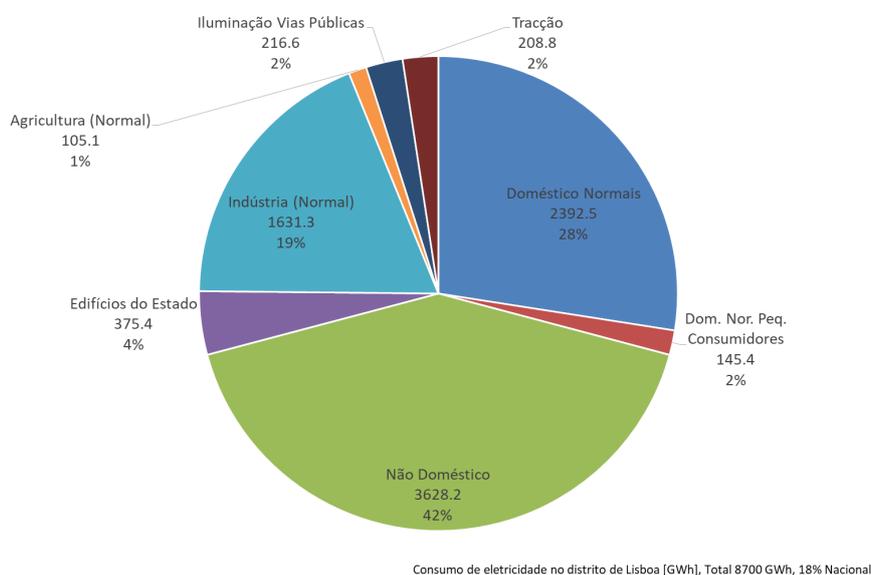


Figura 70. Procura de energia: eletricidade no distrito de Lisboa em 2016

Fonte: DGE (2018)

²¹ Localizada no município de Alenquer, fora da circunscrição territorial da AML.

O potencial de expansão da potência instalada para produção de eletricidade é limitado, dado que as áreas com maior potencial eólico estão ocupadas e as instalações solares requerem áreas de grande dimensão, sendo de esperar apenas a expansão da instalação de pequenas unidades de produção ao nível do edificado. A possibilidade de expansão da capacidade eólica poderá passar pela atualização dos parques existentes através da substituição das turbinas atuais por unidades de maior potência unitária. Uma outra possibilidade reside nas instalações *offshore* (recorrendo necessariamente a turbinas flutuantes dada a natureza da batimetria da região). A área metropolitana apresenta também potencial de aproveitamento de biomassa residual dos pinheiros bravos, pinheiros mansos, eucaliptos e sobreiros. Numa outra perspetiva deverá ser incentivada a instalação de unidades de produção local para autoconsumo (solar fotovoltaico e eólico) o que requer a revisão da legislação em vigor.

A promoção na região de centrais de produção de energia nos edifícios e na indústria poderá atenuar o impacto de falhas nas infraestruturas nacionais e conduzir à redução da dependência energética da área metropolitana e do país. A evolução tecnológica ao nível da mobilidade, das redes elétricas inteligentes e dos edifícios "*nearly zero energy buildings*" (NZEB) traz novos desafios que poderão e deverão ser avaliados/ponderados a uma escala intermunicipal.

Na área metropolitana a mobilidade é assegurada por uma extensa rede de transportes públicos (rodoviários, ferroviários e fluviais), mas o transporte privado continua a ter um peso relevante, com impacto significativo no consumo energético. Nos últimos anos, observa-se uma crescente preocupação com a redução do consumo energético no sector dos transportes, estando em curso diversas políticas, medidas e ações centradas neste objetivo e na diminuição das emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE). A necessidade de reduzir os consumos de energia no sector rodoviário tem levado à implementação de políticas de mobilidade elétrica e de incorporação de biocombustíveis, que se irão manter (e acentuar) no futuro. Contudo, esta transição para a mobilidade elétrica pode colocar uma pressão muito relevante no sector electroprodutor. No médio longo prazo devem ser consideradas outras alternativas sendo a tecnologia das pilhas de combustível a mais estudada e promissora. Implica, no entanto, a construção de unidades produtoras de hidrogénio e a correspondente rede de abastecimento. Releve-se que Portugal ainda se encontra ligeiramente abaixo da obrigação de incorporação de 7,5% de biocombustíveis pelo que se prevê um aumento deste tipo de fonte de energia, no futuro próximo.

Os combustíveis encontram-se armazenados em diversos locais do país, nomeadamente na refinaria de Sines, em Aveiras de Cima (Alenquer) e na refinaria do Porto. No território metropolitano, existe armazenamento de combustíveis na Freguesia UF Caparica e Trafaria e na cidade de Setúbal, o que corresponde apenas a cerca de 8% da capacidade de armazenamento de combustíveis em Portugal. A rede nacional de transporte de gás natural liquefeito apresenta uma abrangência nacional restrita, mas abastece toda a área metropolitana.

A atividade de transporte de energia elétrica integra o desenvolvimento, exploração e manutenção da Rede Nacional de Transporte de Eletricidade (RNT), das suas interligações com outras redes, e

a gestão técnica global do sistema, assegurando a coordenação das instalações de produção e de distribuição, tendo em vista a continuidade e a segurança do abastecimento e o funcionamento integrado e eficiente do sistema. A segurança energética contempla, neste contexto, o abastecimento (a cadeia desde a fonte primária ao consumo). Do lado do abastecimento um indicador essencial é a dependência energética (rácio entre a energia importada e consumida), de 75% em Portugal, que revela a grande vulnerabilidade existente. Este indicador tem, no entanto, vindo a baixar devido à crescente incorporação de fontes renováveis. Dada a infraestrutura energética ser nacional, a gestão da segurança energética é estabelecida em termos nacionais pela DGEG, não se podendo integrar este item no âmbito exclusivo da área metropolitana. Contudo, a promoção na região de centrais de produção de energia nos edifícios e na indústria poderá atenuar o impacto de falhas nas infraestruturas nacionais e conduzir à redução da dependência energética da área metropolitana e do país.

8.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos

A avaliação da sensibilidade aos estímulos climáticos no sector da energia e da segurança energética baseia-se na análise dos registos históricos de eventos climáticos e o seu impacto no sector da energia no território metropolitano, para identificar o grau em que este sector foi afetado por estímulos relacionados com o clima, apesar do diminuto número de respostas ao inquérito enviado a um conjunto alargado de entidades do sector.

Tendencialmente, os estímulos climáticos afetam a procura de energia nos edifícios, quer para arrefecimento nos períodos de onda de calor (energia elétrica), quer para suprimir necessidades de aquecimento em períodos de vagas de frio (um misto de eletricidade e combustíveis). Esta procura é tanto maior quanto pior a qualidade térmica dos edifícios, bem como a períodos quentes/frios esta associada uma maior procura de energia devido à redução do rendimento dos equipamentos de climatização. Na indústria, com os estímulos climáticos, a eficiência de alguns processos industriais é afetada devido ao aumento da temperatura o que conduzirá a um acréscimo do consumo energético nos processos de arrefecimento, assim como existem maiores perdas de energia devido ao aumento da resistência elétrica dos condutores com a temperatura, podendo, em casos extremos, conduzir à interrupção do fornecimento de energia. Na vertente de segurança no abastecimento energético, a eficiência dos sistemas de transporte e distribuição de energia elétrica (subestações e postos de transformação) é afetada pelo aumento da temperatura.

No período 2000-2016, o consumo de energia elétrica total (Figura 71) e por residente (Figura 72) aumentou até 2010, apresentando posteriormente um ligeiro decréscimo devido à conjuntura económica mais adversa e, provavelmente, à alteração de comportamentos e ao uso de equipamentos mais eficientes.

A análise dos registos históricos dos consumos de energia dos municípios metropolitanos no período 2000-2016, revela uma correlação forte do consumo anual de energia elétrica do sector

doméstico com o número de residentes na região e com o poder de compra *per capita*, mas uma correlação fraca e sem significado estatístico (nível de confiança de 5%) para a variação desse consumo com a temperatura média anual nesse período (Figura 73). Esta ausência de correlação dos consumos de energia elétrica do sector doméstico com a temperatura ambiente, pode ser explicado pelo facto de apenas 12,3% das habitações da região estarem dotadas de sistemas de ar condicionado e, portanto, em períodos de maior calor resulta um aumento das condições de desconforto térmico. Os problemas de saúde, devidos ao calor e à desidratação na população mais vulnerável (mais de 65 anos), são apenas alguns dos problemas que se podem equacionar como diretamente decorrentes deste tipo de variações extremas. Também no domínio da economia (afetação na produtividade, retração no consumo geral, embora com eventuais aumentos exponenciais nalguns subsectores, da alimentação aos pequenos eletrodomésticos, limitações na distribuição e no armazenamento de bens perecíveis) existirão outros problemas cuja sistematização e quantificação não existe, mas importaria considerar.

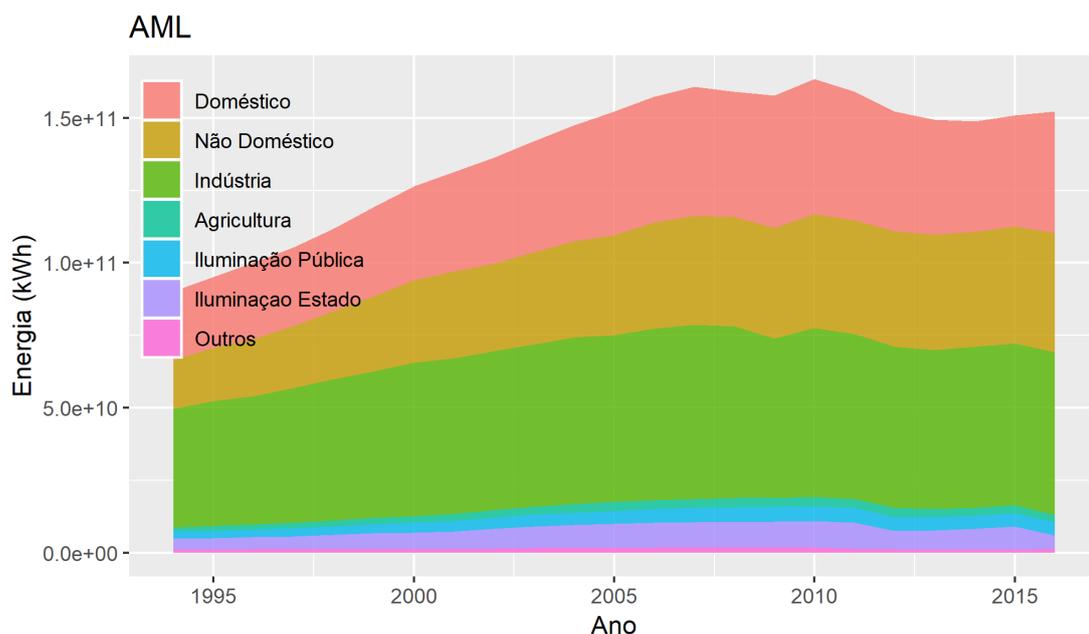


Figura 71. Evolução do consumo de energia elétrica na AML (1994-2016)

Fonte: DGEG, elaboração PMAAC-AML (2018)

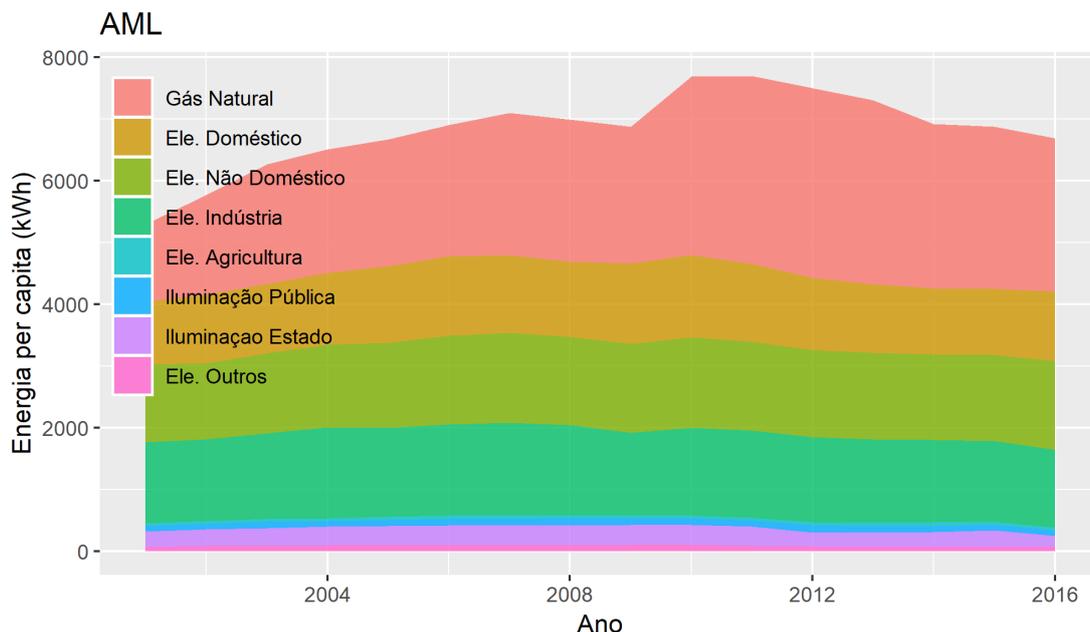


Figura 72. Evolução do consumo de energia *per capita* na AML (2001-2016)

Fonte: DGEG, elaboração PMAAC-AML (2018)

Na área metropolitana o consumo de energia do sector doméstico por residente é de 1116 kWh/residente e inferior (mais eficiente) à média nacional de 1271 kWh/residente (Figura 74). O consumo de energia dos restantes sectores por volume de negócios das empresas na região é cerca de metade da média nacional – portanto, significativamente mais eficiente.

A indústria é o principal consumidor de energia elétrica na área metropolitana (Figura 71 e Figura 72), apresentando os sectores doméstico e não-doméstico um consumo equivalente. O consumo de gás natural é também importante, correspondendo a cerca de metade do consumo de energia elétrica. Na rede elétrica nacional, o dia de pico situa-se no período de inverno (dezembro a fevereiro), sendo de esperar que, devido às alterações climáticas, essa potência de pico seja reduzida no inverno, mas que nos dias mais quentes se registre um ligeiro acréscimo da potência de pico. A água distribuída por residente na região não sofreu alterações significativas com a precipitação (correlação fraca e sem significado estatístico, para nível de significância de 5%), não se identificando um impacto dos estímulos climáticos relevante nas necessidades energéticas neste subsector.

Da análise no período 2000-2016 do indicador de sensibilidade climática “consumos de energia elétrica no sector doméstico por residente”, registam-se variações na área metropolitana entre 750 a 1750 kWh/residente, sendo registados os valores menores nos municípios da Amadora, Odivelas e Vila Franca de Xira e o maior valor em Cascais, evidenciando uma grande variação. Efetivamente, existem municípios com elevados consumos e com potencial de melhorar a sua eficiência energética e outros em que os baixos consumos de energia podem ser reflexo de “pobreza energética” (segundo a definição mais usada, uma pessoa ou família está numa situação de pobreza energética

quando gasta mais de 10% do seu rendimento para manter a sua habitação aquecida). No indicador de sensibilidade “consumo total de gás natural por residente”, os municípios com mais indústria apresentam valores maiores que chegam a 15.000 kWh/residente, face à média da área metropolitana de 2.500 kWh/residente. No indicador consumo de energia elétrica (excluindo o consumo doméstico) por unidade de volume de negócios, os municípios com mais indústria (Barreiro, Seixal e Setúbal) apresentam valores mais elevados 0,45 kWh/EUR, enquanto nos municípios com mais serviços (Lisboa, Oeiras e Sintra) esses valores são mais baixos 0,025 kWh/EUR. Os municípios com mais indústria estão mais dependentes das energias fósseis e das redes de distribuição, enquanto nos municípios com maior preponderância do sector dos serviços se pode caminhar no sentido da descarbonização e de uma maior autossuficiência energética ao nível dos edifícios, tornando o território menos vulnerável. A desindustrialização e a terciarização da economia a que se assistiu nas últimas duas décadas na área metropolitana podem ter tido como resultado a redução do consumo de energia elétrica (excluindo o consumo doméstico), facto que deve ser tido em conta na projeção das necessidades de consumo futuras, atenta, por conseguinte, a mutação do próprio tecido produtivo metropolitano.

Na produção de energia elétrica, ao aumento da temperatura encontra-se associado um menor rendimento da generalidade dos sistemas de conversão. Contudo, considera-se que, face à integração da região na rede nacional de produção e distribuição de energia, a maior sensibilidade do sector, na área metropolitana, encontra-se relacionada com fenómenos extremos (por exemplo, tempestades e vento forte, cheias, inundações, erosão de solos, deslizamentos e fogos florestais) que podem afetar e interromper o fornecimento de energia e afetar milhares de consumidores.

A avaliação da sensibilidade aos estímulos climáticos no sector da Energia e Segurança Energética, baseou-se no cruzamento das infraestruturas energéticas com os eventos ocorridos e com zonas de risco, para identificar infraestruturas sensíveis aos eventos climáticos. Esta análise foi aplicada às infraestruturas que estão sediadas na região, apesar de se integrarem no sistema nacional de abastecimento energético – linhas de transporte de energia de alta e muito alta tensão (Figura 77), subestações (SE), rede de gás, armazenagem de combustíveis e centros electroprodutores. Na área metropolitana existem diversos elementos da rede de distribuição de energia que se encontram em zonas de risco. As áreas onde se encontram as principais infraestruturas estão assinaladas na Figura 79, cujo cruzamento com as cartas de riscos evidencia a sensibilidade do sector a eventos climáticos.

A nível nacional (DGEG, 2017) salienta-se que em 2014 e 2015 na rede de Alta Tensão se registaram anualmente cerca de 160 interrupções acidentais longas de energia elétrica e outras tantas interrupções acidentais breves; na rede de Média Tensão registaram-se anualmente cerca de 5200 interrupções acidentais longas e cerca de 9300 interrupções acidentais breves, enquanto na rede de Baixa Tensão foram registadas anualmente cerca de 27600 interrupções acidentais.

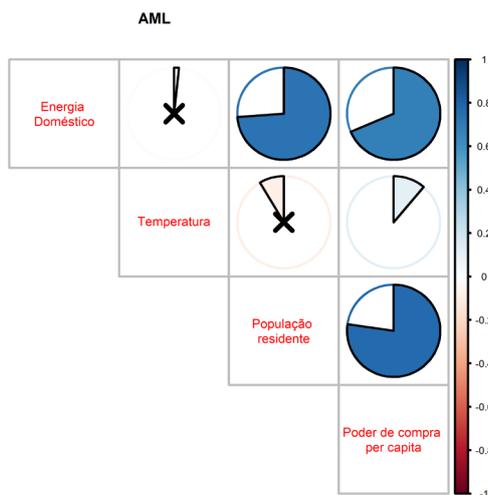


Figura 73. Sensibilidade do consumo de energia elétrica do sector doméstico a fatores climáticos e socioeconómicos (2000-2016)²²

Fonte: Dados INE/DGEG, elaboração PMAAC-AML (2018)

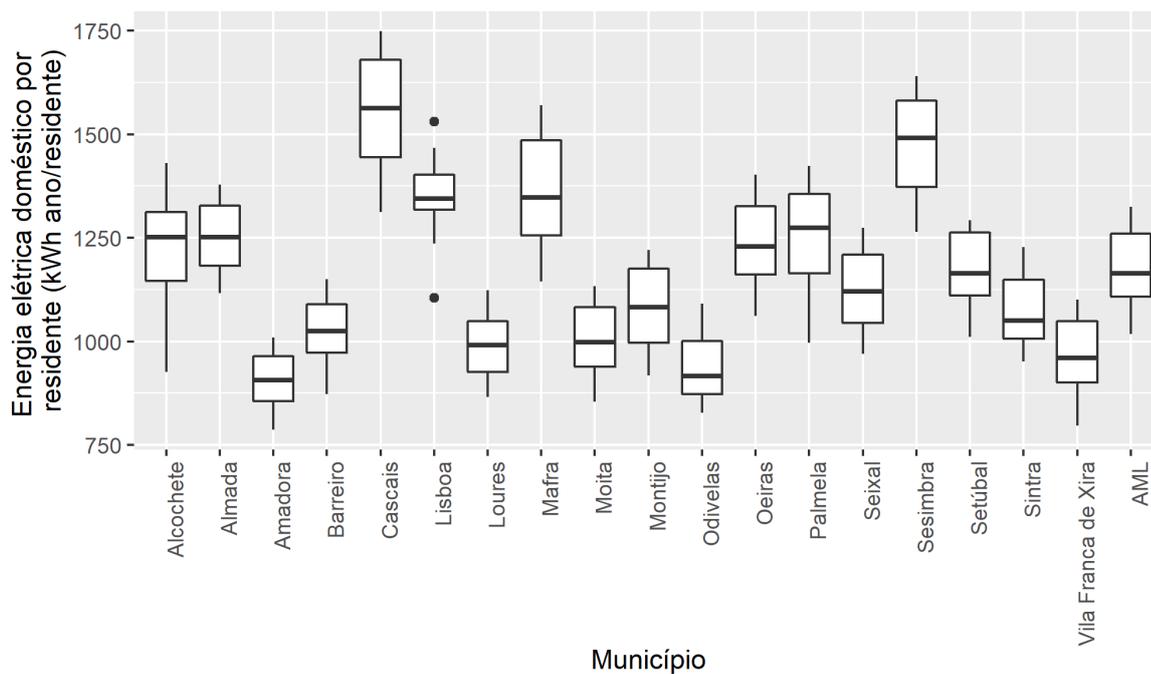


Figura 74. Indicadores de sensibilidade climática: Consumo de energia elétrica no sector doméstico por residente (2000-2016)

Fonte: INE/DGEG, elaboração PMAAC-AML (2018)

²² Barra da direita e dimensão da fatia correspondem ao coeficiente de correlação, o sinal x significa que essa correlação não é estatisticamente significativa, para nível de significância de 5%.

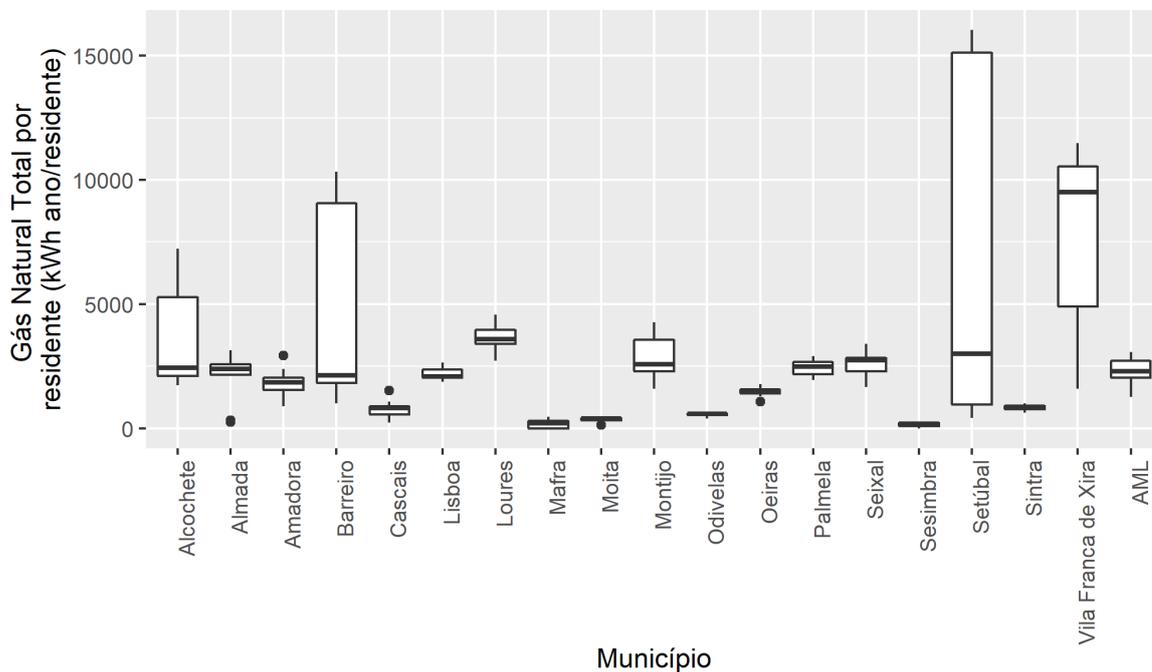


Figura 75. Indicadores de sensibilidade climática: Consumo de gás natural total por residente (2000-2016)
 Fonte: INE/DGEG, elaboração PMAAC-AML (2018)

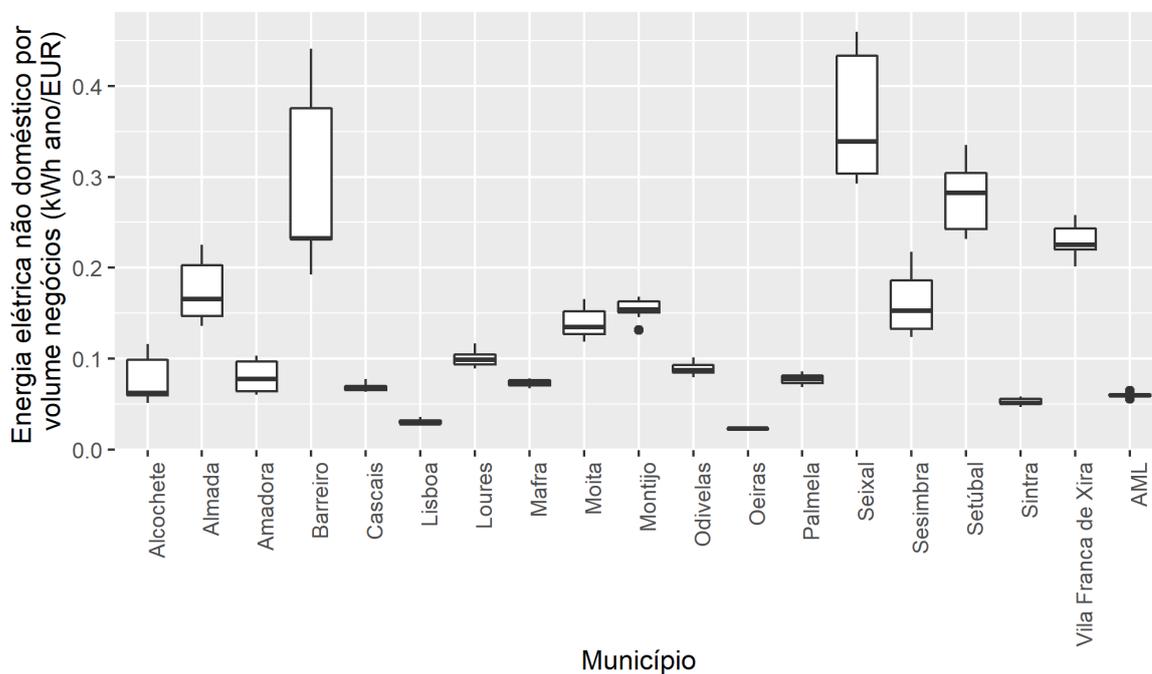


Figura 76. Indicadores de sensibilidade climática: Consumo de energia elétrica no sector não-doméstico por volume de negócios (2000-2016)
 Fonte: INE/DGEG, elaboração PMAAC-AML (2018)

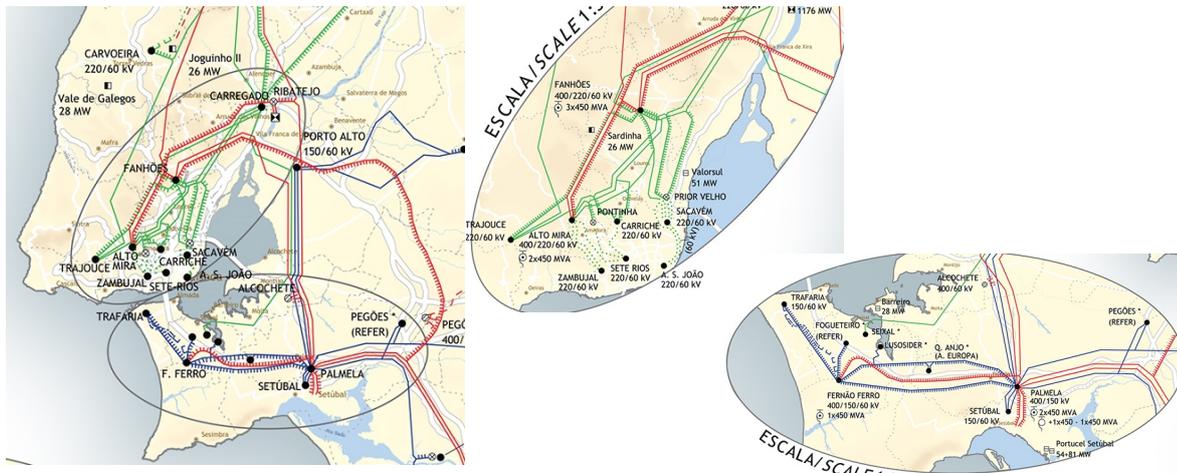


Figura 77. Principais linhas de transporte de energia elétrica (V>150 KV) na AML
 Fonte: REN (2016) – Rede Nacional de Transporte de Eletricidade

As infraestruturas de produção energética situadas na região totalizam uma potência instalada de 425 MW, com as seguintes tecnologias: parques eólicos (107 MW), centrais solares fotovoltaicas (95 MW), centrais de cogeração (88 MW), centrais de biomassa (66 MW), centrais de resíduos sólidos urbanos (51 MW), centrais de biogás (18 MW).

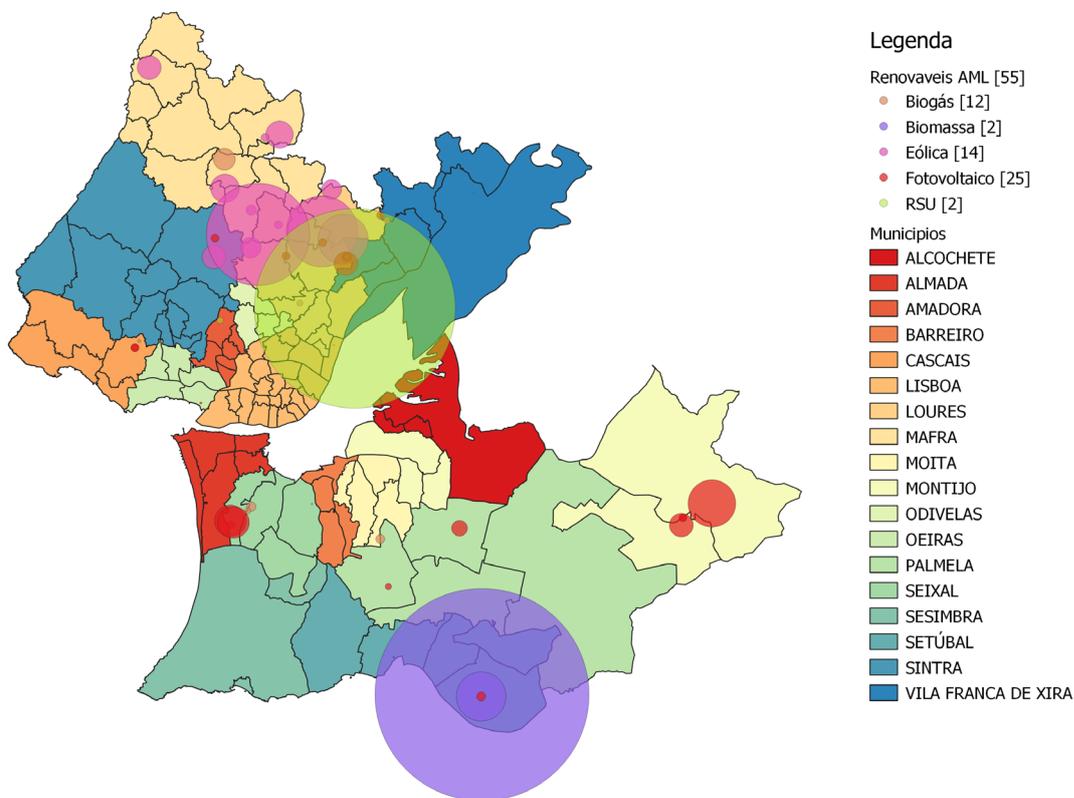


Figura 78. Centrais de produção de energia elétrica proveniente de Fontes de Energia Renovável na AML
 Fonte: Dados APREN, elaboração PMAAC-AML (2018)

O sistema de produção de eletricidade com base em fontes de energia renovável (FER) na área metropolitana (Figura 78) corresponde a cerca de 2,1% da potência instalada de FER a nível nacional, estando a instalação de FER condicionada na região pela falta de grandes hídricas e de parques eólicos, face à potência instalada a nível nacional.

A potência instalada de FER na área metropolitana é de cerca de 100 W/residente, muito inferior ao valor nacional de 1.301 W/residente. Na área metropolitana não existem centrais termoelétricas. Desta forma, a região, é “totalmente” dependente da rede nacional para suprimir as suas necessidades de energia, havendo o potencial de melhorar a autossuficiência e sustentabilidade, pelo incentivo à microprodução, por exemplo, com sistemas fotovoltaicos ou aproveitamento de biomassa, dado o potencial de crescimento do aproveitamento eólico no território metropolitano ser reduzido.

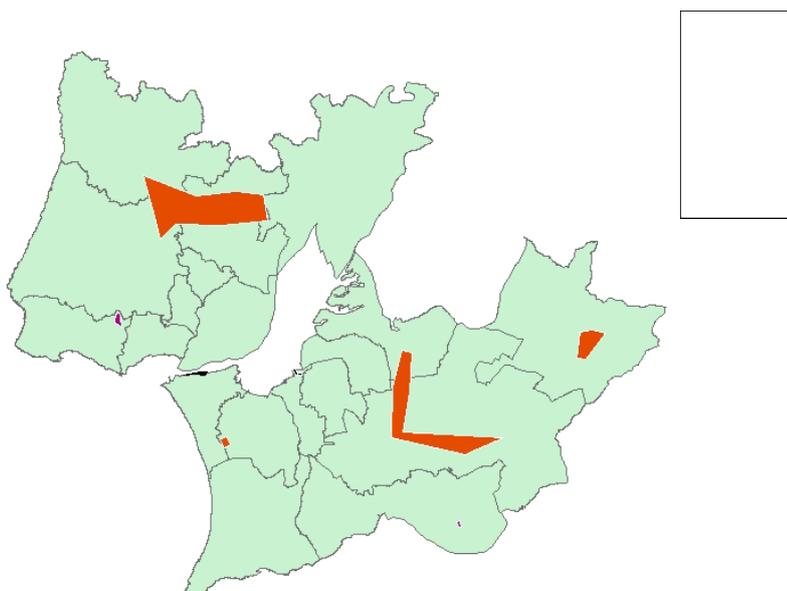


Figura 79. Áreas onde se localizam as principais infraestruturas associadas à segurança energética
Fonte: Dados DGEG, elaboração PMAAC-AML (2018)

8.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa

A avaliação da capacidade adaptativa da componente de Energia e de Segurança Energética às alterações climáticas deve ser perspectivada sobretudo numa escala territorial nacional, dado que é esta a escala do abastecimento energético em Portugal. Na área metropolitana apenas estão sediadas algumas estruturas produtivas (menos de 1,5% da potência instalada em Portugal) e, sobretudo, elementos da rede de distribuição (energia elétrica e combustíveis) e de armazenagem de combustíveis. Logo, a exposição, a sensibilidade, a combinação de ambas (impacte potencial), e bem assim a capacidade de adaptação devem privilegiar a segurança energética na ótica do transporte e distribuição de energia. Por outro lado, face à reduzida contribuição de FER na região, face à média nacional, considera-se que o incentivo à utilização de sistemas de microprodução e casos de edifícios/quarteirões autossuficientes, possa ser estratégico numa ótica de adaptação às alterações climáticas, para reduzir a vulnerabilidade dos edifícios face à falha nas redes de transporte e de distribuição e assim promover a segurança energética.

A influência das alterações climáticas nas estruturas de transporte e distribuição prende-se essencialmente – mas não exclusivamente – com a ocorrência mais frequente de eventos extremos, do que com a alteração de valores médios. Por definição, a conceção, construção, e manutenção destas estruturas contempla a existência de variações climáticas adversas, dentro de distribuições de extremos climatológicos, mas com elevados graus de liberdade (situações extremas), e as normas regulamentares em que se suportam estabelecem esses mesmos graus de liberdade. Por conseguinte, a avaliação da capacidade adaptativa na ótica do transporte e distribuição energética deve privilegiar o impacte potencial sobre o funcionamento, e menos sobre a integridade física dessas infraestruturas.

Por outro lado, a capacidade adaptativa destas estruturas depende diretamente da sua localização (sendo difícil a sua alteração) e de eventuais planos de adaptação específicos a implementar pelas entidades gestoras. Assim, a Tabela 34 hierarquiza, recorrendo a um índice necessariamente arbitrário, a necessidade de serem ponderadas ações de adaptação para as infraestruturas de produção, transporte e distribuição de energia. O referido índice tem em conta a exposição aos riscos climáticos e a importância das estruturas potencialmente afetadas na capacidade de abastecimento energético, com uma escala de 1 a 3, em que I=1: poucas necessidades adaptativas e I=3: deve considerar-se a implementação de medidas de adaptação.

Tabela 34. Indicadores de “capacidade adaptativa, por município” para o subsector ‘Segurança Energética’ - infraestruturas de produção, transporte e distribuição

Município	Tempestade de vento	Incêndio rural/florestal	Precipitação excessiva/cheias	Deslizamento	Erosão de solos
Alcochete	1	1	1	1	1
Almada	3	3	1	2	3
Amadora	2	1	1	1	1
Barreiro	1	2	1	1	1
Cascais	2	2	1	1	2
Lisboa	2	1	1	1	1
Loures	2	3	2	2	2
Mafra	2	3	1	2	3
Moita	1	1	2	1	1
Montijo	2	1	2	1	1
Odivelas	1	2	1	2	2
Oeiras	1	2	1	1	1
Palmela	2	2	1	1	2
Seixal	1	1	1	1	1
Sesimbra	1	2	1	1	1
Setúbal	2	1	2	1	1
Sintra	2	2	1	1	2
Vila Franca de Xira	2	3	1	3	3

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Na Tabela 35 os indicadores selecionados para a capacidade adaptativa para o sector da energia e segurança energética’ apresentados por município, correspondem à assunção da multidimensionalidade desse processo adaptativo, captada através de indicadores da rede elétrica e da capacidade produtiva instalada, das condições de uso eficiente da energia, das condições estruturais do edificado, de indicadores de massa (população residente), das condições de vida e do próprio habitat. Os indicadores de capacidade adaptativa foram estabelecidos com dados do INE/DGEG, tendo sido atribuído à região o valor 100 e os valores municipais e nacional foram obtidos a partir da divisão pelo valor médio da área metropolitana. Com estes indicadores ao nível da área metropolitana, foi estabelecido um índice de capacidade adaptativa, com uma escala de 1 a 5, que tem por base 5 classes uniformemente distribuídas, entre a estimativa de que é possível melhorar em 10% o desempenho do melhor município da região e, que o pior município pode ser

10% pior. A capacidade adaptativa do município é obtida tendo em conta as ponderações indicadas na Tabela 36.

Para obter o índice de capacidade adaptativa recorre-se a uma malha de ponderadores (de 0,25 a 2,00), com a qual se assumiu que a qualidade térmica dos edifícios (reportada indiretamente pela época de construção (Pinto e Rui Fragoso, 2018)) e o comportamento ativo para a gestão da temperatura no interior do alojamento (existência de ar condicionado) são dois indicadores com forte ponderação (respetivamente 2,00 e 1,50) na capacidade adaptativa. É possível, assim, determinar os *scores* de cada indicador (para valores *standard*, de capacidade adaptativa de 1 a 5), por município, e obter um índice de capacidade adaptativa que põe em evidência a existência de três perfis distintos (Tabela 36):

- Municípios com grandes necessidades adaptativas, apresentando valores acima de 3,2 (casos de Almada, Barreiro, Lisboa, Moita e Seixal);
- Municípios com necessidades adaptativas medianas, apresentando valores entre 2,9 e 3,1 (casos de Alcochete, Amadora, Cascais, Montijo, Oeiras, Palmela e Sesimbra);
- Municípios com necessidades adaptativas reduzidas, apresentando valores inferiores a 2,9 (casos de Loures, Mafra, Odivelas, Setúbal, Sintra, Vila Franca de Xira).

Todavia, deve-se notar que as necessidades adaptativas nos diferentes municípios decorrem de situações distintas, introduzindo a preocupação por uma diversidade de respostas à escala municipal, tirando partido das sinergias geradas na área metropolitana.

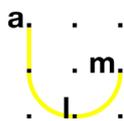


Tabela 35. Indicadores de “capacidade adaptativa” para o Sector ‘Energia e Segurança Energética’, por município

Município	Potência instalada de FER / habitante	Consumo eletricidade Doméstico/ Residente (%)	Consumo eletricidade Não-doméstico/ VAB (%)	Qualidade térmica dos edifícios (época de construção) (%)	Habitação Social / Parque habitacional (%)	População residente vulnerável (-4,+65) (%)	Alojamento próprio (%)	População residente com ensino superior (%)	Taxa de desemprego (%)	Existência de ar condicionado (%)	Densidade de construção (%)
Alcochete	0	111	87	109	23	80	101	101	86	205	6
Almada	0	108	181	103	150	104	94	87	114	121	134
Amadora	0	76	134	86	98	106	91	76	95	67	344
Barreiro	0	87	205	87	28	114	102	65	142	124	107
Cascais	21	126	92	106	76	94	97	130	100	87	104
Lisboa	1	120	58	66	234	129	73	159	141	109	355
Loures	603	84	133	94	73	99	90	72	92	104	55
Mafra	343	112	104	116	9	79	107	82	61	57	14
Moita	9	87	152	94	75	94	104	45	146	102	58
Montijo	360	88	180	92	58	85	98	76	119	183	7
Odivelas	0	77	107	108	36	97	96	81	75	123	244
Oeiras	3	102	38	103	111	108	100	156	88	91	175
Palmela	113	115	104	114	3	89	111	69	81	170	7
Seixal	124	92	530	123	28	89	113	70	93	149	77
Sesimbra	0	123	186	131	38	82	110	65	80	139	15
Setúbal	544	101	404	106	108	99	102	77	115	119	25
Sintra	19	92	84	100	24	81	104	70	81	31	53
Vila Franca de Xira	26	81	223	100	45	82	105	70	73	109	19
AML	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Portugal	1.199	114	153	101	66	97	104	71	110	83	6

Tabela 36. Índice de ‘necessidade adaptativa’ para o Sector ‘Segurança Energética’, por município

	Potência instalada de FER / habitante	Consumo eletricidade Doméstico/Residente	Consumo eletricidade Não-doméstico/VAB	Qualidade térmica dos edifícios (época de construção)	Habitação Social / Parque habitacional	População residente vulnerável (-4, +65)	Alojamento próprio	População residente com ensino superior	Taxa de desemprego	Posse de ar condicionado	Densidade de construção	Capacidade Adaptativa
Ponderação	2,0	1,0	1,0	2,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	0,25	12,25
Alcochete	5	4	1	3	1	1	3	3	2	5	1	3,1
Almada	5	3	2	4	3	3	3	4	3	3	2	3,5
Amadora	5	1	1	4	2	3	3	4	2	1	5	2,9
Barreiro	5	2	2	4	1	4	2	5	5	3	2	3,6
Cascais	5	5	1	4	2	2	3	2	3	2	2	3,1
Lisboa	5	4	1	5	5	5	5	1	5	3	5	4,0
Loures	1	2	1	4	2	3	3	4	2	2	1	2,4
Mafra	3	4	1	3	1	1	2	4	1	1	1	2,2
Moita	5	2	2	4	2	2	2	5	5	2	1	3,3
Montijo	3	2	2	4	2	1	3	4	4	4	1	3,0
Odivelas	5	1	1	3	1	2	3	4	1	3	4	2,8
Oeiras	5	3	1	4	3	3	3	1	2	2	3	3,0
Palmela	5	4	1	3	1	2	2	4	2	4	1	3,1
Seixal	5	2	5	3	1	2	1	4	2	4	1	3,2
Sesimbra	5	4	2	2	1	1	2	5	2	3	1	2,9
Setúbal	1	3	4	4	3	2	2	4	3	3	1	2,8
Sintra	5	2	1	4	1	1	2	4	2	1	1	2,6
Vila Franca de Xira	5	1	2	4	1	1	2	4	1	3	1	2,8
AML	5	3	1	4	2	3	3	3	3	2	2	3,1
Portugal	1	4	2	4	2	2	2	4	3	2	1	2,6

Nota: Os valores do índice de necessidade adaptativa resultam da soma dos indicadores ponderados, dividida pela soma dos fatores de ponderação.

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Em ordem a obter um respaldo validador sobre os fatores que constam na Tabela 35, e das respetivas ponderações, recorreu-se à aplicação do método Delphi, mais precisamente do *Estimate-Talk-Estimate* (Godet, 1985), junto de uma amostra (não aleatória, por conveniência) de 19 assistentes ao Workshop#4TEC do PMAAC realizado nas instalações da AML no dia 6 de fevereiro de 2019. Os respondentes pronunciaram-se sobre a importância de cada um dos 11 fatores indicados, sendo que a proposição escrita associada ao fator procurava clarificar a sua pertinência. Daí que os resultados obtidos possam ser, igualmente, entendidos como uma pronúncia sobre a validade dessas proposições (escritas sob a lógica da relação entre o indicador e o seu contributo para a redução da vulnerabilidade do território metropolitano às alterações climáticas). Em termos dos resultados obtidos, no essencial retém-se o seguinte:

1. Todos os fatores recolheram uma avaliação elevada (variando entre 6 e 7 numa escala de 8 pontos);
2. O índice de consenso (no qual o valor máximo corresponde a um coeficiente de variação nulo) apresenta valores diferentes de fator para fator, colocando-os, maioritariamente, num intervalo correspondente a um consenso médio;
3. Assim, o índice de necessidade adaptativa (*cf.*, ainda, Tabela 36), suportado pelos indicadores sugeridos pela equipa, recebeu uma aprovação esmagadora, sem indicações relevantes para provocar a alteração das ponderações propostas.

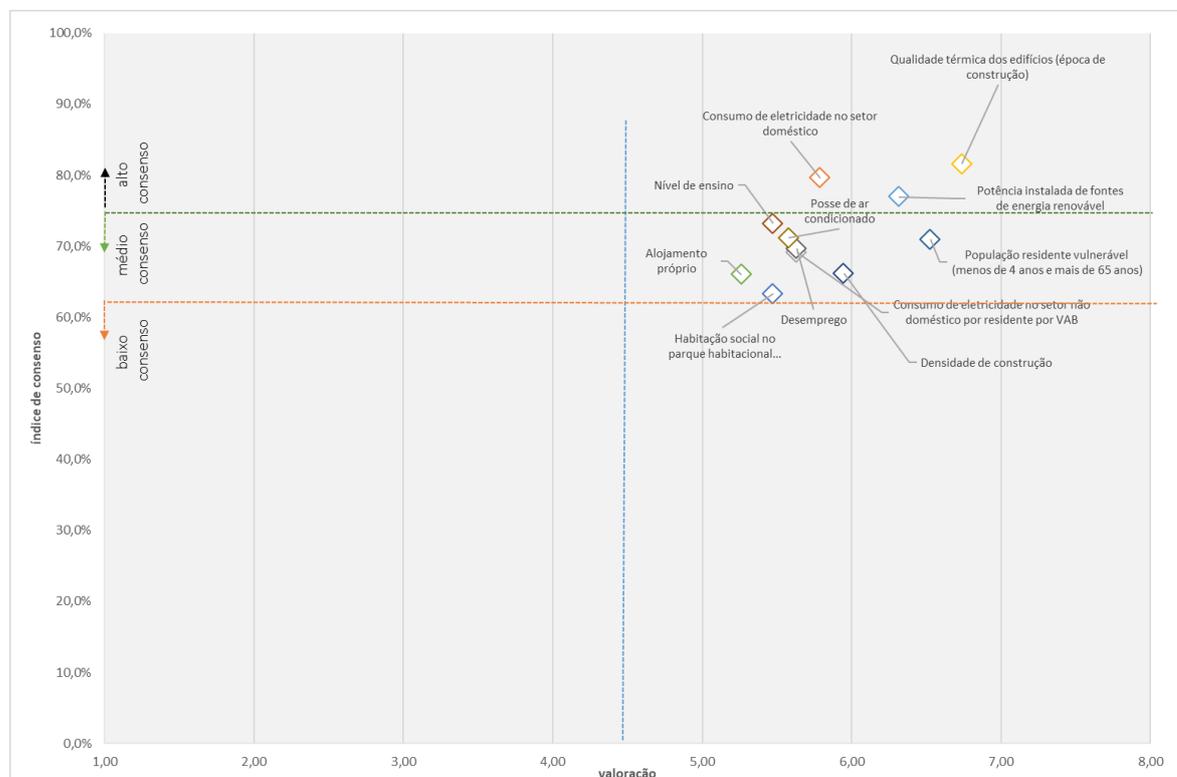


Figura 80. Valoração e consenso sobre os fatores que melhor contribuem na AML para a capacidade adaptativa às alterações climáticas

Fonte: PMAAC-AML (2018)

No que respeita ao histórico de situações disruptivas com impacte nas infraestruturas energéticas, as ações e as respostas aos eventos ocorridos têm sido semelhantes na região, consistindo na reposição dos equipamentos afetados, tratando-se maioritariamente de derrube de postes e linhas de transporte (Tabela 37).

Tabela 37. Síntese das ações/respostas mais frequentes para o sector 'Energia e Segurança Energética'

Tipologia de evento e de impacte	Ações/respostas mais frequentes
– Ventos fortes: derrube direto de postes e linhas ou por via da queda de árvores	– Remoção e reposição das estruturas derrubadas e danificadas
– Precipitação excessiva: derrube linhas de energia	– Remoção e reposição das estruturas derrubadas e danificadas
– Trovoada: corte de energia	– Colocação em funcionamento unidade geradora de energia até reposição de abastecimento normal

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Essas ações de reposição dos níveis normais de serviço têm sido ou podem ser resultantes da atuação conjunta de várias entidades (Tabela 38), relevando-se os Serviços Municipais de Proteção Civil, a Rede Elétrica Nacional (REN) e a EDP, essenciais nos trabalhos de reposição dos equipamentos e estruturas danificados, conjugando-se capacidades de proximidade com outras de nível regional ou mesmo nacional, quer em termos do planeamento da resposta, quer da execução.

Tabela 38. Identificação de responsáveis pelo planeamento e execução da resposta para o sector 'Energia e Segurança Energética'

Instituições responsáveis/envolvidas pelo planeamento da resposta	Instituições responsáveis/envolvidas pela execução da resposta
<ul style="list-style-type: none"> – Serviços Municipais de Proteção Civil, BVA, PSP, Serviços Municipais – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) – Proteção Civil, Bombeiros – Centro Coordenador Operacional (CCO) Lisboa e Bombeiros Voluntários – EDP Distribuição, Proteção Civil Nacional, Distrital e Municipal, Bombeiros e Autoridades Policiais – Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) – Redes Energéticas Nacionais (REN) – Agências de energia municipais e intermunicipais 	<ul style="list-style-type: none"> – Serviços Municipais de Proteção Civil e BVA Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) – EDP – Centro Coordenador Operacional (CCO) Lisboa – EDP Distribuição, Proteção Civil Nacional, Distrital e Municipal, Bombeiros e Autoridades Policiais

Fonte: PMAAC-AML (2018)

A capacidade adaptativa do sector energia deve ser observada em conjunção com eventos de outra índole, não decorrentes de fenómenos climáticos extremos, mas cujo impacte potencial sobre a qualidade da produção e distribuição energética é por demais relevante, em caso de ocorrência (seja no domínio da abordagem *security* ou *safety*). Os eventos provocados pela ação humana, não necessariamente classificáveis como terroristas, mas com elevado dolo ou grau de negligência, afetam este sector energético, cujas infraestruturas são maioritariamente enquadráveis na definição de infraestrutura crítica nacional (ICN)²³, e para as quais se exige um esforço interoperável, ou seja, um esforço que garanta a *“capacidade de sistemas, pessoal e equipamento para fornecer e receber funcionalidades, dados, informações e/ou serviços para, e de outros sistemas, pessoal e equipamento, entre agências públicas e privadas, departamentos e outras organizações, de tal maneira que lhes permite operar em conjunto de forma eficaz”* (FEMA, 2017).

No território metropolitano, 78% dos municípios é servido por agências municipais/intermunicipais de energia, 67% subescreveu o pacto de autarcas para a energia e 28% o pacto de autarcas para adaptação às alterações climáticas. Trata-se, portanto, de um sector em que os municípios da área metropolitana demonstram um grau importante de capacitação que pode contribuir para dinamizar, a nível sectorial, políticas de adaptação e de melhoria da eficiência energética e a incorporação de energias renováveis, devendo a nível metropolitano ser estabelecida uma visão para a área metropolitana, aproveitando as sinergias entre municípios, a nível do conhecimento e, por exemplo, de sistemas intermunicipais de recolha de biomassa e resíduos sólidos urbanos.

Apesar da produção, transporte e distribuição de energia ser gerido pela rede energética nacional, considera-se que a nível regional existem diversas medidas de adaptação às alterações climáticas que podem ser planeadas e implementadas na área metropolitana, em articulação com as políticas nacionais de adaptação às alterações climáticas, descarbonização da economia, promoção das energias renováveis, da eficiência energética e da melhoria do comportamento térmico de edifícios. Considera-se que o planeamento da reabilitação do parque edificado poderá ser o maior desafio para uma adequada adaptação às alterações climáticas.

²³ Pela qual se entende “a componente, sistema ou parte deste situado em território nacional que é essencial para a manutenção de funções vitais para a sociedade, a saúde, a segurança e o bem-estar económico ou social, e cuja perturbação ou destruição teria um impacte significativo, dada a impossibilidade de continuar a assegurar essas funções” (cfr. DL n.º 62/2011, de 9 de maio).

8.4. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Atuais

De acordo com a análise de sensibilidade, o impacte climático na procura de energia, acaba por ser menos expressivo do que o decorrente de alterações do número de residentes e das instalações de novos consumidores. Pelo facto de ainda ser reduzido o número de habitações com aparelhos de ar condicionado, não se identificou uma variação estatisticamente significativa da procura de energia com o clima atual. Contudo, face à insuficiente qualidade térmica dos edifícios (SCE, 2013) e ao reduzido número de residências com ar condicionado, registam-se menores condições de conforto nas habitações e maior número de óbitos em períodos de onda de calor. Assim, o principal impacte climático no âmbito da energia fez-se sentir no subsector da segurança energética e foi, por larga maioria das ocorrências, suscitado por eventos de vento forte, seguido dos eventos de precipitação excessiva (Tabela 39). Apenas outros dois fatores, marginais, foram registados, embora um deles com elevada importância e fraca capacidade de resposta (ondulação excessiva com galgamento na orla costeira no município de Mafra).

Registaram-se danos nas infraestruturas energéticas em nove municípios da região – Amadora, Barreiro, Lisboa, Mafra, Moita, Montijo, Seixal, Setúbal e Sintra – sendo os mais claramente afetados os municípios de Lisboa e Sintra. Os danos provocados foram essencialmente o derrube de postes e/ou cabos de energia (sem que haja indicação da sua tipologia), com alguns cortes de abastecimento de energia elétrica.

Tabela 39. Síntese dos resultados do Perfil dos Impactes Climáticos para o sector ‘Energia e Segurança Energética’

Variáveis	Detalhe das Variáveis	Resultados
Total de eventos climáticos (n.º)	Vento forte	68
	Precipitação excessiva	12
	Ondulação/galgamento	1
	Trovoada	1
Total de impactes registados (n.º)	Queda de postes	725
	Queda de linhas*	800
Total de consequências registadas (n.º)	Queda de postes	725
	Queda de linhas*	800
	Corte de energia	4
Total dos eventos climáticos que tiveram importância alta (n.º)	Vento forte	10
	Precipitação excessiva	6
	Ondulação/galgamento	1
	Trovoada	1

Variáveis	Detalhe das Variáveis	Resultados
Total dos eventos climáticos que tiveram eficácia de resposta alta (n.º)	Vento forte	30
	Precipitação excessiva	1
	Ondulação/galgamento	0
	Trovoada	0
Total dos eventos climáticos, com importância alta e moderada, que tiveram eficácia de resposta baixa (n.º)	Vento forte	5
	Precipitação excessiva	1
	Ondulação/galgamento	1
	Trovoada	0

*Registo de 160km de linha afetada numa das ocorrências registadas

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Tabela 40. Apresentação dos principais eventos com impacto no sector 'Energia e Segurança Energética'

Tipologia de Evento	Detalhes	Impactes	Consequências
Vento forte (de 2007 a 2017, exceto 2012)	Rajadas >70 km/h, com registos de 200 km/h. Referência a tornados	– Danos em infraestruturas energéticas – Queda de árvores	– Queda de postes e linhas – Cortes de energia
Ondulação/galgamento (2014)	Ondulação >8 m	– Danos em infraestruturas energéticas	– Cortes de energia
Trovoada (20014)	nd	– Danos em infraestruturas energéticas	– Cortes de energia
Precipitação excessiva (2009, 2013, 2015 a 2017)	Precipitação >10 mm/h	– Danos em infraestruturas energéticas	– Queda de linhas

Fonte: PMAAC-AML (2018)

8.5. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Futuras

Decorrente da análise da sensibilidade do sector energia e segurança energética face aos estímulos climáticos, considera-se que, para os cenários futuros, será de prever que, perante o aumento da temperatura e do número de dias quentes, se colocam problemas de acréscimo das necessidades de arrefecimento dos edifícios e das centrais de cogeração, biomassa e biogás, bem como do rendimento do transporte de energia elétrica. Apesar da amenidade da região, será de prever um aumento da procura de equipamentos de ar condicionado e do conseqüente aumento do consumo de energia nos períodos quentes. Cerca de 71% do parque edificado da área metropolitana apresenta uma qualidade térmica insuficiente face aos atuais padrões, que, aliada à falta de equipamentos de ar condicionado (existentes em apenas 12% dos alojamentos) e à vulnerabilidade

da população (26% com mais de 65 anos ou menos de 4 anos), se pode traduzir em problema de saúde acrescidos, em concordância com as ocorrências recentes nas situações de calor mais intenso. Salienta-se que nas projeções climáticas é estimado um aumento da frequência e da persistência de ondas de calor, com maior expressão na unidade morfoclimática 'Vales do Tejo e do Sado', de +9 a +10 dias (2041-2070), no cenário RCP 4.5, a +12 a +23 dias (2071-2100, no cenário RCP 8.5), sendo também estimado um aumento da frequência dos dias muito quentes, mais acentuado no interior da área metropolitana (agravamento do gradiente térmico litoral-interior), mais vincado no verão, de + 13 dias (2041-2070) a + 35 dias (2071-2100, no cenário RCP 8.5). Para toda a área metropolitana, no período 2041-2070 é estimado um aumento da temperatura máxima de 1,4°C (cenário RCP 4.5) a 1,9 (cenário RCP8.5) e que no verão chega a ser de +2,0 a +2,6 na Peneplanície, para os cenários RCP4.5 e RCP 8.5, respetivamente.

No que respeita às infraestruturas energéticas da região, os riscos climáticos fazem-se sentir de forma indireta. O aumento da ocorrência de períodos de chuva intensa, por exemplo, aumenta o risco de deslizamentos e erosão de solos, embora a precipitação não aumente o risco diretamente sobre as infraestruturas. Nas projeções climáticas é estimado um aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa (>20mm), de +1 a +2 dias (2041-2070), bem como um aumento de eventos meteorológicos extremos de vento forte e de tempestades, apesar de se preverem alterações pouco significativas no que se refere ao comportamento futuro do vento (velocidade média, a 10 metros).

A maior probabilidade de fenómenos extremos (tempestades com vento muito forte) aumenta diretamente o risco sobre as estruturas, nomeadamente, as estruturas de transporte e distribuição, que podem ter como consequência a interrupção do abastecimento de energia elétrica às populações, afetando de forma incontornável a economia e a qualidade de vida. Fenómenos atmosféricos semelhantes à recente tempestade Leslie (outubro de 2018)²⁴, serão previsivelmente mais frequentes. Recorde-se que inicialmente as previsões da trajetória desta tempestade referiam a grande possibilidade de a entrada em terra se dar na direção de Lisboa, penetrando ao longo do estuário do Tejo, o que, a acontecer, induziria danos numa extensa área, dado que, ao progredir sobre água, a dissipação de energia da tempestade é muito lenta.

Tendo em conta as condições de projeto, os parques eólicos consideram-se suficientemente resilientes. Neste contexto, a insuficiência de centrais produtoras de energia elétrica de origem renovável localizadas na área metropolitana, constitui-se como uma vulnerabilidade futura, pois nestas situações poderiam permitir assegurar o abastecimento local de algumas infraestruturas e edifícios.

²⁴ Que obrigou à substituição/reparação de cerca de 500 postes de linhas de alta, média e baixa tensão, 2.000 km de linha substituída, deixou mais de 4.000 postos de transformação fora de serviço e 10.000 habitações sem energia, e necessitou de 5 dias para completar as substituições.

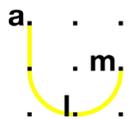
O sistema electroprodutor nacional tem evoluído para um sistema cada vez mais suportado em fontes de energia renovável, o que coloca desafios à gestão da intermitência dessas fontes (DGEG, 2017; RNC2050, 2019). Por outro lado, no sector dos transportes perspectiva-se um aumento da mobilidade elétrica, o que também se refletirá em novos desafios à gestão da rede elétrica e dos respetivos consumos (DGEG, 2017; RNC2050, 2019). A penetração da energia renovável encontra-se prevista na Resolução do Conselho de Ministros n.º 20, 2013; RNC2050, 2019, sendo de esperar que em 2050 cerca de 80% do consumo de energia primária seja proveniente de fontes renováveis.

Na Tabela 41 apresenta-se uma síntese dos principais impactes futuros estimados para o sector da energia e segurança energética. Na Tabela 42 apresenta-se a matriz de avaliação do risco climático sectorial, em que a precipitação excessiva está associada aos riscos de cheias e inundações, deslizamentos e erosão de solos. As secas e as variações de temperatura respeitam ao risco de incêndio florestal/rural (com particular incidência nos sistemas de armazenamento de combustíveis no município de Almada), às necessidades de arrefecimento das centrais e à perda de eficiência das linhas de transporte de energia elétrica. A ação dos ventos fortes aumenta consideravelmente o risco sobre a integridade das centrais solares e das linhas (cabos e torres) de transporte de energia.

Dado um número significativo de subestações importantes (Fanhões, no município de Loures, Trajouce, no município de Cascais, Carriche, no município de Lisboa, Zambujal, no município de Lisboa, Famões, no município de Odivelas) estarem localizadas em zonas de risco de deslizamentos e erosão de solos devido a precipitação, adotou-se o valor 9 associado às consequências de precipitação excessiva. O mesmo princípio foi adotado para as temperaturas elevadas, dado o risco de incêndio nas infraestruturas de Alto Mira (Amadora) e Trafaria (Almada).

Tabela 41. Síntese dos principais impactes futuros para o sector 'Energia e Segurança Energética'

Impactes positivos diretos (oportunidade)	Impactes negativos diretos (ameaças)
<ul style="list-style-type: none"> - Redução das necessidades de energia para aquecimento nos edifícios, resultante do aumento da temperatura média na região (contribuindo dessa forma para a segurança energética) e da redução das ondas de frio. - Potencial aumento da capacidade instalada de centrais solares e de autoprodução de energia elétrica, com vista a reduzir a vulnerabilidade dos consumidores a falhas no abastecimento energético, resultante do aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa, de eventos meteorológicos extremos de vento forte e de tempestades. - Potencial aumento da capacidade instalada de centrais de biomassa, com vista a incentivar a recolha de biomassa, reduzindo a vulnerabilidade da região aos fogos florestais e aumentando a capacidade local instalada, reduzindo a vulnerabilidade dos consumidores a falhas no abastecimento energético, 	<ul style="list-style-type: none"> - Maior ocorrência e intensificação dos danos em infraestruturas energéticas (transporte e distribuição de energia, subestações), resultante do aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa, de eventos meteorológicos extremos de vento forte e de tempestades, ou devido ao aumento de fogos florestais. - Maior ocorrência e intensificação dos danos em infraestruturas energéticas do tipo fotovoltaico, resultante do aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa, de eventos meteorológicos extremos de vento forte e de tempestades, ou devido ao aumento de fogos florestais. - Maior risco de ocorrência de falhas de fornecimento de energia elétrica, resultante dos danos causados pelo aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa, de eventos meteorológicos extremos de vento forte e de tempestades, ou devido ao aumento de fogos florestais.



<p>resultante do aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa, de eventos meteorológicos extremos de vento forte e de tempestades.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Potencial aumento da reabilitação do edificado da Área Metropolitana de Lisboa, com vista a assegurar condições de habitabilidade e menor uso de equipamentos de climatização, resultante do aumento de eventos meteorológicos extremos de vagas de frio ou de períodos de onda de calor. - Potencial aumento da melhoria da eficiência energética na indústria, com vista a assegurar condições de habitabilidade e menor uso de equipamentos de climatização, resultante do aumento de eventos meteorológicos extremos de vagas de frios ou de períodos de onda de calor. - Potencial redução na produção de energia elétrica com base nos sistemas eólicos, resultante de no Sul da Europa se prever uma redução da velocidade do vento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução da eficiência e eventual falha nos sistemas de distribuição e transporte de energia, resultante do aumento da temperatura, períodos de onda de calor e noites tropicais. - Perda de rendimento dos equipamentos de produção de energia elétrica, resultante do aumento da temperatura do ar e do aumento dos períodos e frequência das ondas de calor e noites tropicais - Aumento das necessidades de energia para arrefecimento de edifícios e equipamentos, resultante do aumento da frequência de ondas de calor (em toda a área metropolitana, sendo mais acentuado nos Vales do Tejo e do Sado e na 'Peneplanície), de dias muito quentes e de noites tropicais. - Aumento da procura de equipamentos de ar condicionado, resultante do aumento da frequência de dias muito quentes e de períodos de onda de calor, que irá aumentar a procura de energia e eventualmente conduzir a falhas no abastecimento energético.
<p>Impactes positivos indiretos (oportunidade)</p>	<p>Impactes negativos indiretos (ameaças)</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Potencial redução do consumo de energia na área metropolitana (melhoria da eficiência energética), aumentando a segurança energética da região e reduzindo a sua vulnerabilidade, resultante do aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa, de eventos meteorológicos extremos de vento forte e de tempestades. - Potencial aumento de edifícios e comunidades autossuficientes em termos energéticos para assegurar a segurança energética, reduzindo a vulnerabilidade resultante do aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa, de eventos meteorológicos extremos de vento forte e de tempestades. - Potencial melhoria no sentido da autossuficiência energética. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da dificuldade do arrefecimento de processos ou equipamentos com recurso a água, resultante do aumento da frequência de dias de seca, de redução dos recursos hídricos e do aumento dos períodos quentes. - Redução da produção de energia elétrica em centrais termoelétricas, devido à redução da água disponível para arrefecimento do processo, resultante da redução da precipitação e dos recursos hídricos disponíveis. - Maiores níveis de desconforto, principalmente no verão, pela falta de reabilitação do parque edificado, resultante de situações extremas de ondas de calor e noites tropicais ou de vagas de frio no inverno. - Devido a condicionantes socioeconómicas, dificuldade em proceder à reabilitação e adaptação do edificado às alterações climáticas, nomeadamente a situações extremas de vagas de frio, ondas de calor, ou inundações. - Maior ocorrência e intensificação dos danos em infraestruturas de transporte para abastecimento de combustíveis, designadamente infraestruturas rodoviárias, resultante do aumento de temperatura, cheias e inundações. - Redução da capacidade produtiva hidroelétrica a nível nacional, resultante da redução da precipitação. - Aumento dos picos de consumo no período de verão e da sua frequência, resultante do aumento da temperatura do ar e do aumento dos períodos e frequência das ondas de calor. - Redução de biomassa para centrais termoelétricas a biomassa, resultante do aumento da frequência de fogos florestais.

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Tabela 42. Matriz de avaliação do risco climático sectorial 'Energia e Segurança Energética'

Riscos Climáticos	Nível do Risco			Tendência do Risco
	Presente (até 2040)	Médio Prazo (2041/2070)	Longo Prazo (2071/2100)	
A. Precipitação excessiva	9	9	9	→
B. Redução da precipitação	3	3	3	→
C. Alteração na escala sazonal da precipitação	1	1	1	→
D. Secas	2	2	2	→
E. Temperaturas elevadas/ondas de calor	4	6	9	↑
F. Alteração na escala sazonal da temperatura	1	1	1	→
G. Nível médio das águas do mar	1	1	1	→
H. Temperaturas baixas/ondas de frio	3	3	3	→
I. Gelo/geada/neve	1	1	1	→
J. Granizo	1	1	1	→
K. Ventos fortes	3	6	9	↑
L. Tempestades/tornados/trovoadas	3	6	6	↑

Legenda:

Nível de risco:  Baixo Moderado Alto

↑ Aumento do Risco → Manutenção do Risco ↓ Diminuição do Risco

Fonte: PMAAC-AML (2018)

No sector da energia e segurança energética as alterações climáticas vão se fazer sentir de forma mais persistente no lado da procura de energia, nomeadamente no aumento da procura de energia para arrefecimento de edifícios e processos, do que do lado da produção. Nos sistemas electroprodutores são estimadas reduções de rendimento e eventual necessidade de melhorar sistemas de arrefecimento em centrais termoelétricas e cogeração (que existem fora da área metropolitana, mas que abastecem a região), em linha com o identificado a nível europeu (Dowling, 2013). O aumento da temperatura irá aumentar as perdas nos sistemas de distribuição de energia elétrica, devido ao aumento da resistência; em períodos muito quentes (ondas de calor e noites tropicais), caso não exista arrefecimento suficiente dos equipamentos, poderá, em situações limite, conduzir a cortes de energia. Nos sistemas de distribuição e transmissão, os eventos extremos como as tempestades de vento e inundações podem comprometer e interromper o fornecimento de energia (Panteli e Mancarella, 2015).

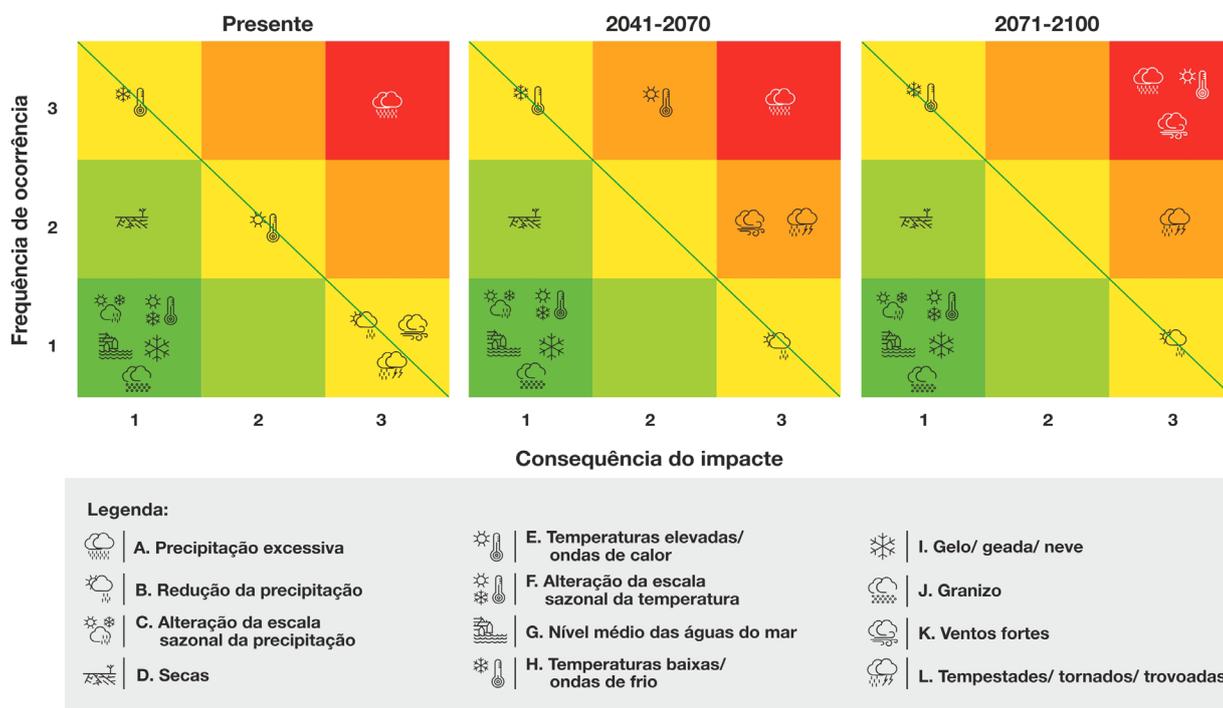
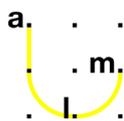


Figura 81. Evolução do risco climático para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector 'Energia e Segurança Energética'

Fonte: PMAAC-AML (2018)



adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 9. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas do Sector ‘Recursos Hídricos’

Cofinanciado por:



9. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas 'Recursos Hídricos'

9.1. Introdução

Recursos hídricos representam as disponibilidades de águas superficiais ou subterrâneas para qualquer tipo de uso. Além dos usos antropogénicos, asseguram a sustentação dos ecossistemas aquáticos e ecossistemas terrestres e aéreos dependentes. No âmbito da adaptação às alterações climáticas, o sector dos recursos hídricos tem características específicas, visto não ser uma atividade socioeconómica *per se*, mas antes um recurso que sustenta as diversas atividades que dele necessitam, interessando a sua disponibilidade para satisfação dos usos existentes e previstos, em termos quantitativos e qualitativos. Os recursos hídricos estão, por isso, intrinsecamente ligados às condições climáticas, à evolução dos usos e às políticas e práticas de gestão sustentável deste recurso.

Na área metropolitana, as práticas de gestão dos recursos hídricos influenciam diretamente: o escoamento no estuário do Tejo e a distribuição temporal da cunha salina em zonas relevantes de captação, como por exemplo na Lezíria Grande de Vila Franca de Xira; a capacidade de armazenamento superficial; as captações superficiais e subterrâneas existentes; a qualidade das massas de água superficiais e subterrâneas. A dependência externa do abastecimento público aos municípios metropolitanos da margem direita do Tejo ou a disponibilidade de água para rega da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira, são dois exemplos de vulnerabilidades da região a uma gestão adequada dos recursos hídricos.

As principais disponibilidades hídricas da área metropolitana para usos antrópicos são subterrâneas, vulneráveis às alterações climáticas, quer pela potencial redução da recarga dos aquíferos, quer pela intrusão salina, para a qual uma possível subida do nível das águas do mar será relevante. As águas subterrâneas abastecem sobretudo a atividade agrícola e o abastecimento doméstico. As maiores vulnerabilidades climáticas referem-se, sobretudo, às alterações das condições médias de precipitação, que irão condicionar a recarga média dos aquíferos e, deste modo, as disponibilidades hídricas efetivas. Em particular nos grandes sistemas aquíferos, por inércia dos próprios sistemas, eventos de seca – por serem limitados no tempo – podem ter impactes moderados. No entanto, uma alteração da normal climática – por se fazer sentir continuamente – irá modificar a recarga média e em consequência os regimes de fluxo e, no caso das zonas litorais, a resposta dos aquíferos à intrusão salina. A eventual subida do nível do mar poderá potenciar um aumento da intrusão salina, em particular nas zonas já atualmente mais vulneráveis

A capacidade de armazenamento superficial da área metropolitana é bastante reduzida quando comparada com outras regiões vizinhas e as áreas drenantes das sub-bacias hidrográficas são de pequena dimensão. Assim, ao contrário das águas subterrâneas, não são só as condições médias que determinam as disponibilidades, mas também a alteração do regime de precipitação, que condiciona o regime de escoamento dos rios e ribeiras.

Como recurso superficial, o baixo Tejo é o mais relevante da área metropolitana. Mais do que das condições climáticas específicas da região, as suas disponibilidades dependem: da evolução climática de toda a bacia internacional do Tejo; da gestão operacional das entidades espanholas, que determinam as afluências a Portugal; e, da gestão operacional da EDP, sobretudo a praticada em Castelo do Bode, já que as albufeiras nacionais localizadas no rio Tejo têm reduzida capacidade de armazenamento. O baixo Tejo, com o estuário e zonas húmidas, constitui um sistema importantíssimo para a manutenção de diversos ecossistemas e atividades socioeconómicas associadas. Nesta área as projeções climáticas apontam para a ocorrência de fenómenos extremos mais intensos e mais frequentes, que se podem traduzir em excesso ou escassez hídrica.

Do excesso hídrico resultarão inundações com potenciais avultados danos associados, enquanto da escassez hídrica resultará um balanço negativo entre a disponibilidade, a acessibilidade e a procura de água para satisfação das necessidades humanas.

Constitui uma vulnerabilidade acrescida, o facto das principais fontes de abastecimento público (Castelo do Bode e Valada no Tejo) estarem localizadas fora da área metropolitana. A segurança hídrica é fundamental para sustentar as atividades socioeconómicas e os ecossistemas, devendo ser uma das preocupações primordiais da gestão dos recursos hídricos.

9.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos

A análise de sensibilidade a estímulos climáticos baseia-se na análise da disponibilidade deste recurso para satisfação dos usos existentes e previstos, em termos quantitativos e qualitativos. Estando subjacente ao conceito de “recurso” uma utilização para usos antropogénicos, é impossível dissociá-lo dos usos e práticas de gestão de recursos hídricos, sendo por vezes difícil distinguir entre os impactes climáticos e antrópicos.

A sensibilidade a estímulos climáticos varia com as características hidromorfológicas das massas de água superficiais ou subterrâneas.

O principal estímulo climático que afeta os recursos hídricos da região é a precipitação. Como recurso, a escassez de precipitação (secas) é a principal fonte de risco. A subida do nível do mar é o fator com maior potencial para afetar a salinidade das massas de água. A temperatura na área metropolitana é apenas relevante a nível muito local, já que existem poucas albufeiras e poucos rios

permanentes. A temperatura afeta a evaporação e evapotranspiração e assim os processos relacionados com as disponibilidades hídricas.

A tipologia e disponibilidade dos recursos hídricos na área metropolitana são muito distintas nas margens direita e esquerda do rio Tejo, pelo que assumem diferente relevância nas duas zonas.

Recursos hídricos subterrâneos

A área metropolitana tem importantes reservas de recursos hídricos subterrâneos, associados a três dos aquíferos mais importantes de Portugal, sendo o principal o aquífero Tejo/Sado – Margem Esquerda, que abrange todos os municípios da zona sul da região (Figura 82). O município de Vila Franca de Xira está incluído nos Aluviões do Tejo e ainda no aquífero Tejo/Sado – Margem Direita. Na zona norte da área metropolitana é de referir o pequeno aquífero Pizões-Atrozela (municípios de Sintra e Cascais) e algumas áreas particularmente produtivas nas orlas indiferenciadas da bacia do Tejo e das bacias das ribeiras do Oeste, como a área da Serra de Sintra. Estas reservas subterrâneas permitem a existência de inúmeras captações, embora de reduzido caudal por captação.



Figura 82. Massas de água subterrâneas da AML

Fonte: APA/SNIRH (<https://snirh.apambiente.pt/snirh/atlasagua/galeria/mapasweb/pt/aa1027.pdf>) (2017)

Devido a esta distribuição geográfica, as águas subterrâneas têm fundamental relevância para os municípios da margem esquerda do Tejo, que delas dependem na quase totalidade para o seu abastecimento público, agrícola e industrial.

Na margem direita a relevância das águas subterrâneas é diminuta para o abastecimento público doméstico e apenas nos municípios de Sintra e Cascais há atualmente exploração para este uso. Pode ser localmente relevante para o abastecimento agrícola (ex.: município de Mafra) ou mesmo industrial (ex.: município de Vila Franca de Xira).

A dimensão do aquífero e sua natureza (poroso, cársico, etc.) determinam a sensibilidade a estímulos climáticos. Os aquíferos de grande dimensão (Tejo-Sado e aluviões do Tejo) são considerados pouco sensíveis a eventos climáticos extremos de seca, mas são afetados de forma significativa pelas alterações das médias dos parâmetros climáticos (cf. Novo *et al.*, 2018). Ou seja, atendendo à sua dimensão, em termos relativos, os eventos extremos de seca não constituem uma ameaça para o estado quantitativo destes grandes aquíferos. Contudo, cenários que apontem para uma tendência prolongada (30 anos ou mais) de alteração das médias dos parâmetros climáticos (precipitação e temperaturas), podem afetar a disponibilidade global dos aquíferos e conduzir a um forte rebaixamento do nível piezométrico.

Os aquíferos de pequena dimensão e os cársicos apresentam uma sensibilidade climática bastante mais significativa. Um evento de seca conduz a uma redução das disponibilidades, afetando a sua fiabilidade como recurso. É o caso do cársico e muito compartimentado aquífero Pizões-Atrozela e das áreas produtivas das orlas indiferenciadas (ex.: área da Serra de Sintra), que não se podem classificar tecnicamente como aquíferos.

A análise de sensibilidade anterior foi efetuada do ponto de vista da massa de água. Do ponto de vista do utilizador, que recorra à camada superficial do aquífero, a situação pode ter uma relevância muito distinta. Um pequeno rebaixamento do nível piezométrico de um grande aquífero em períodos de seca pode não ter relevância em termos das suas disponibilidades hídricas interanuais, mas ter um impacto na redução ou mesmo secagem de nascentes, galerias e poços, inviabilizando a utilização temporária de captações ou furos pouco profundos, apesar de as disponibilidades poderem ser abundantes a uma maior profundidade. No geral estes impactes são temporários, recuperando os aquíferos de forma mais ou menos rápida, consoante a intensidade da precipitação após a seca.

Tanto para a alteração média dos parâmetros climáticos a longo prazo como para os períodos extremos ou prolongados de seca, a evolução do nível piezométrico é um indicador de sensibilidade climática recomendado, visto que a alteração da precipitação e evapotranspiração origina impactes na recarga, os quais são traduzidos em alterações nos níveis piezométricos (cf. Novo, 2009; Carvalho 2000, in Oliveira *et al.*, 2010; Ferreira, 2012; der Beek *et al.*, 2018; Novo *et al.*, 2018).

Isto pode ser ilustrado pelos resultados do projeto BINGO²⁵ para os aquíferos do troço inferior do Tejo no horizonte temporal até 2024. Os aquíferos analisados neste projeto localizam-se na área do Baixo Tejo (Tejo-Sado), o que excluiu a análise do aquífero Pisões-Atrozela e das Orlas Indiferenciadas. No âmbito do projeto BINGO foi gerado um conjunto de 10 cenários climáticos, correspondendo a Réplica 1 (R1) ao cenário de máximo aumento da precipitação anual face à média

²⁵ O projeto BINGO (Bringing INnovation to onGOing Water Management) tem como objetivo avaliar os impactos das alterações climáticas no ciclo integrado da água, promovendo estratégias de gestão de risco e medidas de adaptação, numa lógica de redução de vulnerabilidades e de acréscimo de resiliência.

atual e R3 ao cenário de máxima redução da precipitação anual. Foi gerado ainda um cenário *ensembles* que corresponde ao conjunto dos 10 anteriores. Apresentam-se na Tabela 43 os resultados da modificação da recarga e variação dos níveis de água para estes cenários, conforme Novo *et al.* (2018), Novo e Martins (2018) e der Beek *et al.* (2018).

Tabela 43. Variação da recarga e dos níveis médios para os aquíferos da AML abrangidos pelo projeto BINGO, em cenários de alterações climáticas para o horizonte temporal de 2024

	Cenários MKlip	Tejo/Sado – Margem Esquerda	Aluviões do Tejo	Tejo – Margem Direita
Variação da recarga	R1	+ 37,6 %	+ 29,4 %	+ 49,1 %
	Ensembles	+ 4,2 %	+ 0,2 %	+ 5,4%
	R3	- 20,6 %	+ 5,4 %	- 10,4 %
Variação dos níveis de água	R1	+ 2 a +10 m	+ 1 a + 2 m	+3 a + 10 m
	Ensembles	insignificante	insignificante	insignificante
	R3	- 2 a - 10 m	- 2 m	- 5 a - 10 m

Fonte: Projeto BINGO (2018)

Embora os valores de variação dos níveis de água possam parecer pequenos, estes resultados referem-se à área total dos aquíferos e não refletem as variações locais que também são ilustradas pela modelação matemática destes. Assim, se no cômputo global as variações dos níveis podem parecer pequenas, considerando a área total dos aquíferos, tais valores expressam perdas significativas de volume renovável do recurso. A modelação mostra ainda que a variação destes níveis pode, contudo, ser localmente importante, chegando a superar os 10 m, mostrando que a alteração dos parâmetros climáticos é expressa por variações dos níveis de água que localmente são muito significativas.

As zonas costeiras dos aquíferos da área metropolitana, por estarem em contacto ou com o oceano ou com o estuário são naturalmente sensíveis à subida do nível do mar e consequente avanço da intrusão salina para o interior do aquífero. Com a subida do nível do mar, a intrusão salina não apenas avançará mais para o interior, ocupando uma maior área, mas a cota da sua interface aumentará igualmente, podendo afetar áreas cada vez menos profundas do aquífero como pode ser visto na Figura 83.

No entanto, embora a ação antrópica seja normalmente responsável pela larga maioria dos casos de intrusão salina, o efeito da subida do nível do mar só recentemente começou a ser estudado. Deste modo não existem dados que permitam identificar quais os efeitos sobre a intrusão salina que hajam decorrido ao longo do séc. XX, pela subida do nível do mar (cf. Antunes e Taborda, 2009) ou pelas ações antrópicas, pelo que se torna frequentemente impossível, perante um caso de intrusão

salina, destringar entre os impactes devido à alteração do clima/subida do nível do mar e os impactes devidos à ação antrópica.

A intrusão salina, independentemente das componentes antrópicas ou climáticas/subida do nível do mar, é assinalada por um aumento progressivo do teor de cloretos nas captações (usado como indicador deste problema). As áreas onde já se regista intrusão salina, normalmente em contexto de sobre-exploração, são muito sensíveis ao avanço futuro desta intrusão, de que são exemplo Costa da Caparica-Trafaria (Almada), a zona ribeirinha do Barreiro (Barreiro), zona ribeirinha do Seixal (Seixal), Margueira a Quinta da Bomba (Almada), Setúbal, Praias do Sado, Mitrena (Setúbal) e cidades de Moita, Montijo (sector ocidental), Alcochete, Alverca, Alhandra e Vila Franca de Xira e, em consequência, as captações aí localizadas, conforme referem os estudos de Simões (1998); Mendonça e Silva (2003); Barreiras (2009); Ferreira (2012); Magalhães *et al.* (2013); Zeferino (2016). No entanto, por ausência de dados, outras áreas adjacentes podem ter similar sensibilidade, mas tal não foi ainda identificado.

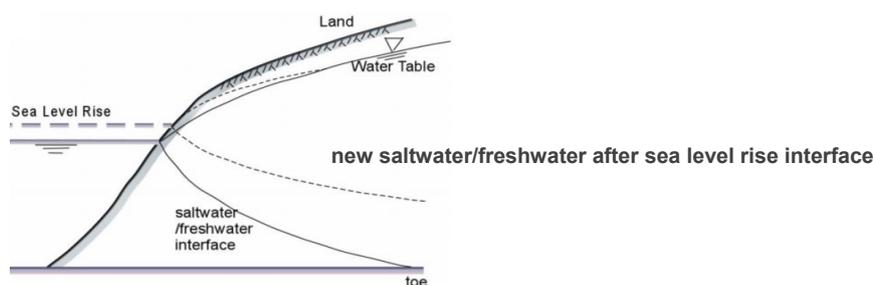


Figura 83. Evolução da intrusão salina em condições de subida do nível do mar e de não exploração do aquífero

Fonte: Codesso de Melo (2016)

Alguns processos de salinização nas áreas litorais (ou de interior) podem, contudo, não se relacionar diretamente com a subida do nível do mar, ou com a sobre-exploração, mas com processos naturais. Assim, por exemplo, na Várzea de Loures os furos estão salinizados (informação oral dos agricultores), suspeitando-se da presença de rochas de natureza salina em profundidade.

Recursos hídricos superficiais

As bacias hidrográficas do território metropolitano são de pequena expressão territorial (Figura 84). A bacia do Trancão, a maior bacia hidrográfica da área metropolitana, tem cerca de 280 km². A sua reduzida dimensão e as características climáticas da região determinam fluxos hídricos superficiais com linhas de água intermitentes ou mesmo efémeras. O reduzido valor do escoamento gerado por água precipitada na maioria dessas bacias inviabiliza a toma de água direta nos cursos de água com caráter regular bem como o seu represamento em albufeiras, pelo que o número de barragens é diminuto, com albufeiras de fraca capacidade de armazenamento.

O carácter intermitente dos pequenos cursos de água superficiais, associado à reduzida capacidade de armazenamento e de regularização da região, resulta numa disponibilidade hídrica sem continuidade e fiabilidade, pelo que a sua utilização para diferentes fins tem reduzida expressão na área metropolitana. Exemplos de usos dos recursos superficiais na zona norte são na Várzea de Loures (bacia do Trancão – município de Loures) para fins agrícolas e na albufeira do Rio da Mula (ribeira das Vinhas – município de Cascais) utilizada para complementar o abastecimento público a Cascais. Na zona sul, há a registar a Vala da Amieira, localizada em Palmela e utilizada para fins agrícolas em Alcochete, e pequenas albufeiras ou charcas utilizadas para fins agrícolas e industriais.

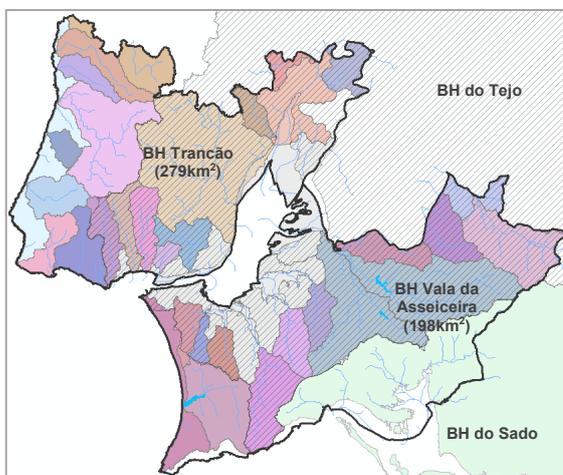


Figura 84. Bacias hidrográficas dos cursos de águas superficiais interiores da AML (Sub-bacias do Tejo e Ribeiras costeiras)

Fonte: PMAAC-AML (2018)

A sensibilidade climática das águas superficiais difere consoante são lóxicas (cursos de água) ou lénicas (albufeiras). A magnitude dos volumes (escoados ou armazenados) e o carácter perene ou temporário dos regimes fluviais são das características mais relevantes para analisar.

Na área metropolitana, devido à reduzida área drenante das bacias hidrográficas, a disponibilidade dos recursos hídricos superficiais responde rapidamente à ocorrência de precipitação, o que os torna extremamente sensíveis a alterações nas quantidades precipitadas e na distribuição temporal. Mesmo que as alterações na componente precipitada do ciclo hidrológico não signifiquem perdas no volume anual, mas tão-somente a sua redistribuição interanual (com maior concentração em certos períodos), elas irão promover maior vulnerabilidade dos sistemas hídricos superficiais a fenómenos extremos (cheias e secas).

Em termos qualitativos a topografia dos cursos de água superficiais intermitentes determina as características ecológicas. Nos cursos de água com pegos existem condições para assegurar a continuidade de diversas espécies biológicas, que compõem os ecossistemas locais. Estes ecossistemas apresentam sensibilidade climática a secas prolongadas, por inviabilizarem o suporte

biológico nos pegos, podendo conduzir à alteração dos habitats. A sensibilidade climática natural das pequenas albufeiras da região, em eventos prolongados de reduzida precipitação, estará muito condicionada pela biomassa existente nas albufeiras (quantidade de peixes e de vegetação), que afetará essencialmente a concentração em oxigénio dissolvido.

Em conclusão, as águas superficiais apresentam uma elevada sensibilidade a estímulos climáticos.

A Figura 85 ilustra a sensibilidade climática das águas subterrâneas e superficiais.

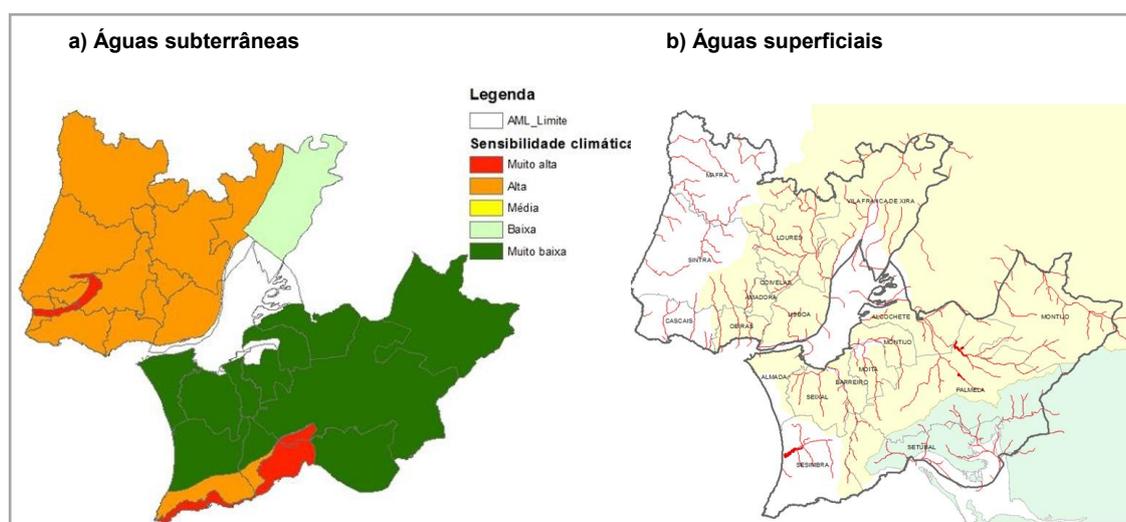


Figura 85. Sensibilidade dos recursos hídricos aos estímulos climáticos: a) águas subterrâneas e b) águas superficiais.

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Recursos hídricos exógenos à área metropolitana

Deficiente em aquíferos produtivos e em recursos hídricos superficiais relevantes, a margem direita do Tejo não consegue assegurar as suas próprias necessidades com base em recursos hídricos endógenos, sendo o abastecimento público assegurado, quase na sua totalidade, a partir de outras zonas da bacia do Tejo (Zêzere e complexo de Valada-Tejo e Alviela) (Figura 86). Na zona norte da área metropolitana os recursos endógenos são sobretudo utilizados pela agricultura ou para rega de espaços públicos.

À sensibilidade da área metropolitana às tendências climáticas soma-se a sensibilidade a estas tendências das regiões de onde provêm estes recursos exógenos. Estudos desenvolvidos (Aus Der Beek *et al.*, 2016) demonstram que, a curto prazo, existe uma tendência de aumento de precipitação média anual na bacia hidrográfica do Zêzere, onde se localiza a albufeira de Castelo de Bode, principal origem de água para abastecimento público a Lisboa, apesar de poderem existir períodos prolongados de seca (maior variabilidade).

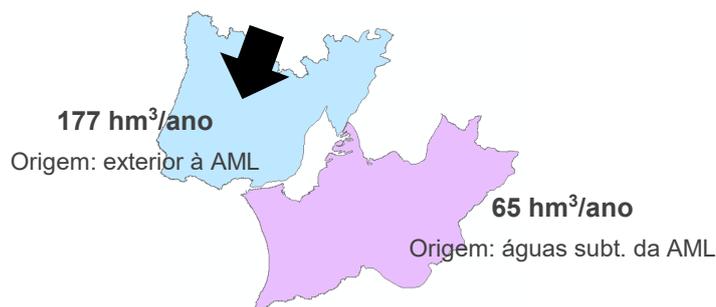


Figura 86. Volume de água distribuído para abastecimento público em 2017

Fonte dos dados: ERSAR (2018)

A governança dos recursos hídricos desempenha um papel fundamental na gestão dos recursos existentes. Esta vertente poderá ser tão ou mais determinante do que as alterações climáticas.

Relativamente aos recursos endógenos à área metropolitana, e atendendo à reduzida capacidade de armazenamento superficial, o principal aspeto de governança centra-se na gestão da procura de água. Relativamente aos recursos externos à região, o planeamento e gestão dos recursos exógenos à área metropolitana poderá ser determinante quer para as disponibilidades hídricas, nomeadamente a capacidade intersazonal ou interanual de regularização, quer para os caudais do rio Tejo, quer para a qualidade dos recursos hídricos, de forma a não comprometer os usos existentes ou previstos nem a qualidade ambiental.

Em (Rocha, F. *et al.*, 2018) é demonstrada a importância de uma gestão partilhada e coresponsabilizada dos recursos hídricos da albufeira de Castelo de Bode e do rio Tejo em anos consecutivos de seca.

9.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa

Os recursos hídricos apresentam sensibilidade climática e não têm *per si* capacidade de adaptação, reagindo diretamente à precipitação e demais estímulos climáticos. Por serem recursos, as suas disponibilidades e qualidade dependem, quer do potencial hídrico intrínseco das massas de água, quer das pressões antrópicas existentes.

Sendo um recurso, o objetivo da ENAAC para este sector consiste em “*Reduzir a vulnerabilidade dos sectores, atividades e sistemas dependentes ou afetados pela água aos impactes decorrentes do aumento da concentração dos gases com efeito de estufa, de uma forma sustentável do ponto de vista técnico, económico, ambiental e social.*” (EN AAC_RH, 2013).

Este objetivo geral foi traduzido em 4 objetivos estratégicos de adaptação:

- Redução das pressões sobre o meio hídrico;
- Reforço da segurança da disponibilidade de água;
- Gestão do risco;

- Aprofundamento e divulgação do conhecimento.

Destes objetivos resultaram orientações para programas de medidas relacionados com a água, focados nos seguintes sectores:

- Planeamento e gestão dos recursos hídricos
- Serviços da água
- Ecossistemas aquáticos e biodiversidade
- Agricultura e florestas
- Produção de eletricidade
- Turismo
- Zonas costeiras

Destes, os cinco últimos sectores estão abrangidos pelo PMAAC-AML, bem como os aspetos de segurança relacionados com os dois primeiros sectores (no âmbito do sector de segurança de pessoas e bens). A capacidade adaptativa dos recursos hídricos é aqui analisada focando-se nos aspetos transversais do “Planeamento e gestão dos recursos hídricos” não abrangidos pelos restantes sectores do PMAAC-AML e nos aspetos dos “Serviços da água” (abastecimento público) diretamente relacionados com os recursos hídricos.

Relativamente aos aspetos qualitativos associados a pressões antrópicas (descarga de poluentes), a proteção das massas de água e dos ecossistemas dependentes, a proteção das captações de água e a drenagem e tratamento de águas residuais estão abrangidas por objetivos ambientais e legais nacionais e comunitários, que devem ser alcançados independentemente dos cenários prospetivos de alterações climáticas. Acresce que a região apresenta já uma boa cobertura de drenagem e as estações de tratamento dispõem no mínimo de tratamento secundário ou superior com base no PGRH (2016), embora com potencial para melhorar. Exceções encontram-se nos municípios de Sesimbra e Setúbal, onde existem instalações com tratamento inferior.

Tal como referido na análise de sensibilidade, as características das pequenas bacias hidrográficas da área metropolitana não permitem um aumento significativo da capacidade de armazenamento e de regularização do escoamento das águas (exceção para o caso do Rio Grande da Pipa no município de Vila Franca de Xira). As águas subterrâneas apresentam diferente potencial para armazenamento de água.

Assim, atendendo aos objetivos da ENAAC para o sector dos hídricos; às características hidromorfológicas das massas de água da região, ocupação urbana e outras condicionantes físicas; a que um conjunto de aspetos qualitativos são obrigações legais nacionais e comunitárias de proteção das massas de água, independentemente das alterações climáticas; a que diversos aspetos adaptativos são abordados pelos sectores socioeconómicos do PMAAC-AML; aos objetivos e âmbito de atuação do PMAAC-AML, são considerados como aspetos mais relevantes no âmbito da capacidade adaptativa dos recursos hídricos os relacionados com o “**reforço da segurança da**

disponibilidade de água", mais especificamente para cada um dos seus objetivos específicos (ENAAC_RH, 2013):

- Aperfeiçoamento dos processos de planeamento e gestão dos recursos hídricos → **Reforço e diversificação das origens de água;**
- Reforço das infraestruturas de captação, regularização e adução → **Promoção do uso eficiente da água.**

Considerou-se que a **garantia intrínseca de disponibilidade de água** de uma massa de água subterrânea da região poderá ser facilitadora da capacidade de adaptação dos sectores dependentes, já que facilita o reforço e diversificação das respetivas origens de água. Garantia intrínseca é o volume de água de uma massa de água disponível para utilização. É sobretudo sobre as massas de água que oferecem garantias que a eficiência da gestão dos recursos hídricos se deve aperfeiçoar. Considerou-se que a capacidade adaptativa é inversamente proporcional à sensibilidade climática, pelo que se atribuiu aos sistemas subterrâneos da região a seguinte capacidade adaptativa: Aquífero Tejo-Sado / 5 - muito alta; Aluviões do Tejo / 4- alta; Orlas Indiferenciadas / 3 - baixa; Aquífero Pizões-Atrozela / 1 - muito baixa.

Do lado da eficiência da procura de água, considerou-se que um bom conhecimento técnico das entidades gestoras de abastecimento público sobre o estado das infraestruturas da sua responsabilidade (captação, regularização, adução, distribuição) seria facilitador da capacidade de adaptação relativa ao aumento da eficiência do uso da água no sector dos Serviços da Água. Recorreu-se ao **Índice de Conhecimento Infraestrutural (ICI)** estabelecido pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos - ERSAR. Ao contemplar todas as infraestruturas, abrange não só a distribuição em baixa, comum a toda a AML, como também a adequação das origens de água, relevante na zona sul (margem esquerda). É ainda um indicador indireto de sustentabilidade ambiental.

Deste modo, apresentam-se os seguintes indicadores (Tabela 44):

- **Segurança das disponibilidades de água: Garantia intrínseca de disponibilidade de água** das massas de água subterrâneas da AML, que traduz a capacidade em facilitar a adaptação dos sectores socioeconómicos delas dependentes, através do reforço e/ou diversificação das respetivas origens de água. A capacidade de adaptação é apresentada como sendo a relação entre a capacidade adaptativa de cada município e a capacidade média da região (AML=100);
- **Eficiência da procura de água nos Serviços da Água: Índice de conhecimento infraestrutural (ICI)**, da ERSAR, que traduz o grau de conhecimento das entidades gestoras de abastecimento público sobre as infraestruturas. A capacidade de adaptação é apresentada como a relação entre o ICI de cada município e o valor médio para a região em 2016 (AML=100).

Tabela 44. Indicadores de capacidade adaptativa para o Sector 'Recursos Hídricos', por município

Município	Garantia intrínseca de disponibilidade de água (Águas subt. da AML) (a)		Índice de conhecimento infraestrutural (b)	
	Classe	Índice	Número [0-200]	Índice
Alcochete	5	143	106	69
Almada	5	143	172	112
Amadora	2	57	191 ^(c)	124
Barreiro	5	143	194	126
Cascais	2	57	179	116
Lisboa	2	57	195	127
Loures	2	57	166 ^(d)	108
Mafra	2	57	162	105
Moita	5	143	136	88
Montijo	5	143	92	60
Odivelas	2	57	166 ^(d)	108
Oeiras	2	57	191 ^(c)	124
Palmela	5	143	108	70
Seixal	5	143	123	80
Sesimbra	5	143	113	73
Setúbal	5	143	177	115
Sintra	2	57	159	103
Vila Franca de Xira ⁽²⁾	2	57	143	93
AML	3.5	100	154	100

(a) Recursos regionais (endógenos à AML)

(b) ERSAR – Relatório dos (Relatorio_dados_indicadores_2016.xlsx): dados 2016

(c) Entidade Gestora comum ao município da Amadora e Oeiras

(d) Entidade Gestora comum ao município de Loures e Odivelas

(e) As captações subterrâneas dos aluviões do Tejo pertencem à EPAL (reservas estratégicas)

O primeiro indicador é orientado para os recursos hídricos em si e permite concluir que a margem esquerda do rio Tejo (zona sul) oferece boas garantias de disponibilidade, facilitando a adaptação dos sectores dependentes com base nos recursos locais. A margem direita, por outro lado, não proporciona garantias de fiabilidade que facilitem a adaptação, motivo pelo qual, já presentemente, o abastecimento público à zona norte tem origens exógenas à área metropolitana.

O aperfeiçoamento da gestão dos recursos hídricos passa, entre outros aspetos, pela gestão da procura de água. O segundo indicador representa a capacidade técnica adaptativa municipal de reduzir a procura de água para abastecimento público, através de um aumento de eficiência. As entidades de gestão da zona sul apresentam em média um menor conhecimento sobre as infraestruturas que gerem (média 88) comparativamente com a zona norte (média de 112). Existem muitas assimetrias municipais e é ainda de realçar que existem municípios com bons ICI que

registam baixos valores de perdas reais ou de índices de água não faturada (ANF), como por exemplo Lisboa (ANF₂₀₁₇=8,5%), e outros com elevados ICI mas com elevadas taxas de perdas (exemplo Barreiro, ANF₂₀₁₇=40,8%). O ICI traduz apenas a capacidade adaptativa técnica, não abrange motivações políticas ou capacidades financeiras.

Na zona norte, a dependência externa para abastecimento público continuará a existir. O maior potencial para adaptação reside na otimização das infraestruturas (redução do nível de perdas).

A escassez de recursos hídricos para abastecimento público não foi um problema com repercussão pública significativa na área metropolitana nas últimas décadas, pela que a resposta adaptativa não passou por soluções ou respostas dos agentes de proteção civil, não constando nos PIC.

As respostas adaptativas que contribuem para o reforço da segurança das disponibilidades hídricas têm passado por um conjunto de ações orientadas quer para o uso eficiente da água (redução de perdas nas infraestruturas), quer para a procura de origens alternativas de água, quer ao nível de comportamentos. Como exemplo de procura de origens alternativas de água refira-se o caso do município de Loures, onde desde há alguns anos se utilizam os efluentes das ETAR para regadio. Este tipo de ações só pode ser generalizado na região se as rejeições tiverem um grau de qualidade que não comprometa o ambiente, nem a saúde pública. Outro exemplo reside na atual preocupação demonstrada por diversos municípios em utilizar águas subterrâneas locais para rega de espaços públicos verdes (geralmente efetuada a partir da rede pública, com água tratada).

Como exemplo de alteração de comportamentos refere-se a crescente utilização de plantas de sequeiro em parques e jardins públicos bem como a promoção de campanhas de sensibilização para o uso eficiente da água orientadas para os munícipes ou para diferentes ciclos do ensino público (informação recolhida nos *workshops* municipais).

No sector agrícola, as ações de proteção das massas de água têm sido também significativas, quer ao nível da eficiência do uso da água, quer ao nível do impacte ambiental sobre as massas de água superficiais e subterrâneas.

Todas as referidas ações têm na sua génese uma motivação económica, mas resultam em ações *win-win*, já que contribuem para o reforço da segurança hídrica.

Na Tabela 45 identificam-se entidades com intervenção relevante para o aumento da eficiência do uso da água (redução da procura) e para a redução dos impactes ambientais sectoriais.

Tabela 45. Identificação de responsáveis pelo planeamento e execução da resposta para o sector 'Recursos Hídricos'

Instituições responsáveis/envolvidas pelo planeamento da resposta	Instituições responsáveis/envolvidas pela execução da resposta de adaptação
<ul style="list-style-type: none"> – Ministério do Ambiente / Agência Portuguesa do Ambiente – Ministério da Agricultura / DGADR e DRAP – Ministério da Educação – Entidade Reguladora do Sector da Água e dos Resíduos (ERSAR) 	<ul style="list-style-type: none"> – Autoridade de Região Hidrográfica do Tejo (ARH Tejo) – Câmaras Municipais (Serviços Municipalizados – SMAS) – Entidades responsáveis pela exploração e gestão dos sistemas de captação, tratamento e distribuição de água – Escolas básicas – Associações Agrícolas

Fonte: PMAAC-AML (2018)

9.4. Identificação de Impactes e Vulnerabilidades Climáticas Atuais

Sendo o sector de recursos hídricos transversal e de suporte a outros sectores, convém interiorizar o conceito de impacte no âmbito da ENAAC (2013): *“O impacte das alterações climáticas sobre um sistema de recursos hídricos não depende apenas da variação da disponibilidade e da procura de água, mas também das suas características e de como a sua gestão evolui para integrar progressivamente novos condicionamentos, incluindo os decorrentes do novo quadro climático. Nalguns casos, as alterações de origem não climática na envolvente do sistema podem ter um impacte sobre os recursos hídricos superior aos decorrentes da própria alteração climática. Uma estratégia de adaptação deve, por isso, ser desenvolvida no seio do processo mais vasto de planeamento e gestão dos recursos hídricos, podendo inclusive ser catalisadora de reestruturações há muito planeadas.”*

O principal impacte climático nos recursos hídricos é geralmente atribuído aos fenómenos extremos associados à precipitação, mas, tal como referido nos capítulos anteriores e como reconhecido pela ENAAC, quer as características das massas de água quer a ação antrópica são fundamentais, sendo frequentemente difícil distinguir se o impacte se deve a causas climáticas ou antrópicas.

O Perfil dos Impactes Climáticos (PIC) regista sobretudo respostas a situações de emergência pelos agentes de proteção civil. O PIC não tem registos associados a secas. Na área metropolitana, nas últimas décadas, a escassez de recursos hídricos não foi um problema com repercussão pública significativa, uma vez que não comprometeu o abastecimento doméstico na região, pela que a resposta não envolveu agentes de proteção civil. Impactes pontuais foram facilmente colmatados com fontes alternativas de abastecimento pelas entidades gestoras de abastecimento público. A escassez hídrica teve impactes na agricultura de regadio, não constando também no PIC uma vez que a água para regadio não é também razão de intervenção pelos agentes de proteção civil. Não existem também registos no PIC de problemas verificados nas poucas albufeiras da área

metropolitana, por mortandade de peixes ou outros problemas associados à seca. Também não registaram, obviamente, ocorrências nas águas subterrâneas.

Existem eventos registados no PIC associados a fenómenos de precipitação intensa, com impacto nos sectores socioeconómicos ou na segurança de pessoas e bens, que são cobertos pelos restantes sectores do PMAAC.

Os impactes conhecidos sobre os recursos hídricos têm por isso outras fontes de informação.

Impactes conhecidos que resultaram em escassez hídrica para a agricultura estão associados aos perímetros públicos de regadio da AML. As fontes consistiram em entrevistas, encontros técnicos e projetos conjuntos com o LNEC (projeto BINGO). O sistema agrícola da Várzea de Loures ressentiu-se do impacto que a variabilidade de precipitação causou nos caudais dos rios da bacia do Trancão, até se iniciar a rejeição dos efluentes das ETAR para os cursos de água. A Lezíria Grande de Vila Franca de Xira ressentiu-se ainda por vezes do reduzido número de horas do rio Tejo com valores de salinidade que permitam captação para rega no Conchoso, não só em períodos de seca (os mais graves) mas também em períodos ditos normais, devido à imprevisibilidade das descargas das albufeiras a montante (problemas de gestão de recursos hídricos). Contactos diretos entre a Associação de Regantes da Lezíria Grande e a EDP têm tentado ultrapassar esta questão. Em causa estão também os acordos bilaterais com Espanha, no âmbito da Convenção Luso Espanhola de Albufeira.

A captação da EPAL de Valada no rio Tejo ressentiu-se dos mesmos problemas, constando-se que também a EDP foi contactada, para resolução de situações específicas.

A albufeira do Rio da Mula, utilizada para suprir uma pequena percentagem do abastecimento público ao município de Cascais, registou problemas de eutrofização na prolongada seca de 2004 e 2005, o que levou à suspensão do abastecimento a partir desta albufeira, colmatada por outras fontes alternativas (Fonte: Grupo de Seca 2015).

Relativamente às águas subterrâneas os principais impactes são a degradação da qualidade da água, por via da intrusão salina, e a descida dos níveis de água, afetando pontualmente o funcionamento dos equipamentos de bombagem e em consequência a capacidade para fornecer água para os usos a que se destinam.

Existe algum desconhecimento dos impactes climáticos e antrópicos sobre as águas subterrâneas da AML. Os estudos são relativamente escassos e o acesso à informação limitado, pelo que a análise destes impactes é incompleta.

A Figura 87 ilustra a evolução dos níveis de água com base nos dados da rede WISE (cf. Lobo Ferreira *et al.*, 2011), que resulta da análise de tendências de longo prazo. Estas são aliás mais importantes, no que se refere à análise dos impactes para os grandes aquíferos, do que a análise dos eventos extremos. Esta evolução piezométrica está sobretudo relacionada com a exploração dos aquíferos. As zonas a vermelho ilustram situações de descida dos níveis por sobre-exploração, indicando um impacto negativo sobre o sistema a nível local. As zonas a verde indicam áreas em

que relativamente às primeiras medições de nível de água ocorreu uma recuperação dos níveis do aquífero, possivelmente por alteração dos volumes de captação, indicando um impacto positivo. As zonas a azul, áreas onde os impactos exploração/clima são atualmente irrelevantes. As zonas a cinzento são as áreas de desconhecimento sobre o comportamento do nível piezométrico.

A Figura 88 resume o conhecimento atual sobre a degradação da qualidade devido à intrusão salina na AML, resultando da análise dos trabalhos de Simões (1998); Mendonça e Silva (2003); Barreiras (2009); Magalhães *et al.* (2013); Zeferino (2016). De acordo com estes trabalhos, há áreas que exibem intrusão no aquífero superficial, outras no superficial e no profundo, assinaladas a laranja e vermelho, respetivamente, pois o impacto é mais importante quando ambos os aquíferos são afetados. As zonas de salinização natural correspondem sobretudo a áreas de sapal ou onde possam ocorrer rochas de natureza salina (áreas a azul) e, embora a degradação seja de origem natural, é, contudo, de relevância. As zonas de salinização por motivo desconhecido (áreas a amarelo) denotam um impacto que será relevante, já que nessas zonas ocorrem captações (cf. base de dados AML). Nas zonas de litoral de arriba o impacto por intrusão salina é desconhecido (áreas a cinzento) mas admite-se que seja reduzido, dado o pequeno número de captações existentes e respetivos volumes prováveis de exploração. As zonas de interior (áreas a branco) são naturalmente não afetadas pela degradação da qualidade por efeito da intrusão salina, devido à sua localização face à orla costeira (zonas a branco), pelo que os impactos são nulos.

A Tabela 46 resume os principais eventos de seca, impactos e consequências.

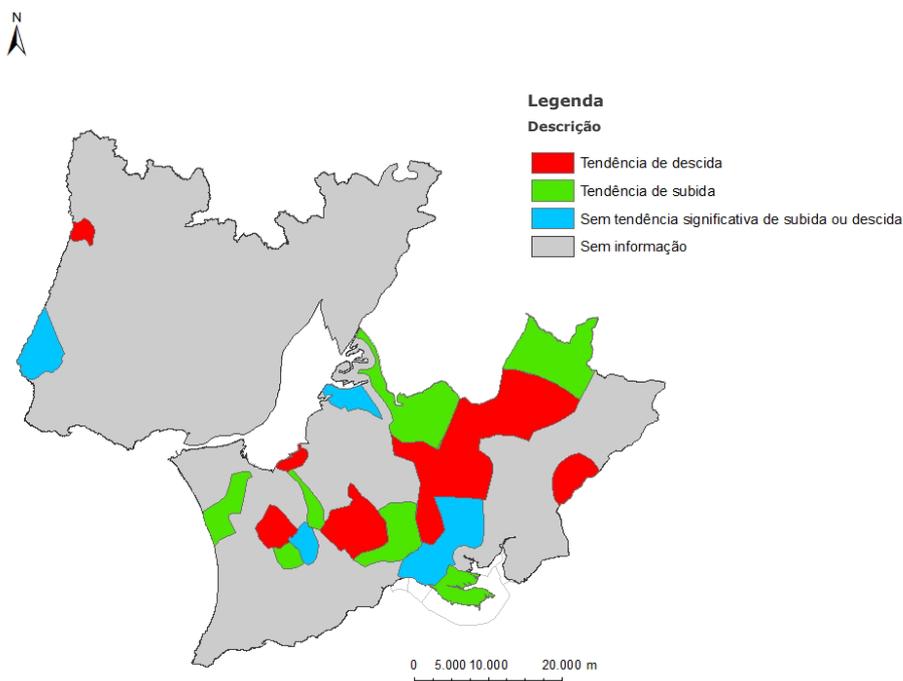


Figura 87. Variação do nível piezométrico nos aquíferos na área metropolitana

Fonte: Rede WISE (2011)

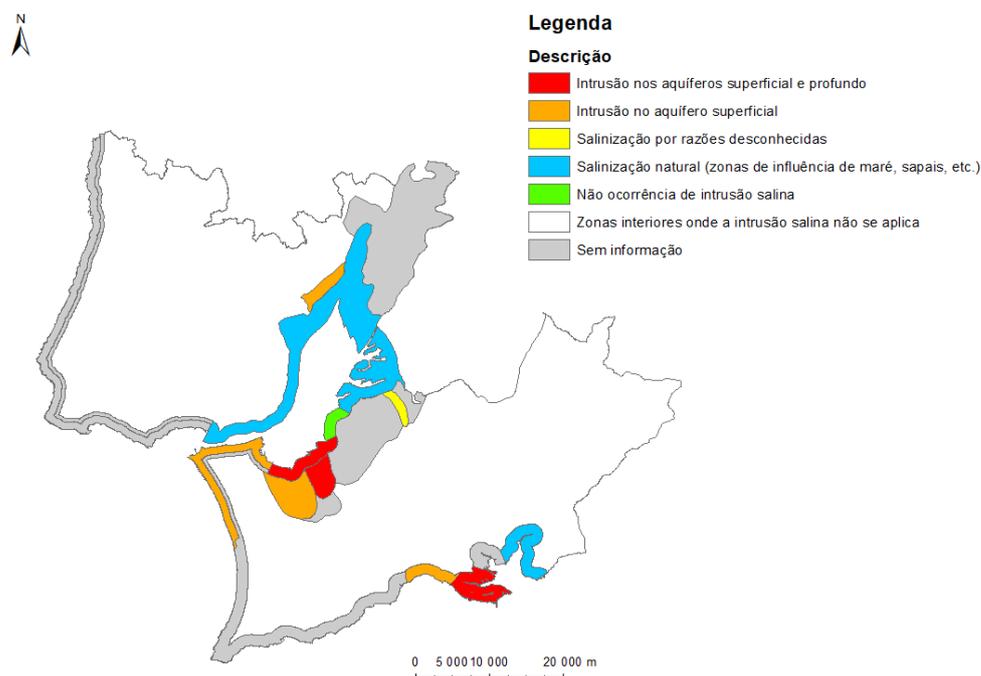


Figura 88. Intrusão salina nos aquíferos na área metropolitana

Fonte: Base de dados do PMAAC-AML (2018) e Bibliografia citada no texto.

Tabela 46. Apresentação dos principais eventos com impacte no sector 'Recursos Hídricos'

Tipologia de Evento	Detalhes	Impactes	Consequências
Secas 1975/76, 1980/81, 1991/92 1998/99, 2004/05, 2007, 2008, 2009, 2012, 2015, 2016)	Secas 1975/76 (T=10 anos); 1980/81 (T=25 anos); 1991/92 (T=15 anos); 1998/99 (T=15 anos); 2004/05 (T=175 anos); Menor magnitude: 2007, 2008, 2009, 2012, 2015, 2016	<ul style="list-style-type: none"> - Redução dos caudais dos pequenos rios e ribeiras - Redução das aflúncias do rio Tejo à área metropolitana - Redução dos níveis médios de água nos pequenos reservatórios - Intrusão salina dos aquíferos junto aos estuários - Descida do nível piezométrico - Aumento da procura antrópica de água 	<ul style="list-style-type: none"> - Degradação temporária da qualidade da água dos pequenos rios e ribeiras e dos reservatórios - Redução do nº de horas com salinidade adequada para derivação no Conchoso para fins agrícolas (limite da área metropolitana) - Impactes em algumas atividades económicas dependentes dos recursos hídricos superficiais locais (essencialmente na agricultura)

Fonte: PMAAC-AML (2018)

A vulnerabilidade climática dos recursos hídricos está associada à garantia intrínseca de disponibilidade de água.

Na margem esquerda do Tejo, os recursos hídricos subterrâneos são explorados no aquífero superficial e profundo. Pelas suas características intrínsecas, embora globalmente este sistema aquífero possa considerar-se resiliente, o aquífero superficial é mais vulnerável do que o profundo, tanto quanto à descida dos níveis quanto à intrusão salina.

9.5. Identificação de Impactes e Vulnerabilidades Climáticas Futuras

A redução da precipitação é o principal fator de risco climático para o sector dos recursos hídricos. A procura de água é o outro fator determinante. É da conjugação de ambos que poderá resultar um *deficit* hídrico. Assim, a graduação dos impactes será inferida pela conjugação entre as magnitudes dos desvios de cada grandeza climática face ao valor médio atual e a expressividade dos impactes esperados sobre os recursos hídricos.

Até ao presente a análise dos impactes das alterações climáticas tem sido baseada em fenómenos meteorológicos extremos, o que embora se adegue melhor ao caso dos pequenos aquíferos sitos na margem direita do Tejo, não se adequa aos grandes aquíferos da margem esquerda e, em ambos os casos, não ilustra o aspeto mais importante que são as alterações ao funcionamento do aquífero pelas alterações das normais climáticas. Assim, para análise dos impactes futuros, o mais relevante será a alteração das tendências climáticas (traduzidas pelas normais climáticas).

A análise das projeções climáticas baseadas nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 para a área metropolitana permitiu identificar quais as principais anomalias das diferentes variáveis climáticas projetadas para os períodos 2041-2070 e 2071-2100.

Os parâmetros climatológicos com relevância para as massas de água que apresentam maior garantia intrínseca de disponibilidades de água projetados pela cenarização climática são:

- Diminuição generalizada da precipitação média anual, de 5% a 6% para o período 2041-2070, para ambos os cenários RCP, e de 4% (RCP 4.5) a -17% (RCP 8.5) para o período de 2070-2100, resultando numa diminuição do volume de água disponível para a recarga de aquíferos;
- Aumento generalizado da temperatura média anual, de 1,3 °C (RCP4.5) e 1,8 °C (RCP 8.5) para o período de 2041-2070, e de 1,6 °C (RCP 4.5) a 3,2 °C (RCP 8.5) para o período de 2070-2100, resultando num aumento da evapotranspiração e conseqüentemente uma menor disponibilidade potencial para a recarga dos aquíferos.

Para os aquíferos há ainda a considerar que a cenarização aponta para uma subida do nível do mar em cerca de 1 m no horizonte temporal 2100, o que potenciará o agravamento da intrusão salina, e assim afetar a qualidade da água nos sistemas de captação localizados nas zonas impactadas.

As anomalias projetadas para o período 2041-2070 apontam para uma diminuição do valor do índice SPI entre -0,26 e -0,32 (cenários RCP 4.5 e 8.5, respetivamente) indiciando que a região se

encontrará próximo do limiar de 'seca fraca'. No período 2070-2100 deste século o índice variará entre -0.20 e -0.91 (cenários RCP 4.5 e 8.5, respetivamente), o que para este último cenário, colocará a região muito próximo da categoria de 'seca moderada'.

Tabela 47. Síntese de principais impactes futuros para o sector 'Recursos Hídricos'

Impactes positivos diretos (oportunidade)	Impactes negativos diretos (ameaças)
	<ul style="list-style-type: none"> – Redução das disponibilidades hídricas superficiais – Redução das disponibilidades hídricas subterrâneas (descida do nível piezométrico) – Degradação da qualidade da água dos rios, ribeiras e albufeiras durante os eventos de seca – Redução das afluições de água doce do rio Tejo à área metropolitana – Avanço da interface água salgada/doce para o interior do continente (intrusão da cunha salina) – Salinização dos aquíferos nas zonas de captação litorais ou junto aos estuários do Tejo e Sado – Alteração dos habitats (espécies existentes) – Aumento da procura antrópica de água
Impactes positivos indiretos (oportunidade)	Impactes negativos indiretos (ameaças)
<ul style="list-style-type: none"> – Melhoria do uso eficiente da água; – Melhoria das estratégias e práticas de gestão dos recursos hídricos nacional e regional; – Articulação do plano de gestão de seca do Tejo com o correspondente plano espanhol, reduzindo o impacte no caudal do Tejo afluente à área metropolitana; – Reflexão sobre o ordenamento e usos do solo 	<ul style="list-style-type: none"> – Redução da capacidade de diluição – Redução dos períodos de abastecimento – Alteração do coberto vegetal com consequentes impactes sobre a recarga de aquíferos – Aumento da frequência de incêndios rurais e florestais, com consequentes impactes sobre a recarga e a qualidade das águas que entram no aquífero – Rebaixamento dos níveis piezométricos e consequente esgotamento de furos e danos nos equipamentos de captação – Impactes nas atividades económicas dependentes dos recursos hídricos superficiais locais (essencialmente na agricultura)

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Para as águas superficiais as projeções de cenarização climática com algum impacte são:

- Aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa (>20mm), de +1 a +2 dias (2041-2070);
- Aumento da frequência dos dias muito quentes, mais acentuado no interior da região (agravamento do gradiente térmico litoral-interior), mais vincado no verão, de + 13 dias (2041-2070, no cenário RCP 4.5) a + 35 dias (2071-2100, no cenário RCP 8.5);

- Diminuição generalizada da precipitação anual, de -5% a -6% (2041-2070); a -4% (RCP 4.5) a -17% (RCP 8.5) (2070-2100), resultando no alargamento e acentuação da estação seca no regime pluviométrico anual.

A projeção de incremento de um ou dois dias com precipitação superior a 20mm só será significativa no montante total anual das disponibilidades hídricas superficiais se os valores volumétricos específicos em questão (l/m²) forem de uma ordem de grandeza superior (cerca do triplo) dos 20mm do limiar, se produzirem volumes de escoamento significativos (se se precipitarem sobre extensas áreas drenantes) e se houver represamento a jusante. Esta conjugação só é verificável nos municípios onde existe um número considerável de represamentos para fins maioritariamente agrícolas. Ainda assim, a maioria são charcas ou açudes de fraca capacidade pelo que não terão capacidade de regularização.

Tendo em conta cumulativamente as projeções de diminuição generalizada dos volumes anuais, os excedentes acima enunciados não serão significativos.

Tabela 48. Matriz de avaliação do risco climático sectorial 'Recursos hídricos'

Riscos Climáticos	Nível do Risco			Tendência do Risco
	Presente (até 2040)	Médio Prazo (2041/2070)	Longo Prazo (2071/2100)	
A. Precipitação excessiva	1	1	1	↑
B. Redução da precipitação	1	2	4	↑
C. Alteração na escala sazonal da precipitação	2	2	2	→
D. Secas	2	4	6	↑
E. Temperaturas elevadas/ondas de calor	1	2	4	↑
F. Alteração na escala sazonal da temperatura	1	1	2	↑
G. Nível médio das águas do mar	1	2	4	↑
H. Temperaturas baixas/ondas de frio	1	1	1	→
I. Gelo/geada/neve	1	1	1	→
J. Granizo	1	1	1	→
K. Ventos fortes	1	1	1	→
L. Tempestades/tornados/trovoadas	1	2	4	↑

Legenda:

Nível de risco: 
Baixo Moderado Alto

↑ Aumento do Risco → Manutenção do Risco ↓ Diminuição do Risco

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Se, contudo, os valores projetados como superiores a 20mm forem de uma ordem de grandeza superior e ocorrerem em poucas horas (100 mm/3hr, por exemplo), então serão de esperar mais cheias rápidas. Os seus efeitos serão essencialmente relevantes para a segurança de pessoas e bens.

Um aumento da temperatura proporcionará maior evaporação. Um aumento de tempestades estuarinas proporcionará maior salinização.

Uma diminuição generalizada da precipitação anual poderá estar associada a maiores períodos de seca que terão implicações na maior disponibilidade de água represada nos açudes e albufeiras, condicionando grandemente os usos agrícolas e alguns usos industriais.

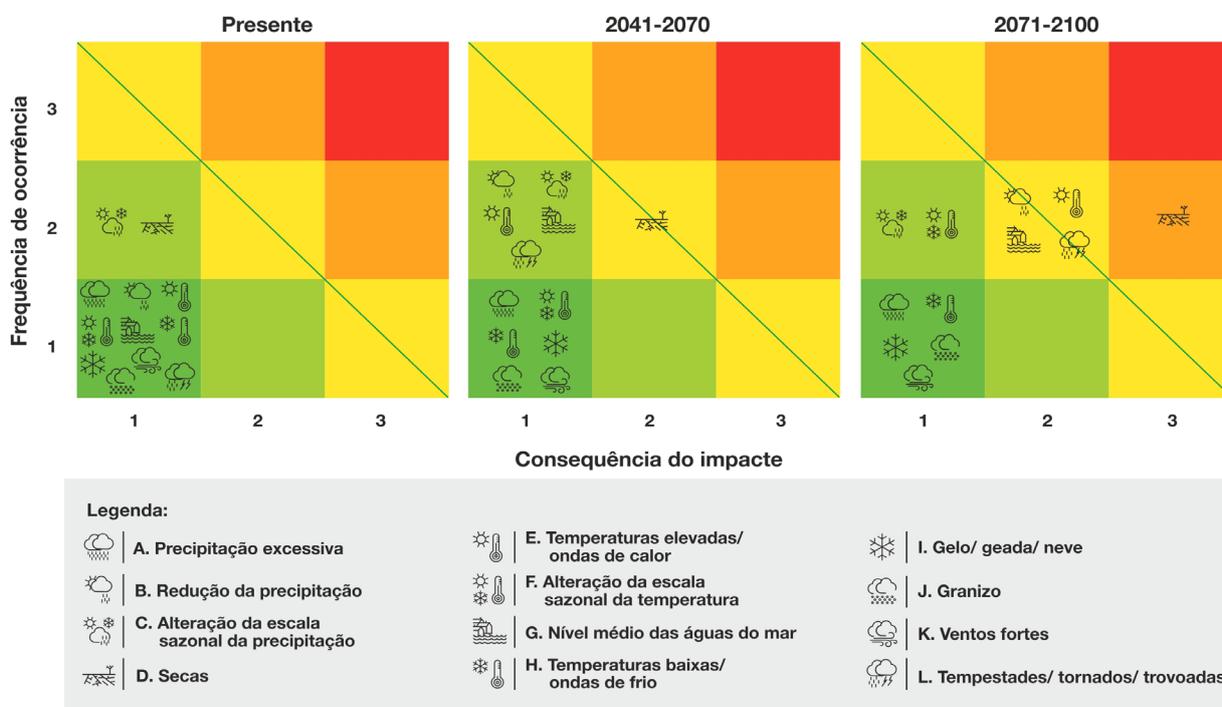
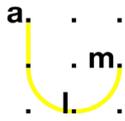


Figura 89. Evolução do risco climático para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector 'Recursos Hídricos'

Fonte: PMAAC-AML (2018)



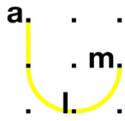
adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 10. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas no Sector Saúde Humana

Cofinanciado por:





10. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas ‘Saúde Humana’

10.1. Introdução

O aumento da temperatura do ar poderá alterar o conforto bioclimático, nomeadamente através do aumento do número de dias em que o desconforto térmico estival é acentuado e, desse modo, provocar uma sobrecarga térmica acrescida na população. O aumento do desconforto térmico estival poderá condicionar a saúde humana, nomeadamente por requerer um esforço termorregulatório suplementar por parte dos indivíduos para atingirem o conforto. Com o aumento da magnitude e intensidade de picos extremos de calor ou ondas de calor, é expectável que se assista a uma maior morbilidade e/ou mortalidade por doenças associadas ao calor (desidratação, fadiga e golpes de calor), e que estas atuem com maior severidade na população com menor capacidade de proteção, como sejam os idosos, crianças ou turistas não aclimatizados.

Nas cidades e especialmente nas áreas metropolitanas, estas consequências são geralmente ampliadas pelas condições térmicas e higrométricas específicas destes espaços, gerando o efeito de ilha de calor urbana, que pode afetar especialmente as populações mais vulneráveis (idosos, pessoas carenciadas) residentes nas zonas mais centrais das cidades. Por outro lado, a diminuição do número de dias de onda de frio, assim como o aumento da temperatura mínima, poderão vir a ser oportunidades para a saúde humana na área metropolitana, na medida em que poderão diminuir os episódios de doenças associadas ao frio, como sejam as inflamações respiratórias e episódios cardiovasculares.

O previsível agravamento da intensidade da precipitação excessiva provocará impactes negativos diretos com danos em pessoas e bens nomeadamente através da ocorrência de episódios de cheias e de inundações. Os episódios de precipitação excessiva podem também provocar impactes indiretos na saúde humana, nomeadamente ao condicionar a ocorrência de doenças transmitidas pela água, através da contaminação de aquíferos e/ou de reservas de água superficiais, o que conduzirá à deterioração da qualidade de águas superficiais, assim como a probabilidade de criação de reservatórios zootícos que facilitem o desenvolvimento de vetores.

É ainda expectável um aumento da degradação da qualidade do ar, resultante da maior produção de ozono e de material suspenso na atmosfera, associada ao aumento da temperatura do ar coincidente com menor precipitação.

O território metropolitano encontra-se na sua totalidade nos limites da Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo (ARSLVT) que, por sua vez, integra 15 Agrupamentos de Centros de Saúde (ACES). Destes, apenas 12 se encontram nos limites metropolitanos, sendo que os dois ACES localizados no extremo norte – ‘Oeste Sul’ e ‘Estuário do Tejo’ – apenas coincidem parcialmente com os limites metropolitanos (Figura 90).

A oferta de estabelecimentos hospitalares tem-se mantido relativamente constante desde 1999, perfazendo, em 2016, um total de 60 estabelecimentos hospitalares, dos quais menos de metade era público (25 hospitais públicos, três em regime de parceria público-privada e 32 privados).

A distribuição de estabelecimentos hospitalares apresenta um padrão geográfico heterogéneo, claramente dominado por uma elevada assimetria espacial. Mais de metade da oferta, tanto pública como privada, concentra-se no município de Lisboa (58%). Esta centralidade dos serviços hospitalares é também evidente quando o número de hospitais é ponderado pela população residente. No município de Lisboa, este indicador é cinco vezes superior (6,93) ao valor médio metropolitano (1,29). Em sentido negativo, destaca-se o município de Almada, que apresenta a pior *performance* neste indicador, registando um rácio de 0,59 hospitais por 100.000 habitantes, significativamente mais baixo que a região (aproximadamente metade do valor da média).

A disparidade intermunicipal em termos de serviços de saúde é ainda mais evidente quando analisada a distribuição de médicos afetos a cada unidade hospitalar (somente considerando os hospitais públicos). Mais uma vez, regista-se no município de Lisboa o valor mais favorável, com um médico para cada 113 habitantes, valor esse que contrasta com a restante realidade dos municípios metropolitanos (a média é de 558, ou seja, quase cinco vezes superior ao valor do município de Lisboa) e em particular com o município do Montijo que regista um valor quase 40 vezes superior, isto é, para cada médico existem aproximadamente 4.621 residentes.

O número de camas nos hospitais públicos e em regime de parceria público-privada reforça a tendência de concentração da oferta, descrita anteriormente. Mais de metade das camas (55%) localiza-se num só município (Lisboa), que regista quase 10 vezes mais disponibilidade de camas (3.797) que a média do território metropolitano (387).

Os centros de saúde, aqui considerados como um indicador dos cuidados de saúde primários em saúde, mantiveram-se praticamente inalterados ao longo do período estudado (1999 e 2012). No conjunto metropolitano, existiam cinquenta e quatro centros de saúde, distribuídos de forma heterogénea entre os municípios. Mais uma vez, salienta-se a concentração da oferta destes equipamentos no município de Lisboa (17 centros de saúde) em evidente contraste com a média regional (3 centros de saúde por município).

O pessoal ao serviço (médicos e enfermeiros) nos centros de saúde também apresentava em 2012 uma heterogeneidade muito acentuada. O município do Montijo, em 2012, registava quase 2,5 vezes mais habitantes por médico (2.779 habitantes/médico) do que o município do Barreiro para o mesmo período (1.044 habitantes/médico).

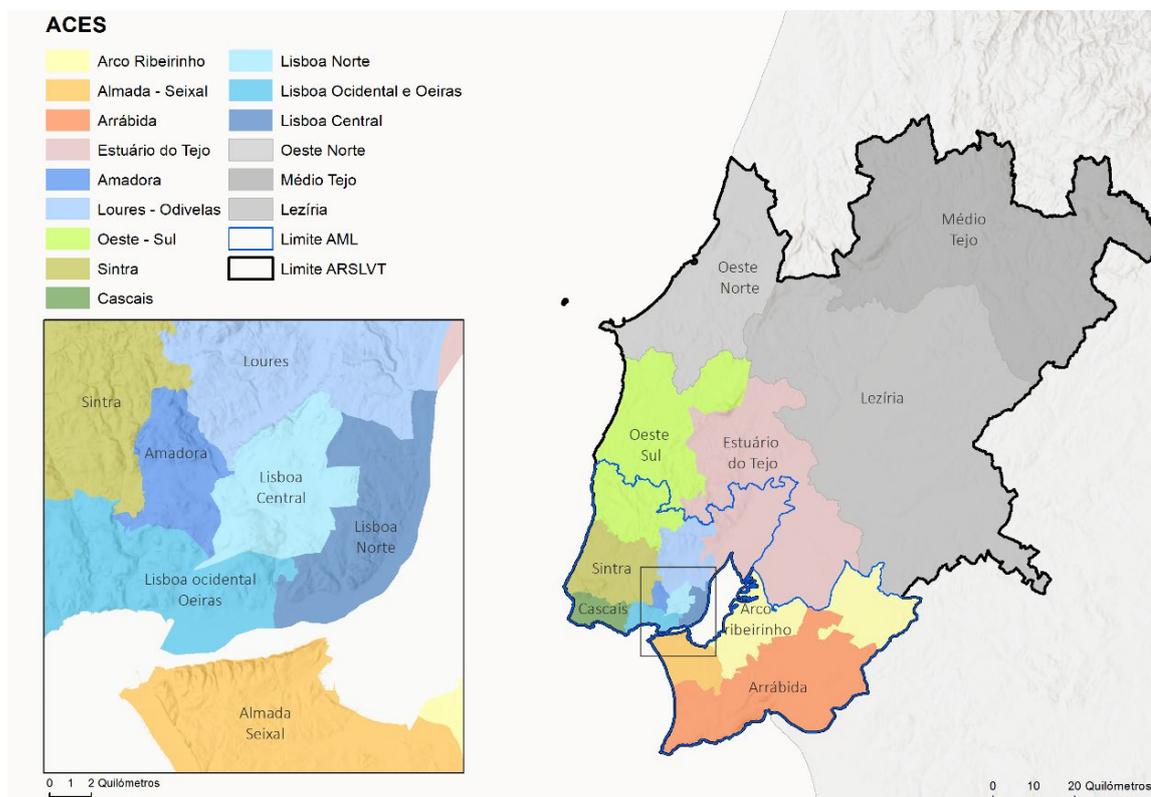


Figura 90. ACES na região da ARSLVT

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Importa salientar que entre os dois períodos analisados houve um agravamento acentuado da relação entre habitantes e médicos nos centros de saúde ao nível metropolitano (mais 26%): em 1999 havia aproximadamente 1.219 habitantes/médico e em 2012 o valor aumentou para 1.526 habitantes/médico. Apenas os municípios do Barreiro, Palmela e Seixal registaram uma diminuição de habitantes por médico durante o período analisado.

Os ACES que cobrem o território metropolitano apresentaram, em janeiro de 2018, um total de 3.072.085 utentes inscritos. Durante o ano de 2017 foram efetuadas 5.218.184 consultas presenciais.

A percentagem de utentes sem médicos de família no conjunto dos ACES é em média de 16%, sendo que em alguns ACES este valor pode ultrapassar 20% (Amadora, Arco Ribeirinho, Arrábida, Estuário do Tejo e Sintra). A média de casos em que os utentes prescindem de médico de família por opção do próprio, é de 0,2% e o valor máximo não excedeu os 0,4% em nenhum município. Em termos absolutos existiam em janeiro de 2018 mais de 470.000 pessoas sem médico de família (471.761 utentes). No caso do ACES de Sintra, o número superou os 77.000 utentes.

De acordo com o relatório sobre a capacidade instalada e as necessidades de 'Cuidados Continuados Integrados' em Portugal Continental, em 2015 a região de Lisboa e Vale do Tejo era

umas das duas regiões com maiores carências em termos de número de camas de internamento do país.

No território metropolitano, existem dois padrões diferenciados em termos de carências de cuidados continuados. Por um lado, os municípios da Grande Lisboa (margem norte do rio Tejo) revelaram um défice de 875 camas (nas diferentes tipologias, embora haja necessidades mais acentuadas nos cuidados de longa duração). Já nos municípios da Península de Setúbal existia em 2015 um número de camas mais elevado do que a média nacional (80 camas) e com especial capacidade para os cuidados de longa duração. Este resultado na Península de Setúbal revela uma capacidade positiva em dar resposta às necessidades da região para este tipo de cuidados.

À semelhança do que acontece em Portugal, também no território metropolitano as doenças do aparelho circulatório são a principal causa de morte, seguidas da mortalidade por tumores e de doenças do aparelho respiratório. A mortalidade das doenças do aparelho circulatório na população idosa foi mais acentuada do que no país. Os municípios do Montijo e Setúbal apresentaram uma percentagem de mortalidade por doenças respiratórias mais elevada do que a restante região, nomeadamente na população idosa.

10.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos

O impacto das alterações climáticas no sector da saúde pode fazer-se sentir a diferentes níveis, nomeadamente através dos efeitos diretos, indiretos e sociais. Os impactos diretos são os que são resultantes da exposição aos elementos meteorológicos que afetam diretamente a saúde humana. Nesta categoria, consideram-se os efeitos na mortalidade e morbilidade associados a extremos térmicos, como sejam as ondas de calor e de frio, e também os impactos resultantes de tempestades e inundações. Não obstante a importância dos impactos indiretos e sociais, considera-se que a saúde humana na área metropolitana é particularmente sensível aos impactos diretos de fenómenos meteorológicos extremos, nomeadamente de ondas de calor.

A sensibilidade para esta tipologia de riscos é maior na população idosa, que resida sozinha ou isolada, com comorbilidades e/ou com algum tipo de incapacidade. O envelhecimento populacional poderá apresentar-se como um desafio estrutural nos resultados de saúde da população, nomeadamente através da maior prevalência de doenças crónicas e com consequências na pressão sobre os sistemas de saúde regionais. Cumulativamente, as dificuldades relatadas poderão contribuir para a fragilidade de saúde dos indivíduos e para o desenvolvimento de uma incapacidade funcional, o que por sua vez poderá comprometer a médio e longo prazo a capacidade adaptativa às alterações climáticas.

A proporção da população residente que apresentava pelo menos uma dificuldade em 2011 era menor na área metropolitana do que o valor registado em Portugal Continental (15,3% e 17,1%, respetivamente). A área oriental da região registava valores mais baixos do que a generalidade do sector ocidental, onde se destacavam os municípios da Moita e do Barreiro.

Na área metropolitana, o índice de dependência de idosos apresentava em 2017 o valor de 34,2%, valor muito semelhante aos registados no mesmo ano para o Continente. Todavia, o território metropolitano é bastante heterogéneo e com variação do índice de dependência bastante acentuada entre os municípios. Mais uma vez, o município do Barreiro (e Lisboa) apresenta a pior performance neste indicador, revelando, desse modo, uma maior sensibilidade climática.

A variação deste indicador entre 2001 e 2017 permite identificar uma tendência de alteração da estrutura da pirâmide etária, que se caracteriza por um envelhecimento da população, que poderá traduzir-se num eventual aumento da sensibilidade ao calor extremo. O agravamento do índice de dependência de idosos foi identificado em todos os municípios analisados, sendo, no entanto, significativamente mais acentuado na área metropolitana, do que no Continente.

Em 2011, 10,3% da população residente na região era constituída por famílias unipessoais de indivíduos com idades superiores a 65 anos. Este indicador era muito semelhante entre o Continente e a área metropolitana. Ao nível municipal, sobressaem Lisboa e Barreiro como os municípios com maior percentagem de idosos isolados.

10.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa

A capacidade adaptativa no sector da saúde humana foi estimada tendo em conta duas dimensões. Por um lado, a dimensão da oferta de cuidados primários de saúde, entendida como a maior ou menor capacidade de prevenção de doenças e lesões e de um acompanhamento de proximidade da saúde dos indivíduos. Para esta dimensão foi analisado o indicador de *número de habitantes por centro de saúde do serviço nacional de saúde*. Entende-se que a capacidade adaptativa aos impactes das alterações climáticas na saúde está intimamente associada ao acompanhamento de proximidade, monitorização do estado de saúde da população, assim como à promoção da saúde pública local. Nesse sentido, para o contexto do território metropolitano, considera-se que a melhor performance deste indicador se observa naqueles municípios onde existe um número mais reduzido de habitantes por centro de saúde.

Por outro lado, a dimensão da proteção térmica em ambiente interior, entendida como a capacidade das comunidades em minimizar a exposição a eventos extremos de calor nos alojamentos de residência. Para esta dimensão foi analisado o indicador de *Proporção da população residente sem ar condicionado*. Entende-se que a capacidade adaptativa das comunidades aos expectáveis impactes na saúde de um fenómeno extremo de calor é proporcional à introdução de medidas de autoproteção em ambiente interior, como, por exemplo, através da climatização das habitações.

A dimensão da oferta de cuidados primários de saúde evidencia um profundo contraste territorial (Tabela 49). A organização dos cuidados primários de saúde registava sensivelmente 47.000 habitantes por centro de saúde na área metropolitana (7 vezes mais do que o restante território do Continente). A heterogeneidade intermunicipal no território metropolitano é muito acentuada, sendo a diferença entre o número de habitantes por centro de saúde no município do Seixal (valor mais

elevado da região) 27 vezes superior ao valor registado no município de Alcochete (valor mais baixo). Municípios como Setúbal, Seixal e Loures, registavam os piores resultados neste indicador e Lisboa, Sesimbra, Alcochete e Palmela os melhores.

Tabela 49. Indicadores de capacidade adaptativa para o Sector 'Saúde', por município, 2011

Município	Habitantes por centro de saúde do SNS	Percentagem de população residente sem ar condicionado
Continente	7069	88,7
AML	47.082	86,7
Alcochete	5.913	72,4
Almada	86.953	83,7
Amadora	58.480	91,2
Barreiro	39.372	83,0
Cascais	69.062	88,4
Lisboa	25.853	85,3
Loures	103.013	86,7
Mafra	77.452	92,1
Moita	66.091	86,4
Montijo	51.777	76,7
Odivelas	72.854	84,2
Oeiras	86.239	87,6
Palmela	21.048	77,4
Seixal	159.261	80,5
Sesimbra	24.869	81,8
Setúbal	121.061	83,9
Sintra	54.105	95,8
Vila Franca de Xira	45.836	85,5

Fonte: INE (2011)

A dimensão da proteção térmica em ambiente interior revela uma elevada percentagem de população sem ar condicionado no litoral norte da área metropolitana (Sintra e Mafra), valor esse que melhora substancialmente nos municípios interiores (Figura 92). No entanto, mesmo nos municípios com melhor desempenho, a percentagem de população equipada com este tipo de refrigeração do ar não ultrapassa os 27%, sugerindo uma reduzida capacidade da população em aclimatizar as habitações por via do uso de ar condicionado.

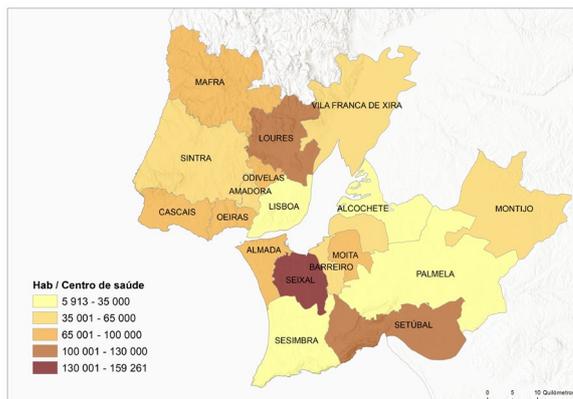


Figura 91. Habitantes por centro de saúde

Fonte: INE (2011)

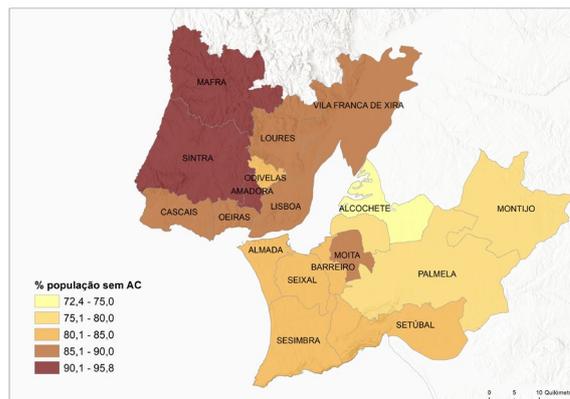


Figura 92. Percentagem de população sem ar condicionado

De modo geral, pode dizer-se que o sector da saúde está relativamente bem estruturado em termos de medidas de adaptação às alterações climáticas, nomeadamente através da organização da resposta em caso de emergência, na implementação de instrumentos que lhe permitem a monitorização de fenómenos térmicos extremos e no planeamento interinstitucional necessário para desencadear os procedimentos associados.

As respostas mais frequentes para estes episódios estão expressas na Tabela 50.

Tabela 50. Síntese das ações/respostas mais frequentes para o sector 'Saúde'

Tipologia de evento e de impacte	Ações/respostas mais frequentes
<ul style="list-style-type: none"> – Temperaturas elevadas/ondas de calor: redução da qualidade do ar; aumento da morbilidade e da mortalidade 	<ul style="list-style-type: none"> – Ativação do Plano Municipal de Emergência; reforço de medidas de prevenção; atendimento mais personalizado do serviço Saúde24 no esclarecimento de dúvidas e acompanhamento de situações relacionadas com o calor; divulgação de medidas de autoproteção nos meios de comunicação social
<ul style="list-style-type: none"> – Temperaturas baixas/ondas de frio: aumento da morbilidade e da mortalidade 	<ul style="list-style-type: none"> – Ativação do Plano Municipal de Emergência; reforço de medidas de prevenção; atendimento mais personalizado do serviço Saúde24 no esclarecimento de dúvidas e acompanhamento de situações relacionadas com o frio; divulgação de medidas de autoproteção nos meios de comunicação social
<ul style="list-style-type: none"> – Temperaturas elevadas - ocorrência de Incêndio rural/florestal: Redução da qualidade do ar; aumento da morbilidade 	<ul style="list-style-type: none"> – Combate às chamas, limpeza de áreas ardidas na envolvente; ativação do Plano Municipal de Emergência; divulgação de alertas e medidas de prevenção

Fonte: PMAAC-AML (2018)

O impacte de fenómenos climáticos extremos na saúde é multidimensional, com repercussões desfasadas no tempo e com níveis de gravidade distinta em indivíduos com contextos diferenciados. Esta dificuldade na resposta aos impactes na saúde pressupõe o envolvimento de diversos agentes que se encontram frequentemente sob a tutela de diferentes entidades.

No caso dos episódios de temperaturas extremas, compete à Administração Regional de Saúde a responsabilidade de elaborar o respetivo Plano de Contingência Regional e de constituir o Grupo Operativo Regional que conta com a presença dos diversos parceiros. Assim, entende-se que, em larga medida, as ações de resposta de eventos climáticos com impacte na saúde se apoiem na ação interinstitucional de estruturas distritais de proteção civil e da segurança social e com outras entidades, nomeadamente instituições particulares de solidariedade social, paróquias, Bombeiros, Cruz Vermelha, PSP, GNR e outros (Tabela 51).

Tabela 51. Identificação de responsáveis pelo planeamento e execução da resposta para o sector 'Saúde'

Instituições responsáveis/envolvidas pelo planeamento da resposta	Instituições responsáveis/envolvidas pela execução da resposta
<ul style="list-style-type: none"> – Direção Geral de Saúde (DGS) – Administração Regional de Saúde (ARS LVT) – Agrupamentos de Centros de Saúde (ACES) – Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) – Comando Distrital de Operações de Socorro de Lisboa (CDOS-L) – Comando Distrital de Operações de Socorro de Setúbal (CDOS-S) – Instituições Particulares de Solidariedade Social – Serviços Municipais de Proteção Civil – Associações Humanitárias de Bombeiros Voluntários – Regimentos e Companhias de Bombeiros Sapadores – Guarda Nacional Republicana (GNR) – Polícia de Segurança Pública (PSP) 	<ul style="list-style-type: none"> – Agrupamentos de Centros de Saúde (ACES) – Hospitais – Serviços Municipais de Proteção Civil – Associações Humanitárias de Bombeiros Voluntários – Regimentos e Companhias de Bombeiros Sapadores – Guarda Nacional Republicana - Grupo de Intervenção Proteção e Socorro (GNR-GIPS) – Polícia de Segurança Pública (PSP) – Cruz Vermelha Portuguesa (CVP) – Instituto Nacional de Emergência Médica (INEM) – Paróquias

Fonte: PMAAC-AML (2018)

O planeamento da resposta do sector da saúde em caso de extremos térmicos tem vindo a ser aplicado em Portugal, essencialmente após a onda de calor de 2003. O instrumento de planeamento para estes episódios tem vindo a evoluir e a sofrer pequenas alterações. Em 2011 passou a designar-se como Plano de Contingência para Temperaturas Extremas Adversas, contemplando um módulo para o período de calor e um módulo para os períodos de frio.

O Plano de Contingência para Temperaturas Extremas Adversas tem como objetivo minimizar os efeitos negativos do calor intenso na saúde das populações, através de uma eficaz avaliação do risco e do desenvolvimento de respostas apropriadas pelas entidades competentes da saúde, com base na disponibilização de toda a informação considerada pertinente e em colaboração com todas as entidades envolvidas.

A informação ambiental proveniente de diversos organismos é diariamente comunicada ao Delegado de Saúde Regional em articulação com os Delegados de Saúde coordenadores, que avaliam o risco para a população e ativam os procedimentos definidos em consonância.

Embora a resposta a eventos climáticos extremos seja tendencialmente favorável no sector da saúde, o seu maior desafio reside, muito provavelmente, na capacidade de articulação entre os diversos agentes envolvidos. A atual rede de colaboração encontra-se, não raras vezes, apoiada em iniciativas voluntárias, com eventuais carências ao nível da organização, da partilha de informação e na autonomia da monitorização/resposta.

Em alguns casos, a partilha de informação entre agentes envolvidos na resposta a eventos extremos não é a desejada, quer por limitações legais referentes à partilha de dados, quer por ausência de um fórum institucional que formalize este tipo de colaboração.

10.4. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Atuais

Para a avaliação dos impactes e das vulnerabilidades atuais consideradas os seguintes elementos potenciadores de dano na saúde humana:

- Aumento de doenças associadas ao calor
- Degradação da qualidade do ar e aumento de pólenes e esporos
- Doenças associadas ao frio
- Doenças transmitidas por vetores
- Doenças transmitidas pela água

Doenças associadas ao calor

Os períodos extremos de calor estão associados ao aumento da mortalidade devido a problemas respiratórios e cardíacos (Giles e Balafoutis, 1990; Ballester *et al.*, 1997; Wolf *et al.*, 2009, Gasparrini, A., *et al.*, 2017). Estes períodos parecem ter um efeito ainda mais nefasto quando ocorrem no início do Verão, uma vez que nestas alturas a população encontra-se mais vulnerável por não ter tido ainda tempo para se aclimatizar ao calor estival (Michelozzi *et al.*, 2007; McMichael *et al.*, 2008).

A mortalidade relacionada com a exposição a temperaturas elevadas não se observa necessariamente no dia em que se registam os picos de calor. Regra geral, os picos de mortalidade apenas se fazem sentir entre um a três dias depois do pico de calor (Alberdi *et al.*, 1998; Braga *et al.*, 2002). Após o aumento da mortalidade causada pelo calor extremo é comum observar-se uma redução da mortalidade nas semanas seguintes ao fenómeno extremo. Este importante dado indica-nos que o calor possivelmente antecipa a mortalidade daquelas pessoas que seria expectável que viessem a morrer durante o espaço de tempo seguinte (Alberdi *et al.*, 1998; Laschewski e Jendritzky, 2002). Este efeito de antecipação da mortalidade (*harvesting effect*) parece também dar indicações de que o efeito do calor atua em particular na população mais vulnerável. Com base neste efeito,

alguns autores têm vindo a referir que a mortalidade associada ao calor não é necessariamente evitável (Ekamper *et al.*, 2009), embora possa ser minimizada.

De facto, parece haver uma associação entre as características do lugar e os efeitos do calor (Joe L, *et al.*, 2016; Zhang, *et al.*, 2018). Em alguns casos, as pessoas mais vulneráveis às ondas de calor são os idosos e as crianças (Kovats *et al.*, 2004; Glen P. Kenny, *et al.*, 2017), os indivíduos que se encontram acamados ou fragilizados por alguma outra patologia, os que vivam sozinhos, ou os que habitem nos últimos andares dos edifícios (Semenza *et al.*, 1996). Curriero e colaboradores (Curriero *et al.*, 2002) identificaram também a importância dos aparelhos de ar condicionado para minimizar o impacto do calor na população.

Durante a vaga de calor de 2003 na Europa, estima-se que tenham morrido 52.452 pessoas, com especial destaque para a Itália e França onde terão morrido em conjunto mais de 320.000 pessoas. Este valor, embora corresponda à atualização dos dados publicados imediatamente a seguir a 2003 (Larsen, 2006), apenas diz respeito aos países da Europa que publicaram estudos sobre a onda de calor, podendo, deste modo, subestimar o real impacto deste fenómeno extremo na mortalidade. Em Portugal foram calculadas mais de 2.000 mortes em excesso devido ao calor nesse período (Paixão *et al.*, 2003).

A Direção Geral de Saúde estima que apenas em três dias de ocorrência da onda de calor do mês de agosto de 2018 terão morrido em excesso 500 pessoas. Com base nos registos da mortalidade diária no ACES que cobrem o território da área metropolitana²⁶, foi analisada a variação da mortalidade diária no verão de 2018, em particular a sua incidência com a ocorrência da onda de calor de agosto de 2018 - expressa através do índice de *Excess Heat Factor* onde é possível identificar o súbito pico de mortalidade durante os dias de calor extremo (Figura 93).

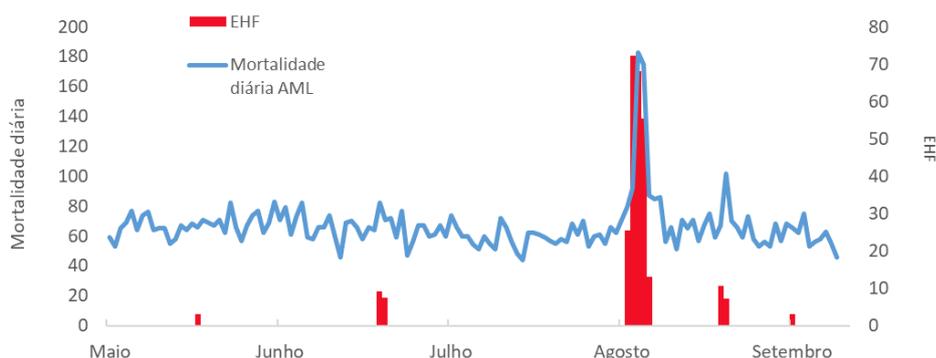


Figura 93. Mortalidade diária na AML e ocorrência de ondas de calor

Fonte: PMAAC-AML (2018)

²⁶ Mortalidade diária recolhida pelo Sistema de Informação dos Certificados de Óbito (SICO) nos ACES da ARSLVT excluindo: Médio Tejo, Oeste, Lezíria e Estuário do Tejo.

Considerando a contextualização climática, as tendências observadas no período de 1971-2016 na área metropolitana, foi possível identificar tendências significativas de aumento da temperatura média do ar tanto nas temperaturas mínimas como nas máximas, embora o aumento tenha sido mais pronunciado nas mínimas.

No que diz respeito às ondas de calor, foi possível identificar uma tendência significativa de aumento do número de eventos (+0,5 a +0,8 ondas de calor/década), assim como da sua duração, que se cifrou num aumento do número de dias em onda de calor entre +2,5 e +3,5 dias/década.

A vulnerabilidade a ondas de calor foi calculada para Portugal (Silva *et al.*, 2016) com base em 9 variáveis reconhecidas na literatura como possíveis modificadoras da relação entre o calor e os impactes na saúde. A distribuição geográfica do índice cumulativo de vulnerabilidade ao calor na área metropolitana permitiu identificar uma variação da vulnerabilidade no sentido do litoral/interior, com especial agravamento do índice na Península de Setúbal. Por outro lado, parece haver uma menor vulnerabilidade ao calor no litoral Oeste, a norte da Serra de Sintra (figura seguinte).

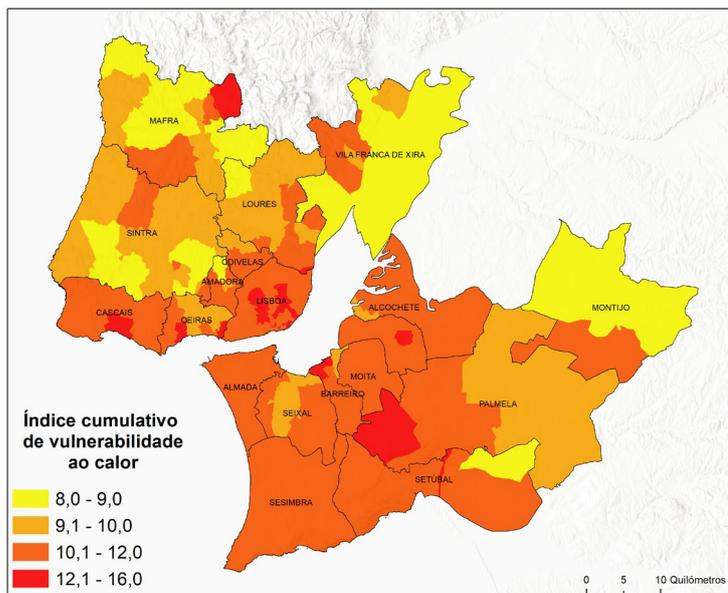


Figura 94. Índice cumulativo de vulnerabilidade ao calor na AML

Fonte: Adaptado de Silva *et al.*, 2016

Degradação da qualidade do ar e aumento de pólenes e esporos

As alterações climáticas, em especial por efeito do aumento da temperatura do ar, irão degradar a qualidade do ar. É expectável que se registre uma concentração de poluentes atmosféricos como o ozono troposférico (O₃), partículas suspensas (PM) e a presença de agentes aerobiológicos. A degradação da qualidade do ar e/ou o aumento de alergénios atmosféricos podem desencadear processos inflamatórios que conduzem a um aumento da morbilidade e mortalidade cardiorrespiratória.

A manutenção de partículas suspensas na atmosfera está muito associada à inexistência de episódios de precipitação. Regra geral, quanto mais seco e quente for o ambiente, menor a probabilidade de deposição de partículas no solo. Desse modo, é expectável que a concentração de PM₁₀ possa vir a aumentar na área metropolitana.

É importante salientar que os incêndios florestais/rurais são uma poderosa fonte de produção de material fino suspenso na atmosfera, pelo que se reforça a possibilidade de a tendência de concentração de PM₁₀ vir a aumentar na sequência do aumento de fenómenos meteorológicos extremos, redução de precipitação e aumento da temperatura.

Com base nos registos de concentração de partículas com um diâmetro aerodinâmico inferior ou igual a 10 microns (PM₁₀) entre 2001 e 2016 é possível uma tendência de redução de concentração diária, assim como do número de dias em excedência na região (Figura 95). No entanto, a estação de Lisboa – Avenida da Liberdade se mantenha com valores de excedência relativamente elevados.

O ozono troposférico é um poluente secundário que se forma pela reação fotoquímica que envolve óxidos de nitrogénio (NO_x), o metano (CH₄), o monóxido de carbono (CO), e compostos orgânicos voláteis (COVs). A formação do ozono requer geralmente intensidade solar e ausência de precipitação. A presença de ozono é responsável por desencadear episódios de doenças respiratória, em especial pela irritação do sistema respiratório e pelo exacerbar de asma.

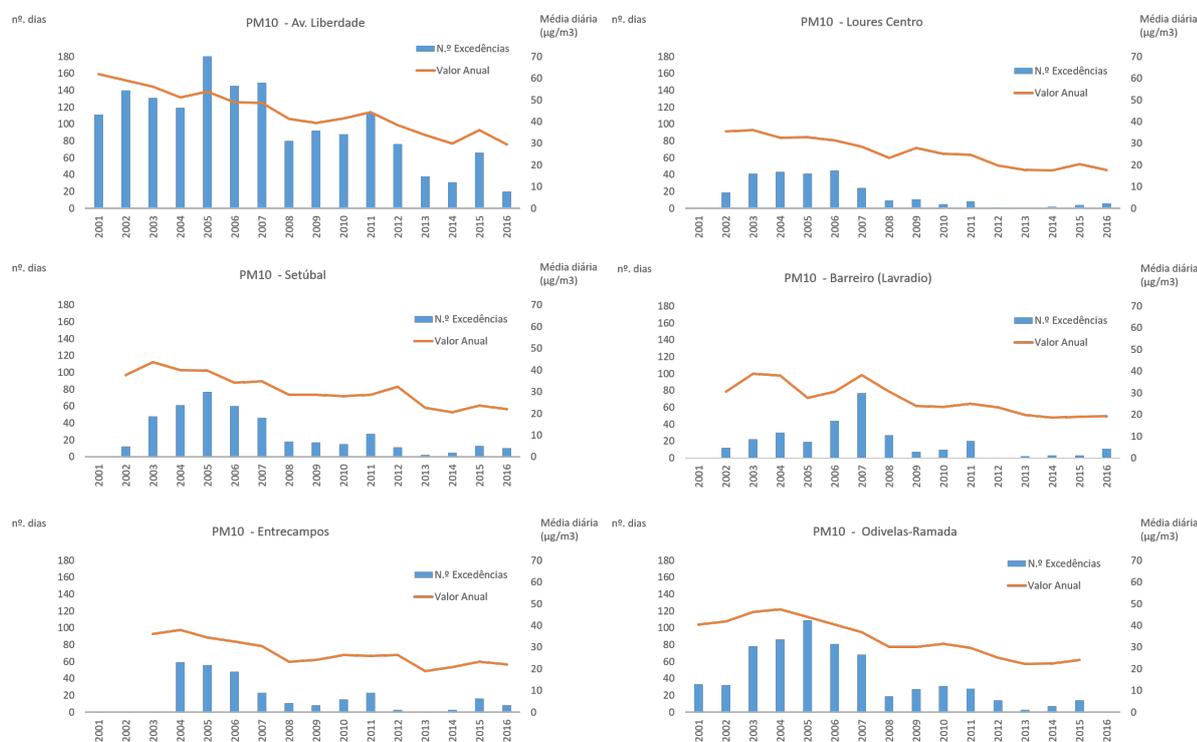


Figura 95. Número de excedências e concentração média diária de PM₁₀ em algumas estações na AML (2001-2016)
 Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente (2001-2016)

Doenças associadas ao frio

As vagas de frio estão associadas a um incremento de mortes por doenças cardíacas e respiratórias (Freire, 1996; Eurowinter, 1997; Nayha, 2005; Dilaveris *et al.*, 2006) afetando em especial a população idosa (Rudge e Gilchrist, 2005; Hajat *et al.*, 2007). Alguns autores referem que a mortalidade relacionada com o frio pode fazer-se sentir até 15 dias após o pico de frio (Kunst *et al.*, 1994; Alberdi *et al.*, 1998; Braga *et al.*, 2002; Keatinge, 2002). No entanto, estas causas de morte respondem de modo desigual ao frio. Alberdi e colaboradores (Alberdi *et al.*, 1998) identificaram que durante episódios extremos de frio parece haver uma resposta da mortalidade mais imediata nas doenças coronárias e mais prolongada nas doenças respiratórias (possivelmente por as últimas se associarem a processos infecciosos).

Ao contrário do que acontece com os períodos extremos de calor, não parece haver um efeito de antecipação da mortalidade causada pelo frio, isto é, após existir um pico de mortalidade causada pelo frio, não se observa uma diminuição da mortalidade nas semanas seguintes (Kunst *et al.*, 1994; Michelozzi *et al.*, 2007). Esta informação parece indicar que o frio tem um efeito direto na mortalidade, não obstante o estado de saúde dos indivíduos. Deste modo, é expectável que, pelo menos em teoria e ao contrário do que acontece com os períodos extremos de calor, se possa evitar uma parte significativa da mortalidade devido ao frio.

Para além disso, os episódios de frio extremo parecem provocar as mesmas consequências na mortalidade, independentemente da estação do ano e do número de vezes em que ocorrem, o que sugere que perante os episódios do frio extremo não se assista à aclimatização por parte dos indivíduos (Díaz *et al.*, 2005; Kysely *et al.*, 2009).

Com base nos registos climáticos dos últimos 45 anos (1971-2016), foi possível identificar na área metropolitana uma tendência significativa da diminuição do número de ondas de frio que se estimou entre -0,54 e -0,83 ondas de frio/década. A duração das ondas de frio também registou uma tendência de diminuição.

Este possível efeito protetor das alterações climáticas nas doenças causados pelo frio deverá ser analisado com precaução, na medida em que alguns estudos têm evidenciado que o impacto do frio na mortalidade continuará a ser muito superior ao do calor (Hajat *et al.*, 2014). Os resultados do estudo indicam que apesar de se estimar um aumento elevado da mortalidade associado ao calor (+275%), a mortalidade associada ao frio no Reino Unido apenas diminuirá aproximadamente 2%, o que significará que em 2080 os óbitos associados ao frio sejam três vezes superiores aos do calor (Figura 96).

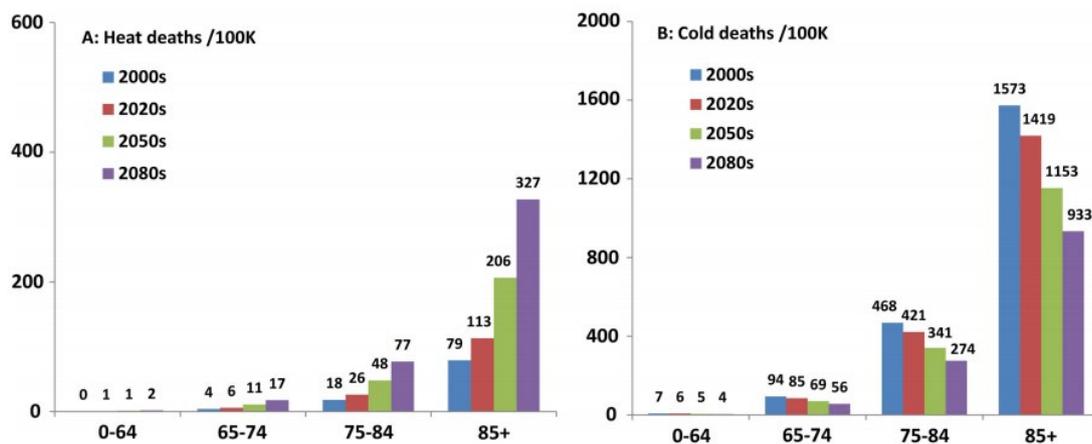


Figura 96. Estimativas da mortalidade por doenças associadas ao calor (esquerda) e ao frio (direita) no Reino Unido para diferentes horizontes temporais

Fonte: Adaptado de Hajat et al., 2014 p. 646.

A mortalidade durante os períodos extremos de frio corresponde apenas a uma pequena parte das vidas reclamadas pelo frio ao longo de um ano, ou seja, independentemente do que se passa durante os fenómenos extremos, a variação da mortalidade apresenta padrões típicos de sazonalidade, com maior incidência da mortalidade durante os meses de Janeiro e Fevereiro e com menor incidência em Agosto, no hemisfério Norte.

Praticamente todas as regiões do globo têm observado este padrão sazonal da mortalidade, com um aumento de mortes durante os meses de Inverno (Falagas *et al.*, 2009) a que os autores designam excesso de mortalidade no Inverno (EMI). As principais causas de morte em excesso no Inverno parecem estar associadas a problemas cardiovasculares e respiratórios, em muitos casos, a uma conjugação dos dois, isto é, muito frequentemente, infeções respiratórias ou episódios de gripe desencadeiam processos de falência cardíaca que originam a morte dos indivíduos (Donaldson e Keatinge, 2002; Keatinge, 2002; Nayha, 2002; Stewart *et al.*, 2002; Nayha, 2005).

Na Europa, estima-se que existam todos os anos 250 mil excessos de mortes durante o Inverno, 70% destes casos estão associados a doenças cardíacas e 15% a doenças respiratórias (Eurowinter, 1997; Mercer, 2003). Apenas no Reino Unido, estima-se que ocorram em média 30 000 mortes em excesso todos os Invernos (Wilkinson *et al.*, 2004).

Um estudo sobre a relação entre a privação material e da habitação com o excesso de mortalidade no inverno por doenças do aparelho circulatório em Portugal (Almendra *et al.*, 2017) permitiu identificar a probabilidade de ocorrência do excesso de mortalidade no Inverno na área metropolitana (Figura 97). Os resultados sugerem uma distribuição desigual do excesso de mortalidade no Inverno na região, com os municípios de Almada, Moita e Lisboa a evidenciar uma elevada probabilidade (>80%) de ter valores de EMI mais elevados que o país (região de referência).

Esta associação à privação e probabilidade de EMI na área metropolitana sugerem, em última instância que a adaptação ao ambiente térmico passará inevitavelmente pela melhoria dos determinantes de contexto habitacional e dos estilos de vida.

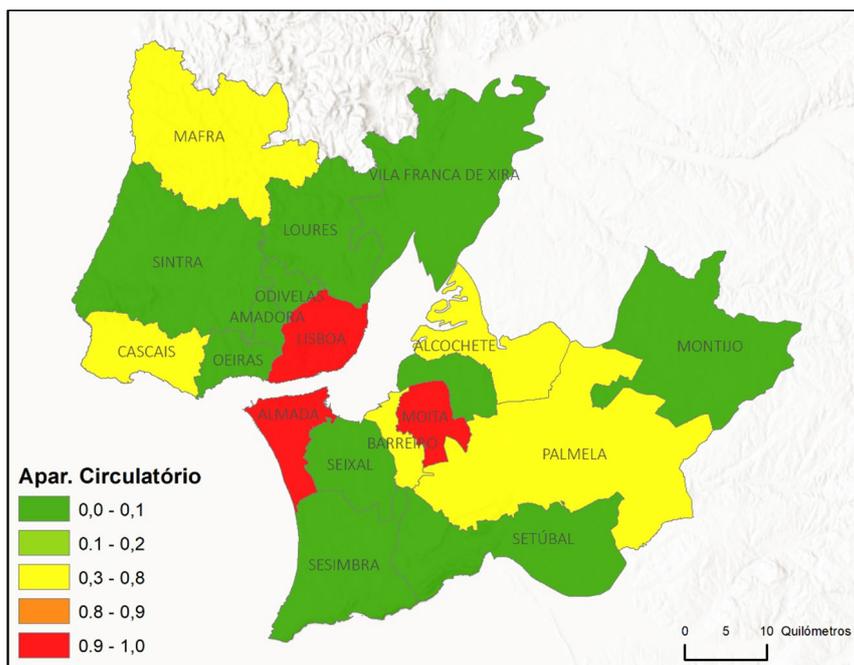


Figura 97. Probabilidade de excesso de mortalidade no inverno na AML

Fonte: Adaptado de Almendra *et al.*, 2017

Doenças transmitidas por vetores

Um dos impactes indiretos expectáveis das AC é o aumento da incidência de doenças infecciosas, nomeadamente, de doenças transmitidas por vetores (Parry *et al.*, 2007). O aumento destas doenças está associado à sensibilidade que os sistemas biológicos têm às variáveis climáticas e que condicionam fortemente tanto a distribuição geográfica como a dinâmica do ciclo de vida dos seus agentes. O efeito das condições climáticas na transmissão de doenças faz-se sentir tanto no ciclo de vida dos agentes patogénicos (que poderão desenvolver-se mais rapidamente dentro do hospedeiro e, desse modo, aumentar a probabilidade de sucesso de transmissão na picada), como poderá influenciar a expansão em latitude dos habitats que favorecem os limiares de tolerância dos vetores (através do aumento da temperatura do ar e humidade, assim como da alteração nos padrões de precipitação) e, desse modo, aumentar a probabilidade de transmissão, como poderá ainda favorecer o contacto entre humano-vetor (por exemplo em casos de cheias/inundações que permitirão a criação de potenciais reservatórios em áreas urbanas).

Em Portugal algumas doenças infecciosas transmitidas por vetores e pela água são de declaração obrigatória. Com base na consulta da base de dados das doenças de declaração obrigatória em

Portugal, foram apurados os registos na área metropolitana para as doenças transmitidas por vetores.

Na área metropolitana, entre dezembro de 2014 e fevereiro de 2018, foram declarados 51 casos de Febre da carraça (Febre escaro-nodular - Rickettsiose). No mesmo período foram declarados 8 casos de Doença de *Lyme* (ou Borreliose de Lyme). Estas doenças são endémicas em Portugal e a sua taxa de incidência em Portugal continua a ser uma das mais elevadas dos países da bacia do Mediterrâneo. A transmissão faz-se por via da picada de artrópodes (na Febre escaro-nodular o vetor é a *Rhipicephalus sanguineus*, ou carraça do cão, e no caso da Borreliose de Lyme a picada é feita habitualmente por carraças do género *I. ricinus*). Para que haja sucesso de transmissão das doenças, os artrópodes terão de estar infetados com os agentes patogénicos *Rickettsia conorii* e *Borrelia burgdorferi*, respetivamente.

Estas doenças apresentam um período de transmissão sazonal com maior incidência entre a primavera e o início do verão (Sousa *et al.* 2003), tanto pela densidade de artrópodes vetores que é maior nesta altura do ano, como pelo maior contato entre hospedeiro-vetor, justificado pela maior frequência de atividades em ambiente exterior.

A transmissão da Malária é provocada pela picada da fêmea de um mosquito vetor do género *Anopheles* que se encontre infetado por um protozoário do género *Plasmodium*. A Malária era endémica em Portugal até sensivelmente 1950 quando, através de campanhas de eliminação do vetor por via de pulverização de DDT, se conseguiu declarar oficialmente erradicada. Apesar de ter sido erradicado o vetor no século XX, existe atualmente abundância de vetores competentes, não infetados em Portugal. Assim, estima-se que a subida da temperatura do ar e a frequência e intensidade de episódios de precipitação extrema no contexto das alterações climáticas possam favorecer as condições para expansão do vetor e da eficiência de transmissão da parasita, caso este seja reintroduzido o que, com os atuais sistemas de controlo disponíveis, não é provável.

Entre 2014 e 2018, foram declarados 106 casos de Malária na área metropolitana. Assim, estes casos de malária, não se tratam de episódios resultantes de um surto de doença epidémica, mas antes de casos de malária importada.

Uma outra doença transmitida por vetores que tem merecido a preocupação por parte da comunidade científica é a dengue. A dengue é uma virose transmitida por mosquitos do género *Aedes* e é responsável por cerca de 100 milhões de casos/ano em todo o mundo. A transmissão da dengue faz-se preferencialmente através da picada do mosquito *Aedes aegypti* e, em menor ocorrência pelo mosquito *Aedes albopictus*.

Aedes aegypti é um mosquito que prevalece em áreas urbanas e com um ritmo de picada diurna com preferência acentuada por sangue humano. Por outro lado, *Aedes albopictus* apresenta uma valência ecológica maior, com menor penetração em ambiente urbano, e com uma menor preferência da picada pelo ser humano (Gubler, D., 1997).

Em 2017 foi detetado pela primeira vez o mosquito competente pela transmissão da dengue (*Aedes albopictus*) na região de Penafiel e no Algarve (Marabuto e Rebelo, 2017), não havendo evidências de que os mosquitos estivessem infetados pelo vírus. No entanto, entre 2014 e 2018 foram declarados 10 casos de dengue importado na área metropolitana o que, dada a presença dos mosquitos vetores no país, poderá constituir um maior risco de introdução da doença em Portugal.

De salientar ainda que o *Aedes albopictus* é o vetor preferencial para a transmissão de outras doenças como seja a Chikungunya e Zika e que em alguns países europeus têm surgido surtos recentes (Marano *et al.*, 2017). Embora não tenham sido identificados mosquitos infetados na área metropolitana, foram reportados 7 casos de Zika no período 2014-18.

A Leishmaniose é uma doença transmitida por vetores de declaração obrigatória, causada por parasitas do género *Leishmania*. A Leishmaniose é transmitida pela picada de dípteros da sub-família *Phlebotominae*, podendo ter como reservatórios animais silváticos, o cão e o Homem. No caso da Leishmaniose Visceral afeta preferencialmente crianças e imuno-comprometidos. Os surtos de Leishmaniose têm estado associados à disponibilidade de reservatórios zoonóticos (Ashford, 1997) e a modificações ambientais, como a deflorestação (Molyneux, 1997).

Dado que a doença está presente em algumas partes do país e, tendo em conta o possível alastramento das condições ideais para a sobrevivência do parasita associada ao aumento da temperatura global, prevê-se que o risco de transmissão desta doença venha a aumentar na área metropolitana. Entre 2014-18, foram declarados 13 casos de Leishmaniose Visceral na região.

Doenças transmitidas pela água e comida

Outro dos possíveis impactes indiretos das AC na saúde pode ocorrer pela exposição a infeções associadas com a qualidade da água e de saneamento, quer através da ingestão de água contaminada, quer pelo contacto com água de deficiente qualidade em zonas de recreio ou ainda pela comida.

Salvo quando por ação humana, a deterioração da qualidade da água resulta, na maior parte dos casos, da ocorrência de episódios de pluviosidade intensa e de variações na temperatura. A pluviosidade intensa pode conduzir ao aumento do risco de cheias e à conseqüente contaminação de aquíferos, à deterioração da qualidade de águas superficiais (podendo afetar a saúde dos que têm contacto com água em atividades de recreio) e ao aumento da florescência de organismos plantónicos, conseqüência do aumento da concentração de nutrientes disponíveis na água (Reynolds, 1984 in Hunter, 2003; Albay, Matthiensen e Codd, 2005).

Por outro lado, o aumento da temperatura está associado à proliferação de microrganismos plantónicos, como as cianobactérias (Amé, del Pilar Díaz e Wunderlin, 2003), e à multiplicação de agentes patogénicos na comida, como, por exemplo, a contaminação com salmonelas, frequente nos meses de Verão (Kovats *et al.*, 2004). A incidência de doenças transmitidas pela água ocorre

predominantemente por surtos associados à contaminação de abastecimentos de água na maioria dos casos por Criptosporidíase e Campilobacteriose (Hunter, 2003).

Entre 2014-18, foram declarados 308 casos de Campilobacteriose, 17 de Giardíase e 203 casos de Salmoneloses na região.

O aumento de fenómenos de precipitação intensa e concentrada, assim como o aumento da temperatura do ar, irão contribuir para a modificação dos limites geográficos dos agentes patogénicos, resultando num potencial aumento da exposição e, desse modo é expectável que risco de doenças transmitidas pela água aumente. Na Europa, no entanto, as boas condições de saneamento básico e de abastecimento público atuais indicam que este risco se mantenha reduzido.

A identificação de impactes na saúde associados a estes eventos climáticos nem sempre é direta, o que torna difícil a sua determinação e quantificação. Por este motivo, a identificação de impactes na saúde resultante de episódios climáticos ocorridos na área metropolitana, poderá eventualmente estar subestimada.

Consideraram-se como eventos climáticos com relevo para a saúde humana aqueles associados a fenómenos térmicos extremos e os incêndios florestais/rurais com registo de degradação da qualidade do ar. Outros eventos potencialmente danosos para a saúde humana, como por exemplo as *cheias*, tempestades ou *ventos fortes*, foram excluídos desta análise, por se encontrarem já enquadrados na análise sectorial de “segurança de pessoas e bens”.

Com base na análise do PIC da área metropolitana, é possível identificar diversos eventos com impacte direto na saúde humana, nomeadamente episódios responsáveis pelo “aumento da morbilidade e da mortalidade” e pela “redução da qualidade do ar/aumento de problemas respiratórios”. Os tipos de eventos responsáveis por estes impactes na saúde são em grande medida eventos de temperaturas adversas: tanto de frio, como de calor extremo. Podem, também em alguns casos ocorrer episódios deflagrar focos de incêndio florestal/rural cujas plumas terão um impacte negativo na qualidade do ar e, desse modo, afetar a saúde da população, nomeadamente através de problemas do foro respiratório. Os resultados do PIC com relevância para o sector encontram-se sintetizados nas tabelas seguintes.

Tabela 52. Síntese dos resultados do Perfil dos Impactes Climáticos para o sector 'Saúde'

Variáveis	Detalhe das variáveis	Resultados
Total de eventos climáticos (n.º)	Temperaturas elevadas/ondas de calor	9
	Temperaturas baixas/ondas de frio	6
	Incêndio rural/florestal	2
Total de impactes registados (n.º)	Aumento da morbilidade e da mortalidade	12
	Redução da qualidade do ar/aumento de problemas respiratórios	2
	Alterações no uso de equipamentos/serviços	2
	Sem impactes	2
Total de consequências registadas	Evacuação de população	6
	Intoxicações respiratórias	1
Total dos eventos climáticos que tiveram importância alta (n.º)	Temperaturas elevadas/ondas de calor	4
	Temperaturas baixas/ondas de frio	1
	Incêndio rural/florestal	0
Total dos eventos climáticos que tiveram eficácia de resposta alta (n.º), independente da importância	Temperaturas elevadas/ondas de calor	2
	Temperaturas baixas/ondas de frio	1
	Incêndio rural/florestal	0
Total dos eventos climáticos, com importância alta e moderada, que tiveram eficácia de resposta baixa (n.º)	Temperaturas elevadas/ondas de calor	4
	Temperaturas baixas/ondas de frio	1
	Incêndio rural/florestal	0

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Tabela 53. Apresentação dos principais eventos com impacto no sector 'Saúde'

Tipologia de Evento	Detalhes	Impactes	Consequências
Temperaturas elevadas/ondas de calor (2015, 2016 e 2017)	Temperatura máxima $\geq 34^{\circ}\text{C}$ durante 48h	– Aumento da morbilidade e da mortalidade	– Não identificadas
Temperaturas baixas/ondas de frio (2006, 2009, 2015 e 2017)	Temperatura Mínima $\leq 3^{\circ}\text{C}$, pelo menos 48h Massa de ar frio associada a uma depressão com precipitação	– Aumento da morbilidade e da mortalidade – Alterações no uso de equipamentos/serviços	– Povoações evacuadas
Incêndio rural/florestal (2005)	Temperatura- 39° Humidade Relativa 18%	– Aumento da morbilidade e da mortalidade – Redução da qualidade do ar/aumento de problemas respiratórios	– Povoações evacuadas – Intoxicações por inalação – Lesões oculares – Crises de ansiedade e hipertensão

Fonte: PMAAC-AML (2018)

10.5. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Futuras

O previsível aumento do número de dias em que o desconforto térmico é acentuado (independentemente da ocorrência de picos extremos de calor) pode provocar uma sobrecarga térmica acrescida na população. O aumento do desconforto térmico poderá condicionar a saúde humana nomeadamente por requerer um esforço termorregulatório suplementar por parte dos indivíduos para atingirem o conforto bioclimático. Nestes casos, pode dar-se um aumento de doenças associadas ao calor (desidratação, fadiga, golpes de calor) e, em alguns casos o desencadear de complicações ao nível dos aparelhos circulatório e respiratório.

Cumulativamente, com o aumento da magnitude e intensidade de picos extremos de calor, ou ondas de calor, é também expectável que se assista a uma maior morbilidade e/ou mortalidade por doenças associadas ao calor. É expectável que estas atuem com maior severidade na população com menor capacidade de proteção, como sejam os idosos, crianças ou turistas não aclimatizados. Nos casos de calor extremo, quando a temperatura interior do corpo atinge 40°C pode dar-se o início de um estado de hipertermia em que os principais sintomas são náuseas, dores de cabeça, quebras de tensão arterial, tonturas e, em casos extremos, golpes de calor, estados de inconsciência e coma.

Estima-se que haja um aumento de noites tropicais e de dias extremos de calor em todas as unidades morfoclimáticas da área metropolitana. Nesse sentido, considera-se o aumento do calor extremo associado ao envelhecimento da população irá certamente ter um impacte cada vez mais significativo na saúde da população da região.

Em contrapartida, estima-se que o aumento da temperatura do ar possa contribuir positivamente para a diminuição do excesso de mortalidade e morbilidade no inverno nas regiões temperadas, em especial na mortalidade associada a doenças do aparelho circulatório e do aparelho respiratório.

É expectável que se assista a uma concentração de ozono como resultado das alterações climáticas, o que poderá contribuir para o aumento de situações de risco e de excedência dos valores limites reconhecidos atualmente. O aumento da frequência de fogos, associado ao aumento da temperatura do ar e de frequência e intensidade de eventos térmicos extremos, poderá contribuir para a produção de partículas e de outros elementos potencialmente perigosos para a saúde humana.

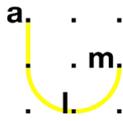


Tabela 54. Síntese de principais impactes futuros para o sector ‘Saúde humana’

Impactes positivos diretos (oportunidade)	Impactes negativos diretos (ameaças)
<ul style="list-style-type: none">– Diminuição do excesso de mortalidade e morbilidade no inverno, em especial na mortalidade associada a doenças do aparelho circulatório e do aparelho respiratório.	<ul style="list-style-type: none">– Com o aumento da magnitude e intensidade de ondas de calor é expectável que se assista a uma maior mortalidade por doenças cardiovasculares e respiratórias.– Pelos mesmos motivos, é expectável observar um aumento da morbilidade associada ao desconforto térmico estival na população mais vulnerável e com menor capacidade de adaptação, como sejam os indivíduos fragilizados por outras patologias, idosos, crianças e a população não climatizada (turistas).
Impactes positivos indiretos (oportunidade)	Impactes negativos indiretos (ameaças)
	<ul style="list-style-type: none">– É expectável que o risco de doenças transmitidas por vetores venha a aumentar com especial atenção para a possível introdução do vetor do Dengue, e para o aumento do risco de infeções por Leishmania e de infeções transmitidas por carraças, como a Encefalite e Doença de Lyme.– Aumento da frequência de fogos com potencial aumento de produção de partículas e de outros elementos potencialmente perigosos para a saúde humana. Face a estas condições, estima-se o aumento da incidência de doenças cardiorrespiratórias associadas à poluição atmosférica, assim como a exacerbação de patologias respiratórias atuais.

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Simultaneamente, as alterações ambientais associadas ao aumento da temperatura podem condicionar a distribuição geográfica de vetores, assim como própria dinâmica do ciclo de vida dos agentes patogénicos. Muitas das doenças transmitidas por vetores têm um período de transmissão sazonal com maior incidência entre a primavera e o início do verão, tanto pela densidade de artrópodes vetores que é maior nesta altura do ano, como pelo maior contato entre hospedeiro-vetor, justificado pela maior frequência de atividades em ambiente exterior.

Os impactes das alterações climáticas na saúde humana na área metropolitana dependerão em grande medida da vulnerabilidade futura. Por um lado, há sinais evidentes de proatividade no sector, no sentido da adoção políticas centradas na adaptação às alterações que se fazem expressar tanto na prestação de cuidados em saúde, como no planeamento e de resposta em caso de emergência. Todavia, existe por outro lado um acentuar de tendências de transformação que poderão contribuir para um agravamento da vulnerabilidade da população.

Tabela 55. Matriz de avaliação do risco climático sectorial 'Saúde humana'

Riscos Climáticos	Nível do Risco			Tendência do Risco
	Presente (até 2040)	Médio Prazo (2041/2070)	Longo Prazo (2071/2100)	
A. Precipitação excessiva	1	1	1	→
B. Redução da precipitação	1	1	1	→
C. Alteração na escala sazonal da precipitação	1	1	1	→
D. Secas	1	1	1	→
E. Temperaturas elevadas/ondas de calor	4	9	9	↑
F. Alteração na escala sazonal da temperatura	1	1	1	→
G. Nível médio das águas do mar	1	1	1	→
H. Temperaturas baixas/ondas de frio	6	3	3	↓
I. Gelo/geada/neve	1	1	1	→
J. Granizo	1	1	1	→
K. Ventos fortes	1	1	1	→
L. Tempestades/tornados/trovoadas	1	1	1	→

Legenda:

Nível de risco:



↑ Aumento do Risco → Manutenção do Risco ↓ Diminuição do Risco

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Deste modo, considera-se que o impacto das alterações climáticas na saúde humana depende de dimensões não climáticas, como sejam:

- **Dimensão social** - designadamente na resistência à adoção de medidas de proteção da saúde e da redução à exposição a fatores de risco. Em alguns casos, a população mais fragilizada (população isolada, idosa ou com outras patologias) poderá ter dificuldades em desencadear comportamentos proactivos capazes de minimizar a exposição a eventos climáticos extremos, como sejam as ondas de frio e de calor. Em contextos de menor escolaridade da população, pode haver uma menor literacia em saúde que permitiria que os indivíduos conseguissem tomar decisões informadas em termos dos cuidados de saúde, assim como de comportamentos preventivos.
- **Dimensão demográfica** - O envelhecimento da população será porventura um dos desafios estruturais da área metropolitana mais relevantes para o sector. Um eventual aumento de comorbilidades decorrentes do envelhecimento da população poderá eventualmente contribuir para uma maior fragilidade dos indivíduos;
- **Dimensão económica** - designadamente relacionadas com a capacidade financeira dos indivíduos e com o modo como estes conseguem investir uma parte do seu rendimento em

medidas de proteção, como por exemplo, através do uso de ar condicionado, ou na melhoria da qualidade do parque habitacional;

- **Dimensão institucional/política** - designadamente no que se refere aos mecanismos de articulação entre serviços de saúde (cuidados primários, cuidados continuados e paliativos) e entre distintas entidades locais, refletindo-se na capacidade de resposta.

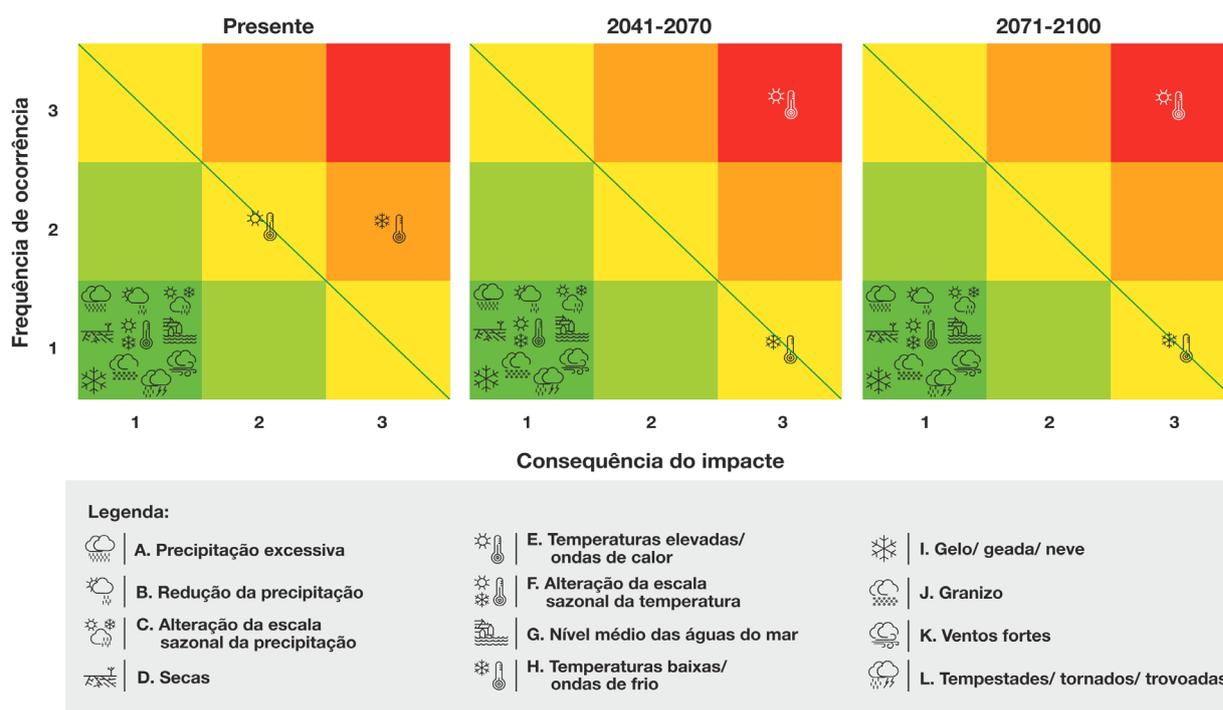
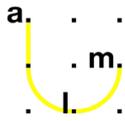


Figura 98. Evolução do risco climático para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector 'Saúde humana'

Fonte: PMAAC-AML (2018)



adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 11. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas do Sector Segurança de Pessoas e Bens

Cofinanciado por:



11. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas 'Segurança de Pessoas e Bens'

11.1. Introdução

O território metropolitano tem uma área de cerca de 3.000 km², o que corresponde a 3,4% do total de Portugal continental. Em 2011, tinha uma população residente de 2.821.876 habitantes, que aumentou 12% nos dois últimos períodos intercensitários, para uma densidade populacional média, de 2.054 habitantes/km². O número de edifícios era, no mesmo ano, de 448.957, dos quais 91% são residenciais, observando-se um aumento de 25,5% em igual período.

Das dimensões relevantes para a Segurança de Pessoas e Bens, o território metropolitano encontra-se exposto a vários tipos de perigos, nomeadamente:

- Perigos naturais, que correspondem a ocorrências associadas ao funcionamento dos sistemas naturais (e.g., movimentos de massa em vertentes, erosão do litoral, cheias e inundações);
- Perigos tecnológicos, que potenciam acidentes, frequentemente súbitos e não planeados, decorrentes da atividade humana (e.g., potencial de acidentes industriais, potencial de acidentes no transporte de substâncias perigosas);
- Perigos mistos (ou ambientais), em que se combinam os resultados de ações continuadas da atividade humana com o funcionamento dos sistemas naturais (e.g., incêndios florestais, erosão hídrica do solo).

Alguns dos perigos apresentam elevado potencial destruidor (e.g., cheias rápidas, fenómenos de erosão costeira). Este facto é gerador de riscos elevados em áreas densamente povoadas, que se encontram frequentemente ocupadas por atividades humanas desajustadas. De entre as ameaças identificadas, destacam-se:

- Concentração excessiva de infraestruturas críticas e estratégicas em áreas de perigosidade moderada ou elevada;
- Expansão urbana e de atividades económicas para zonas marginais expostas a perigos naturais e ambientais e conduzindo à degradação de recursos naturais;
- Agravamento da erosão costeira e das ameaças às atividades económicas concentradas nos estuários do Tejo e Sado, no quadro da subida do nível do mar;
- Agravamento das situações de risco com origem hidro-meteorológica, no quadro da modificação global do clima.

A vulnerabilidade do sector depende de duas vertentes: do agravamento da perigosidade devido ao aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos; e do potencial aumento da exposição ao risco da população, bens e atividades, quase sempre associado a más opções no ordenamento e gestão do território. Atualmente, o território está exposto a um leque amplo de perigos associados a eventos climáticos, com expressão distinta nos diversos municípios, de entre os quais se destacam as cheias (progressivas e rápidas), os movimentos de massa em vertentes, a erosão costeira, as ondas de calor e os incêndios florestais.

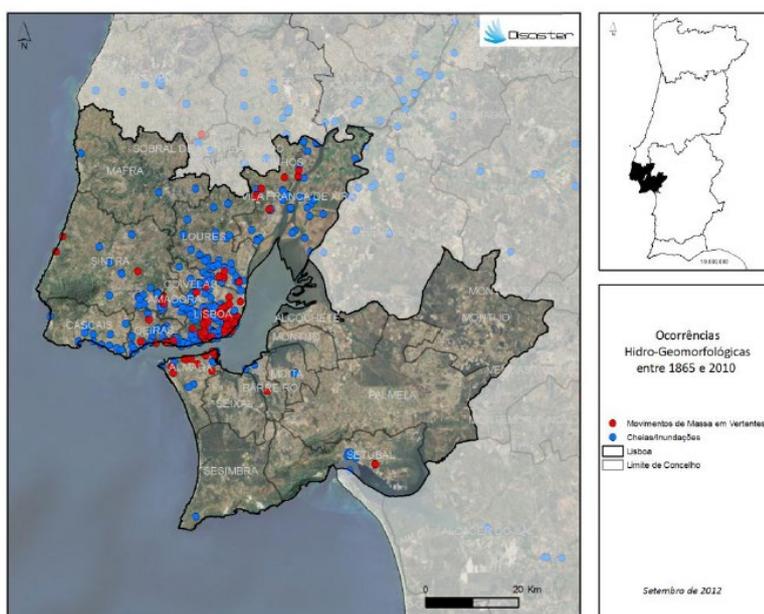


Figura 99. Ocorrências hidro-geomorfológicas identificadas no território metropolitano, no período 1865-2010

Fonte: Base de dados DISASTER (2018)

11.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos

A análise de sensibilidade a estímulos climáticos foi concretizada a partir da avaliação dos elementos relevantes para o sector da Segurança de Pessoas e Bens (população, edifícios e alojamentos), que se localizam em áreas de alta ou muito alta suscetibilidade aos riscos influenciados por condições climáticas que têm o potencial para gerar danos humanos e materiais elevados (cheias rápidas e progressivas, inundações costeiras e erosão de litoral arenoso, erosão e recuo de litoral rochoso, movimentos de massa em vertentes e incêndios rurais). Esta análise permitiu identificar quais os estímulos que têm expressão em cada município e estimar quantos elementos podem ser afetados, ou seja, onde se conjuga, no território metropolitano, a maior suscetibilidade a um dos perigos atrás referidos e a presença de pessoas e bens. Os resultados estão sistematizados na Tabela 56.

A região é particularmente sensível a cheias rápidas, associadas a episódios de precipitação muito intensa e concentrada em algumas horas, guardando na memória o evento catastrófico de novembro de 1967, responsável por centenas de mortos, Em novembro de 1983 ocorreu uma nova cheia rápida que gerou 17 mortos. Todos os municípios da região têm sensibilidade a cheias rápidas, embora em diferentes graus, sendo os municípios de Lisboa, Setúbal e Odivelas os mais sensíveis, com um número de edifícios situados em leitos de cheia compreendido entre 13.014 e 1809 e com totais de população exposta estimados entre 13.474 e 17.517 pessoas. Os municípios de Sintra, Vila Franca de Xira, Seixal, Loures, Cascais e Oeiras surgem numa posição secundária, quer no que respeita aos edifícios situados em zonas afetadas por cheias rápidas (entre 336 e 984), quer no número de pessoas estimadas como expostas a este risco (entre 2.722 e 5.312). Foram identificados 117 equipamentos instalados em leito de cheia suscetível à ocorrência de cheia rápida, que incluem 52 equipamentos de apoio social, 39 estabelecimentos de ensino, 22 equipamentos de saúde e 4 edifícios com funções de administração. Os municípios com maior exposição de equipamentos sensíveis são Setúbal, Lisboa e Odivelas (36, 33 e 24 equipamentos em leito de cheia, respetivamente), seguidos por Cascais, Vila Franca de Xira, Seixal, Almada e Moita, onde se registam entre 7 e 2 equipamentos sensíveis expostos. Loures, Mafra, Montijo e Sintra registam 1 equipamento exposto a cheia rápida.

As cheias progressivas verificam-se ao longo dos vales dos principais cursos de água da região, com destaque para o Rio Tejo e o Rio Sado. Estas cheias ocorrem na sequência de períodos chuvosos persistentes e abundantes, verificados em períodos longos, de algumas semanas a alguns meses, como aconteceu, por exemplo, em fevereiro de 1979. As cheias progressivas são mais previsíveis e, por isso, menos perigosas que as anteriores. No território metropolitano, afetam, essencialmente, os municípios de Vila Franca de Xira e de Lisboa, onde em conjunto se contabilizam mais de 5 centenas de edifícios em fundos de vale sujeitos a este tipo de cheia e se estimam cerca de 850 pessoas expostas.

Os movimentos de massa em vertentes afetam mais seriamente 11 municípios, com maior expressão em Vila Franca de Xira, Sintra, Odivelas, Loures e Mafra, onde o número de edifícios expostos em vertentes perigosas varia entre 474 e 1.064. A população exposta a este perigo estimada nestes municípios varia entre 8.421 e 916. Adicionalmente, foram identificados em vertentes perigosas 5 equipamentos de apoio social (2 em Cascais, 2 em Odivelas e 1 em Vila Franca de Xira) e 2 equipamento de ensino (em Lisboa e Loures).

Os municípios de Loures, Sintra, Mafra e Vila Franca de Xira são os mais sensíveis a incêndios rurais, apresentando entre 375 e 536 edifícios expostos a este tipo de perigo, a que corresponde uma população exposta estimada, por município, entre 687 e 936. Alcochete é o único que não apresenta sensibilidade a incêndios e Montijo, Barreiro e Palmela apresentam baixa sensibilidade. Nas áreas sensíveis a incêndios existem 10 equipamentos de apoio social (5 em Cascais e 1 na Amadora, Mafra, Odivelas, Sesimbra e Setúbal), 4 equipamentos de ensino (2 em Cascais e 1 em Setúbal e Seixal) e 4 equipamentos de saúde (3 em Loures e 1 em Almada).

A sensibilidade a inundações costeiras (e estuarinas) e erosão de litoral arenoso afeta 8 municípios: Almada, Barreiro, Lisboa, Moita, Montijo, Seixal e Sintra. Almada sobressai na erosão de litoral arenoso e inundações costeiras, com mais de 1200 pessoas expostas e cerca de 647 edifícios a que correspondem 1.466 alojamentos. O município de Lisboa evidencia maior sensibilidade nas inundações costeiras (estuarinas), com cerca de 648 pessoas e 50 edifícios a que correspondem 385 alojamentos. Adicionalmente, foi identificado um equipamento de ensino exposto no município de Almada.

A sensibilidade à erosão de litoral rochoso tem uma delimitação mais restrita no território, afetando 6 municípios: Almada, Cascais, Mafra, Sintra, Sesimbra e Setúbal. A sensibilidade é mais expressiva nos municípios de Sintra, Cascais e Mafra que, em conjunto, contabilizam com cerca de 100 pessoas expostas ao perigo de erosão e recuo de arribas.

Em conjunto, as cheias, movimentos de massa em vertentes e incêndios rurais podem afetar cerca de 102 mil pessoas e 57 mil alojamentos.

Tabela 56. Sensibilidade a estímulos climáticos por município da Área Metropolitana de Lisboa para a população (Pop), Edifícios (Ed) e Alojamentos (Al)

Municípios	Sensibilidade a incêndios rurais			Sensibilidade a cheias rápidas			Sensibilidade a cheias progressivas			Sensibilidade a movimentos de massa em vertentes			Sensibilidade a inundações costeiras e erosão de litoral arenoso			Sensibilidade a erosão de litoral rochoso (arribas)		
	Pop	Ed	Al	Pop	Ed	Al	Pop	Ed	Al	Pop	Ed	Al	Pop	Ed	Al	Pop	Ed	Al
Alcochete	0	0	0	23	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Almada	163	94	116	886	193	400	0	0	0	183	23	82	1206	647	1466	1	2	2
Amadora	77	35	43	226	28	113	0	0	0	1306	156	571	0	0	0	0	0	0
Barreiro	29	16	25	189	40	102	8	7	7	0	0	0	142	52	99	0	0	0
Cascais	350	149	186	3292	782	1861	0	0	0	287	69	140	0	0	0	34	9	25
Lisboa	64	23	27	17517	1809	11880	412	196	20	397	93	224	648	50	385	0	0	0
Loures	687	375	445	3490	984	1853	0	0	0	1591	534	820	0	0	0	0	0	0
Mafra	936	536	590	523	253	284	0	0	0	916	474	492	0	0	0	27	47	60
Moita	4	3	3	210	101	105	27	21	21	0	0	0	27	21	21	0	0	0
Montijo	1	1	1	46	23	24	25	17	17	0	0	0	13	5	5	0	0	0
Odivelas	205	90	171	13474	1314	7033	0	0	0	2405	531	1058	0	0	0	0	0	0
Oeiras	115	54	65	2722	336	1536	0	0	0	289	51	130	0	0	0	0	0	0
Palmela	85	69	73	845	321	380	31	16	14	20	17	17	0	0	0	0	0	0
Seixal	40	21	58	4657	505	2484	31	28	20	0	0	0	29	19	27	0	0	0
Sesimbra	97	66	113	5	5	5	0	0	0	132	90	679	0	0	0	7	7	22
Setúbal	143	140	145	14477	1746	8674	4	2	2	38	56	61	0	0	0	2	8	11
Sintra	867	553	597	5312	577	2706	0	0	0	8241	753	3737	12	2	29	53	57	76
Vila Franca de Xira	791	445	487	4042	823	2165	481	345	214	2729	1064	1466	12	17	24	0	0	0

Fonte: INE (2011)

No contexto metropolitano, os municípios de Alcochete, Barreiro, Moita, Montijo, Palmela e Sesimbra apresentam uma sensibilidade a estímulos climáticos relativamente baixa. Pelo contrário, os municípios de Lisboa, Odivelas, Setúbal e Sintra apresentam uma grande sensibilidade a estímulos climáticos, com a maior proporção de elementos expostos de todo o território (cerca de

60%). Estes resultados derivam, em grande medida, da maior densidade de pessoas, de edifícios e de alojamentos nestes municípios, aliada à presença de condições biofísicas favoráveis à ocorrência dos processos perigosos considerados.

Em termos de população exposta a riscos influenciados por estímulos climáticos, a hierarquia dos municípios é a seguinte, por ordem decrescente: Lisboa, Odivelas, Sintra, Setúbal, Vila Franca de Xira, Loures, Seixal, Cascais, Oeiras, Almada, Mafra, Amadora, Palmela, Barreiro, Sesimbra, Moita, Montijo e Alcochete.

11.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa

A capacidade adaptativa no sector de Segurança de Pessoas e Bens foi avaliada tendo em conta o número de bombeiros em cada município, assumindo que a capacidade de adaptação é proporcional à existência de meios de socorro. De facto, a resposta às ocorrências relacionadas com este sector depende largamente da intervenção de meios de socorro, em primeiro lugar dos corpos de bombeiros mais próximos e/ou com meios disponíveis. Não foram considerados outros agentes de proteção civil, tais como Forças de Segurança, Forças Armadas, Autoridades Marítima e Aeronáutica, Sapadores Florestais, Instituto Nacional de Emergência Médica e demais Serviços de Saúde, e Cruz Vermelha Portuguesa. Considera-se que o número de bombeiros existente em cada município é um indicador suficientemente indicativo da capacidade de adaptação, uma vez que são habitualmente os primeiros intervenientes e os mais ativos na resposta a situações de risco e catástrofe.

O número de bombeiros no município foi avaliado considerando a relação com elementos expostos a estímulos climáticos, nomeadamente a população, através dos seguintes indicadores (Tabela 57):

- Número de bombeiros em relação à população residente;
- Número de bombeiros em relação ao total de população localizada em áreas sensíveis a estímulos climáticos. A população residente em áreas sensíveis a estímulos climáticos foi estimada a partir de cartografia dasimétrica com o cruzamento da BGE com a BGRI e posterior interseção com as suscetíveis a incêndios rurais/florestais, cheias rápidas, cheias progressivas, movimentos de massa em vertentes, inundações costeiras e erosão de litoral arenoso, e erosão de litoral rochoso (arribas).

Os municípios com mais bombeiros são Lisboa, Sintra, Loures, Oeiras e Cascais. Em conjunto, estes municípios possuem 55% do total metropolitano. Lisboa engloba cerca de 20% do total de bombeiros do território metropolitano; no entanto, devido à maior concentração de pessoas e bens neste município, o rácio de bombeiros em relação à população residente tem um valor equivalente ao da média metropolitana (1,7 bombeiros/mil habitantes). Os municípios de Sesimbra, Alcochete, Palmela e Mafra têm o rácio bombeiros/residentes mais elevado, enquanto os municípios da Moita, Amadora e Seixal têm o rácio mais baixo (inferior a 1 bombeiro / mil habitantes).

Considerando o número de pessoas localizadas em áreas sensíveis, os municípios com o rácio mais elevado (situação mais favorável) são Alcochete e Montijo, com 2,39 e 1,15 bombeiros/pessoa em área sensível, respetivamente. Pelo contrário, os municípios de Odivelas, Setúbal, Seixal e Vila Franca de Xira apresentam o rácio bombeiros/população em áreas sensíveis mais baixo, entre 0.01 e 0.03.

Tabela 57. Indicadores de capacidade adaptativa para o Sector 'Segurança de Pessoas e Bens', por município

Município	N.º bombeiros	% bombeiros AML	Residentes	População em áreas sensíveis	n.º Bombeiros/1000 residentes	n.º Bombeiros/pop sensível
Alcochete	55	1,2	17.569	23	3,1	2,39
Almada	244	5,2	174.030	2.929	1,4	0,08
Amadora	79	1,7	175.136	2.111	0,5	0,04
Barreiro	155	3,3	78.764	443	2	0,35
Cascais	328	7,0	206.479	4439	1,6	0,07
Lisboa	951	20,3	547.733	19.631	1,7	0,05
Loures	370	7,9	205.054	7.290	1,8	0,05
Mafra	173	3,7	76.685	2.860	2,3	0,06
Moita	54	1,2	66.029	276	0,8	0,20
Montijo	91	1,9	51.222	79	1,8	1,15
Odivelas	246	5,3	144.549	16.810	1,7	0,01
Oeiras	346	7,4	172.120	3.280	2	0,11
Palmela	194	4,1	62.831	993	3,1	0,20
Seixal	146	3,1	158.269	5.053	0,9	0,03
Sesimbra	159	3,4	49.500	360	3,2	0,44
Setúbal	235	5,0	121.185	14.777	1,9	0,02
Sintra	579	12,4	377.835	15.611	1,5	0,04
Vila Franca de Xira	279	6,0	136.886	8.378	2	0,03
AML	4684		2.821.876	105.343	1,7	0,04

Fonte: INE, 2011

O controlo de trânsito, corte e reposição de vias é um tipo de ação/resposta empregue com frequência em eventos de incêndios rurais/florestais, cheias e inundações, agitação marítima/galgamento/inundação e tempestades/tornados. No caso dos incêndios rurais/florestais e das cheias e inundações, acrescenta-se o socorro de feridos e transporte para centros hospitalares

como tipo de resposta frequente. Os danos associados ao vento têm como resposta habitual a limpeza de detritos e o corte e remoção de árvores e troncos caídos e partidos.

Tabela 58. Síntese das ações/respostas mais frequentes para o sector 'Segurança de Pessoas e Bens'

Tipologia de evento e de impacte	Ações/respostas mais frequentes
<ul style="list-style-type: none"> – Temperaturas elevadas - ocorrência de Incêndio rural/florestal: perigo para a população e causando feridos. Danos em edifícios, estruturas e para a vegetação. Danos em povoamentos florestais e áreas protegidas, com perda de recursos. Obstrução de vias, redução de acessibilidade 	<ul style="list-style-type: none"> – Combate às chamas e proteção de pessoas e bens – Evacuação de pessoas em áreas em perigo – Socorro de feridos, transporte para centros hospitalares – Controlo de trânsito, corte e reposição de vias – Limpeza e recuperação de áreas ardidas
<ul style="list-style-type: none"> – Precipitação excessiva: Cheias e inundações, causando mortos e feridos, desalojados, danos em edifícios e estruturas e problemas de trânsito e de mobilidade 	<ul style="list-style-type: none"> – Socorro de feridos, transporte para centros hospitalares – Controlo de trânsito, corte e reposição de vias – Drenagem e bombagem de água – Limpeza de estradas
<ul style="list-style-type: none"> – Agitação marítima/ galgamento/inundação: Danos em edifícios, em equipamentos e estruturas, destruição de estruturas nas áreas costeiras e corte de estradas, com diminuição da segurança rodoviária 	<ul style="list-style-type: none"> – Interdição de passeio marítimo – Controlo de trânsito, corte e reposição de vias – Recuperação de estruturas
<ul style="list-style-type: none"> – Tempestade/tornados: danos em edifícios, estruturas e equipamentos; queda de árvores e postes de comunicação; corte de estradas 	<ul style="list-style-type: none"> – Controlo de trânsito, corte e reposição de vias – Limpeza de detritos – Corte e remoção de árvores e troncos caídos e partidos, limpezas, remoção de estruturas caídas
<ul style="list-style-type: none"> – Vento forte: Danos em estruturas de edifícios e equipamentos urbanos e queda frequente de árvores 	<ul style="list-style-type: none"> – Limpeza de detritos – Corte e remoção de árvores e troncos caídos e partidos, limpezas, remoção de estruturas caídas

Fonte: PMAAC-AML (2018)

O planeamento da resposta para o sector Segurança de Pessoas e Bens está a cargo das instituições com responsabilidade na política pública de Proteção Civil nas suas diversas escalas, nomeadamente a Autoridade Nacional de Proteção Civil, os Centros Distritais de Operações de Socorro de Lisboa e Setúbal e os Serviços Municipais de Proteção Civil. No caso dos incêndios rurais/florestais, acresce o Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas. Na execução da resposta acrescentam a estas instituições os corpos de bombeiros (sapadores e voluntários) bem como o Grupo de Intervenção Proteção e Socorro da Guarda Nacional Republicana.

Tabela 59. Identificação de responsáveis pelo planeamento e execução da resposta para o sector 'Segurança de Pessoas e Bens'

Instituições responsáveis/envolvidas pelo planeamento da resposta	Instituições responsáveis/envolvidas pela execução da resposta
<ul style="list-style-type: none"> – Serviços Municipais de Proteção Civil – Comandos Distritais de Operações de Socorro (CDOS) de Lisboa e Setúbal – Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) 	<ul style="list-style-type: none"> – Regimentos e Companhias de Bombeiros Sapadores – Associações Humanitárias de Bombeiros Voluntários – Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) – Serviços Municipais de Proteção Civil (SMPC) – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) – Guarda Nacional Republicana (GNR) – GIPS (Grupo de Intervenção Proteção e Socorro)

11.4. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Atuais

Registaram-se, a partir do ano 2000, cerca de 500 eventos meteorológicos com consequências para a Segurança de Pessoas e Bens. Salientam-se, no entanto, dois eventos anteriores, pelos impactes severos que causaram: as cheias de 1967 e de 1983.

A avaliação dos impactes climáticos na Segurança de Pessoas e Bens relaciona-se, em primeiro lugar, com as perdas humanas. No território metropolitano, registaram-se quatro grandes eventos com registo de perdas; as cheias de 1967 provocaram centenas de mortos e feridos, afetando nos municípios de Loures, Odivelas, Vila Franca de Xira, Sintra, Amadora, Oeiras, Cascais e Lisboa. Em 1983, um outro evento de cheia causou 17 mortos e vários feridos, desalojados e evacuados nos municípios de Loures, Mafra, Cascais, Sintra, Oeiras, Amadora, Lisboa, Odivelas, Vila Franca de Xira e Setúbal. Em 2005, registaram-se grandes incêndios no município de Mafra, que provocaram ferimentos em 95 bombeiros e 51 civis. Mais recentemente, em 2008, devido a chuvas intensas e cheias subsequentes, houve 3 mortos, 1 em Loures e 2 em Sintra, assim como alguns feridos. Todos estes eventos provocaram desalojados, danos em edifícios, equipamentos e infraestruturas e obstrução ou corte de vias rodoviárias.

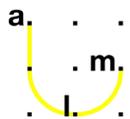
A precipitação intensa foi o evento meteorológico com maior expressão, com 311 ocorrências registadas (63% do total) com impactes na Segurança de Pessoas e Bens. O vento forte é o evento meteorológico que surge imediatamente a seguir à precipitação intensa, com 72 ocorrências registadas (15% do total). Em conjunto, os eventos caracterizados por precipitação intensa e/ou vento forte são largamente maioritários, totalizando 81% das ocorrências registadas. Os outros eventos meteorológicos com impactes relevantes no sector da segurança de pessoas e bens foram a agitação marítima/galgamento/inundação costeira (7% do total), os Incêndios Rurais/Florestais (6% do total) e a instabilidade de vertentes/arribas (3% do total).

De acordo com os dados disponibilizados, os municípios mais afetados terão sido Cascais, Loures, Sintra, Lisboa, Montijo e Mafra, com mais de 80% dos eventos registados.

No total, foram registados 681 impactes, 4 dos quais com reflexo no aumento da morbilidade e da mortalidade. Destacam-se os danos em edifícios (248 registos, 36% do total), relacionados maioritariamente com eventos de precipitação intensa. Realçam-se ainda os problemas de trânsito e de mobilidade (182 casos, 27% do total), geralmente associados a ocorrências de precipitação excessiva e/ou vento forte, e os danos em estruturas (94 casos, 14%). Os restantes impactes relevantes no sector da segurança de pessoas e bens representam em conjunto 23% do total registado e consistiram em danos em viaturas e equipamentos, incêndios, cheias e inundações e movimentos de massa em vertentes com efeitos sobre pessoas e bens.

Tabela 60. Síntese dos resultados do Perfil dos Impactes Climáticos para o sector ‘Segurança de Pessoas e Bens’

Variáveis	Detalhe das Variáveis	Resultados
Total de eventos climáticos (n.º)	Agitação marítima/galgamento/inundação	32
	Gelo/geada/neve	1
	Granizo	1
	Incêndio rural/florestal	31
	Instabilidade de vertentes/arribas	14
	Precipitação intensa	311
	Precipitação intensa e vento forte	17
	Tempestade/tornados	11
	Trovoada/raio	1
	Vento forte	72
Total de impactes registados (n.º)	Alterações no uso de equipamentos/serviços	4
	Alterações nos estilos de vida	21
	Aumento da morbilidade e da mortalidade	248
	Cheias e inundações	12
	Danos em edifícios	94
	Danos em equipamentos	15
	Danos em estruturas	31
	Danos em viaturas	74
	Incêndios (efeitos em pessoas e bens)	182
	Movimentos de vertente	17
	Problemas de trânsito e de mobilidade	0
	Queda de árvores	0
	Agitação marítima/galgamento/inundação	11
	Gelo/geada/neve	0



Variáveis	Detalhe das Variáveis	Resultados
Total dos eventos climáticos que tiveram importância alta (n.º)	Granizo	26
	Incêndio rural/florestal	5
	Instabilidade de vertentes/arribas	3
	Precipitação intensa	1
	Precipitação intensa e vento forte	8
	Tempestade/tornados	1
	Trovoada/raio	0
	Vento forte	0
Total dos eventos climáticos que tiveram eficácia de resposta alta (n.º), independente da importância	Agitação marítima/galgamento/inundação	19
	Gelo/geada/neve	4
	Granizo	33
	Incêndio rural/florestal	1
	Instabilidade de vertentes/arribas	2
	Precipitação intensa	0
	Precipitação intensa e vento forte	46
	Tempestade/tornados	1
	Trovoada/raio	0
	Vento forte	0
Total dos eventos climáticos, com importância alta e moderada, que tiveram eficácia de resposta baixa (n.º)	Agitação marítima/galgamento/inundação	N/A
	Gelo/geada/neve	N/A
	Granizo	9
	Incêndio rural/florestal	0
	Instabilidade de vertentes/arribas	1
	Precipitação intensa	0
	Precipitação intensa e vento forte	1
	Tempestade/tornados	32
	Trovoada/raio	1
	Vento forte	1

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Foram considerados como de elevada importância 71 eventos, com destaque para os associados à precipitação intensa e vento forte que, em conjunto somam 55% do total. Merece ainda destaque a agitação marítima/galgamento/inundação costeira que totaliza 24% dos eventos de elevada importância. Por último, foram registados 11 incêndios rurais/florestais catalogados como de elevada importância, que correspondem a 15% do total de eventos considerados de importância alta.

Os principais eventos de precipitação excessiva ocorreram em 1967, 1983 e 2008 e foram responsáveis por elevado número de mortos e feridos, desalojados, evacuados, destruição de casas e cortes de estradas.

Tabela 61. Apresentação dos principais eventos com impacte no sector 'Segurança de Pessoas e Bens'

Tipologia de Evento	Detalhes	Impactes	Consequências
Agitação marítima/ galgamento/inundação (2003, 2009, 2011, 2014, 2016, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> – Temporal – Agitação marítima. Subida de maré. Ondulação alta 	<ul style="list-style-type: none"> – Danos em estruturas – Problemas de trânsito e de mobilidade 	<ul style="list-style-type: none"> – Danos em edifícios – Danos em equipamentos e estruturas – Inundações – Destruição de estruturas na costa – Corte de estradas, diminuição de segurança rodoviária
Incêndio Rural/Florestal (2005, 2013, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> – Temperaturas acima de 30°, Humidade Relativa muito baixa 	<ul style="list-style-type: none"> – Perigo para a população – Perigo para animais do centro de recuperação (Maфра) – Incêndios em povoamentos florestais e área protegida 	<ul style="list-style-type: none"> – Feridos – Povoações evacuadas – Danos em edifícios – Danos em estruturas – Danos para a vegetação (área ardida)
Precipitação excessiva (1967, 1983, 2008)	<ul style="list-style-type: none"> – Elevados quantitativos de precipitação concentrados no tempo 	<ul style="list-style-type: none"> – Cheias e inundações – Danos em edifícios – Danos em infraestruturas – Problemas de trânsito e de mobilidade 	<ul style="list-style-type: none"> – Mortos e feridos – Desalojados – Evacuados – Corte de estradas, diminuição de segurança rodoviária
Tempestade/tornados (2004, 2010, 2013, 2015, 2017)	<ul style="list-style-type: none"> – Rajada máxima \geq 90km/h – Tempestade Gong – Ventos muito fortes e queda de pedras de granizo 	<ul style="list-style-type: none"> – Danos em edifícios e estruturas – Danos em equipamentos – Problemas de trânsito e de mobilidade – Danos para a vegetação 	<ul style="list-style-type: none"> – Danos em fachadas e telhados. – Coberturas e revestimentos de armazéns arrancadas. – Corte de estradas – Danos em equipamentos de resíduos, postes de comunicações, rede elétrica, painéis publicitários. – Queda de árvores
Vento forte (2008 – 2017)	<ul style="list-style-type: none"> – Rajada máxima entre 70km/h e 130km/h 	<ul style="list-style-type: none"> – Danos em edifícios – Danos em estruturas – Danos para a vegetação 	<ul style="list-style-type: none"> – Danos em estruturas de edifícios e equipamentos urbanos – Queda de árvores

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Os maiores eventos de tempestade/tornado e vento forte ocorreram em 2004, 2008, 2010, 2013, 2014, 2015 e 2017, em diferentes municípios, tendo gerado danos em estruturas de edifícios e

equipamentos urbanos, incluindo fachadas e telhados; danos em equipamentos de resíduos, postes de comunicações, rede elétrica e painéis publicitários; queda de árvores.

Os eventos mais relevantes de agitação marítima/galgamento/inundação ocorreram em 2003, 2009, 2011, 2014, 2016 e 2018, tendo sido responsáveis pela destruição de estruturas de defesa costeira, danos em edifícios, equipamentos e estruturas, inundação e corte de estradas.

Os principais eventos de incêndios rurais/florestais registram-se em 2005, 2013 e 2016, tendo provocado feridos, evacuação de povoações, danos em edifícios e em estruturas e danos para a vegetação (área ardida).

11.5. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Futuras

A análise de risco correspondente à situação climática atual permitiu concluir que os principais impactes registados nesta região, com efeitos relevantes no sector da Segurança de Pessoas e Bens, estão associados a eventos de precipitação intensa e vento forte, que representam 70% das ocorrências classificadas como de elevada importância. Esta tipologia de eventos esteve na origem de cheias rápidas, inundações urbanas, movimentos de massa em vertentes e quedas de árvores e estruturas, repartidas em todo o território metropolitano, mas com consequências humanas e económicas mais relevantes nas áreas caracterizadas por uma maior exposição aos riscos.

Os impactes importantes resultantes da agitação marítima/galgamento/inundação costeira correspondem a 20% do total das ocorrências importantes e foram particularmente relevantes na Costa da Caparica no município de Almada, atingindo de modo menos intenso as pequenas praias encastradas situadas a norte do estuário do Tejo e na costa da Arrábida.

Os incêndios florestais, tipicamente associados a condições meteorológicas marcadas por temperatura elevada, baixa humidade e vento forte foram responsáveis por 5% das ocorrências consideradas importantes, tendo tido maior impacto nas Serras de Sintra e da Arrábida e nas zonas florestais dos municípios de Mafra e Loures. Os eventos associados a trovoada, queda de neve ou granizo e ocorrência de geada tiveram uma importância nula ou reduzida.

De entre a cenarização climática projetada, destacam-se os seguintes aspetos, com especial impacto na tipologia de eventos referida nos parágrafos anteriores (valores em número de dias por ano):

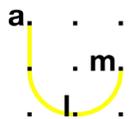
- Aumento da frequência dos dias muito quentes, mais acentuado no interior do território metropolitano, de + 13 dias (2041-2070) a + 35 dias (2071-2100, no cenário RCP 8.5);
- Aumento da frequência de noites tropicais, de +6 a +12 dias (2041-2070), a +34 dias (2071-2100, no cenário RCP 8.5);

- Aumento da frequência e da persistência de ondas de calor, com maior expressão nos vales do Tejo e do Sado, de +9 a +10 dias (2041-2070), a +12 a +23 dias (2071-2100, no cenário RCP 8.5);
- Agravamento generalizado do desconforto térmico pelo calor, de +24 a +33 dias (2041-20170), a +25 a +66 dias (2071-2100);
- Diminuição generalizada da precipitação anual, de -5% a -6% (2041-2070); a -4% (RCP 4.5) a -17% (RCP 8.5) (2070-2100);
- Diminuição do número de dias de precipitação, essencialmente no Outono e na Primavera, de -10 dias a -12 dias (2041-2070);
- Aumento da frequência de dias com precipitação muito intensa (>20mm), de +1 a +2 dias (2041-2070).

Adicionalmente, no âmbito internacional, o 5.º Relatório de Avaliação do IPCC enfatiza uma subida do nível do mar de cerca de 19 cm no decurso do século XX e primeira década do século XXI, como consequência da expansão térmica das águas e da fusão dos gelos. No litoral português, os registos maregráficos indicam uma subida do nível do mar de 2,1mm/ano no período 1977-2000, que se agravou para 3,0mm/ano no período 2000-2015. Até 2100, no cenário mais pessimista, a subida do nível do mar pode chegar a mais de 80 cm, num quadro em que os oceanos continuarão a aquecer e acidificar-se.

No contexto atrás descrito, o histórico de eventos registados e as projeções resultantes da cenarização climática deixam antever um conjunto de impactes futuros negativos (ameaças) e positivos (oportunidades) resultantes das alterações climáticas e com implicações no sector da Segurança de Pessoas e Bens, que estão sintetizados na Tabela 62;

- A subida do nível do mar que se projeta para as próximas décadas, associada à reduzida disponibilidade de sedimentos na faixa litoral, promovem a erosão e os galgamentos costeiros, que se tenderão a agravar, com danos em edifícios e infraestruturas, com especial incidência no sector Cova do Vapor – Fonte da Telha e no sector Cova do Vapor - Trafaria (Almada);
- O aumento generalizado da temperatura tem o impacte positivo da redução de ocorrência de vagas de frio. No entanto, sobressaem os efeitos negativos na saúde humana decorrentes do incremento do número de dias muito quentes, noites tropicais e ondas de calor, a que se junta a ação da ilha de calor urbano. Estes efeitos, diretos e indiretos, incluem a redução do conforto térmico, a diminuição da qualidade do ar e o aumento de problemas respiratórios, principalmente nas populações mais vulneráveis (crianças, idosos e doentes), aumentando a probabilidade de perdas humanas;
- A redução da precipitação anual e do número de dias de chuva poderá repercutir-se positivamente na redução da sinistralidade rodoviária, embora acarrete a redução e degradação dos recursos hídricos disponíveis como impacte negativo indireto;



- O aumento do número de dias com precipitação elevada (> 20mm) enfatiza a importância dos eventos extremos e poderá resultar na diminuição da segurança da população, com aumento dos danos humanos, em bens e atividades em resultado de cheias rápidas, inundações urbanas e estuarinas e movimentos de vertente superficiais, com maior expressão nas Unidades Morfoclimáticas Serras e Colinas da Estremadura, Colinas do Tejo e Península de Lisboa. Nestas circunstâncias, é expectável a ocorrência de interrupção da circulação rodoviária e a eventual perda de eficiência dos agentes e serviços de emergência e socorro por sobrecarga de utilização;
- O aumento da temperatura e a redução da precipitação vão produzir efeitos negativos no regime do fogo, sendo expectável o aumento da frequência e da magnitude dos incêndios rurais/florestais. O risco de incêndio continuará muito elevado nas serras de Sintra e da Arrábida e deverá incrementar substancialmente nas Unidades Morfoclimáticas Colinas do Tejo, Peneplanície e Vales do Tejo e do Sado.

Tabela 62. Síntese de principais impactes futuros para o sector 'Segurança de Pessoas e Bens'

Impactes positivos diretos (oportunidade)	Impactes negativos diretos (ameaças)
<ul style="list-style-type: none"> – Diminuição dos impactes resultantes de vagas de frio – Redução dos acidentes rodoviários devidos a más condições meteorológicas, nomeadamente a redução do número de dias de chuva 	<ul style="list-style-type: none"> – Aumento dos danos humanos, em bens e atividades, associados ao incremento da frequência e intensidade de cheias rápidas, inundações urbanas e estuarinas. – Agravamento dos danos em edifícios e infraestruturas decorrente da erosão e galgamentos costeiros. – Aumento da sensibilidade da população decorrente do incremento da intensidade e frequência de ondas de calor. – Aumento da frequência e da magnitude dos incêndios rurais/florestais, nomeadamente nas Unidades Morfoclimáticas Colinas do Tejo, Peneplanície e Vales do Tejo e do Sado. – Aumento dos danos materiais decorrentes do incremento da frequência de movimentos de vertente superficiais, nomeadamente nas Unidades Morfoclimáticas Serras e Colinas da Estremadura, Colinas do Tejo e Península de Lisboa.
Impactes positivos indiretos (oportunidade)	Impactes negativos indiretos (ameaças)
<ul style="list-style-type: none"> – Valorização do território, garantindo a segurança das pessoas e dos bens e a qualidade do ambiente, regulamentando o uso do solo em função da incidência territorial dos processos perigosos em cenários de alteração climática 	<ul style="list-style-type: none"> – Interrupção da circulação rodoviária decorrente de cheias/inundações e movimentos de vertente – Redução e degradação dos recursos hídricos disponíveis – Redução do conforto térmico – Redução da qualidade do ar e aumento de problemas respiratórios, principalmente nas populações mais vulneráveis (crianças, idosos e doentes) – Perda de eficiência dos agentes e serviços de emergência e socorro por sobrecarga de utilização

Fonte: PMAAC-AML (2018)

A matriz de avaliação do risco climático produzida para o sector Segurança de Pessoas e Bens, apresentada na Tabela 63, representa a avaliação da evolução dos riscos climáticos, que apoiará a definição de prioridades no que respeita às necessidades de adaptação.

De entre os riscos climáticos com expressão no território metropolitano, há três que se destacam pelas consequências potenciais que podem produzir no sector da Segurança de Pessoas e Bens: a subida do nível médio das águas do mar; a precipitação excessiva; e as temperaturas elevadas/ondas de calor.

A subida do nível médio do mar poderá atingir 80 cm no final do século, ou eventualmente mais, em cenários mais pessimistas. Mesmo admitindo que será interdita a construção de novas edificações permanentes nas zonas litorais baixas arenosas que são mais vulneráveis ao galgamento oceânico, a quantidade de elementos expostos situados nestas áreas é muito elevada, o que determina a alta magnitude das consequências e o elevado nível de risco. A subida do nível do mar vai repercutir-se igualmente em inundações mais frequentes e com maior magnitude nos estuários do Tejo e do Sado.

A ocorrência de episódios de precipitação excessiva foi responsável por situações catastróficas no território metropolitano num passado recente, nomeadamente em 1967 e 1983. Os cenários climáticos, ainda que antecipem a redução da precipitação anual, projetam o aumento do número de dias de chuva muito intensa, o que potenciará o agravamento de cheias rápidas, inundações urbanas e deslizamentos superficiais. A magnitude das consequências expectáveis no futuro é elevada, atendendo ao historial de ocorrências passadas, mas também devido ao elevado número de edifícios de habitação existentes em áreas inundáveis (mais de 9 mil e oitocentos edifícios) e em vertentes perigosas (mais de 3 mil e novecentos edifícios) na região.

As temperaturas elevadas e as ondas de calor não tiveram no passado uma expressão extrema no território metropolitano, muito pelo efeito de amenização climática que decorre da proximidade do oceano Atlântico. As projeções associadas aos cenários climáticos indicam um agravamento muito significativo no sentido do aquecimento até ao final do século, que pode chegar a mais 35 dias muito quentes por ano. O aumento da temperatura, mais acentuado no Verão e no Outono, tem potencial para gerar consequências de elevada magnitude na saúde humana, ao mesmo tempo que irá potencial o incremento da frequência e dimensão dos incêndios rurais/florestais.

Os cenários climáticos não são conclusivos acerca da evolução da frequência das tempestades, tornados, trovoadas e vento forte. No entanto, o risco futuro poderá incrementar, admitindo o aumento de exposição expectável nas áreas urbanas.

A frequência de ocorrência de temperaturas baixas/ondas de frio e de gelo/geada/neve nunca foi muito relevante no território metropolitano e irá diminuir devido às alterações climáticas, o que determina a redução do nível do risco para estes riscos climáticos.

Tabela 63. Matriz de avaliação do risco climático sectorial 'Segurança de Pessoas e Bens'

Riscos Climáticos	Nível do Risco			Tendência do Risco
	Presente (até 2040)	Médio Prazo (2041/2070)	Longo Prazo (2071/2100)	
A. Precipitação excessiva	6	9	9	↑
B. Redução da precipitação	2	3	3	↑
C. Alteração na escala sazonal da precipitação	2	4	6	↑
D. Secas	2	4	4	↑
E. Temperaturas elevadas/ondas de calor	6	9	9	↑
F. Alteração na escala sazonal da temperatura	1	4	4	↑
G. Nível médio das águas do mar	6	9	9	↑
H. Temperaturas baixas/ondas de frio	2	1	1	↓
I. Gelo/geada/neve	2	1	1	↓
J. Granizo	2	2	2	→
K. Ventos fortes	4	4	4	→
L. Tempestades/tornados/trovoadas	4	6	6	↑

Legenda:

Nível de risco:  Baixo Moderado Alto

↑ Aumento do Risco → Manutenção do Risco ↓ Diminuição do Risco

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Para além dos riscos climáticos que afetam o território metropolitano em contexto de alteração climática, esta região está sujeita a outros riscos com características não climáticas, muito relevantes para a segurança de pessoas e bens, nomeadamente os sismos, *tsunamis* e os acidentes tecnológicos.

A distribuição espacial das intensidades sísmicas máximas, com base na sismicidade histórica, mostra que a região se situa nas zonas de maior intensidade sísmica de Portugal continental (intensidade Mercalli modificada X a VIII). A perigosidade sísmica é elevada devido, não só à proximidade de estruturas ativas submarinas que marginam o território continental português a SW e a S, que têm o potencial de gerar os sismos máximos regionais (Grácia *et al.*, 2003), mas também, à falha (ou zona de falhas) do vale inferior do Tejo (Carvalho *et al.*, 2006).

Embora os sismos de magnitude muito elevada tenham uma probabilidade de ocorrência baixa, o risco sísmico metropolitano é bastante elevado, atendendo à elevada exposição e vulnerabilidade dos elementos em risco, associada à grande concentração de população, de infraestruturas e de atividades económicas. Pese embora a importância do risco sísmico, não são expectáveis

interações deste tipo de risco com os riscos climáticos associados às alterações climáticas, dado o carácter de independência mútua que os caracteriza.

A geração de *tsunamis* (maremotos) associados a eventos sísmicos com epicentro no mar, mas também a movimentos de vertente e erupções vulcânicas submarinas, pode ter consequências devastadoras nas áreas costeiras. A faixa costeira metropolitana é muito suscetível à ocorrência de inundações devidas a *tsunami* e os principais pontos críticos correspondem às costas baixas arenosas e aos estuários do Tejo e do Sado, com destaque para as zonas ribeirinhas dos municípios de Alcochete, Moita, Barreiro, Almada e Seixal. Em situação particularmente desfavorável encontram-se os municípios de Setúbal, Sesimbra, Lisboa e as zonas costeiras da Costa da Caparica (Almada), e Costa do Estoril (Cascais, Oeiras). Na área da Trafaria (Almada) a extensão da área inundável é superior a 1 km, deixando antever uma devastação extensiva (Baptista *et al.*, 2006). Apesar da independência que caracteriza os *tsunamis* relativamente aos riscos climáticos, o impacto de um tsunami no litoral e nos estuários será potenciado no contexto de subida generalizado no nível médio do mar, elemento que deverá ser considerado nas modelações numéricas de propagação de tsunami.

O território metropolitano é a região do país onde se assiste à maior concentração de estabelecimento industriais com potencial para gerar acidentes graves envolvendo substâncias perigosas, sendo de destacar os estabelecimentos de produtos químicos e de combustíveis. Atualmente encontram-se a operar 33 estabelecimentos, sendo que as situações mais desfavoráveis observam-se nos municípios de Sintra, Loures, Vila Franca de Xira, Almada, Barreiro e Setúbal. Adicionalmente, é atravessado pelo oleoduto que liga a refinaria de Sines ao Parque de Combustíveis de Aveiras de Cima (Azambuja), contendo também vários atravessamentos do gasoduto em alta pressão, ao longo do qual se processa o transporte de gás natural em estado gasoso. A interação entre riscos climáticos e risco tecnológico associado aos estabelecimentos industriais que manuseiam ou armazenam substâncias perigosas é possível, podendo alargar-se ao transporte de substâncias perigosas em infraestruturas fixas. Com efeito, admite-se a possibilidade de ocorrência de efeitos em cascata, com impacto nos estabelecimentos industriais e com origem em cheias rápidas ou movimentos de massa em vertente decorrentes de eventos de precipitação excessiva.

A evolução do risco para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector Segurança de Pessoas e Bens é esquematizada na Figura 100. Consideram-se como prioritários todos os impactes que apresentem valores de risco climático iguais ou superiores a 3 (três), no presente e nos dois períodos futuros considerados (2041-2070; 2071-2100).

A frequência de ocorrência dos riscos climáticos é derivada das projeções associadas aos cenários climáticos, enquanto a magnitude das consequências teve em conta, por um lado, a energia associada a cada processo perigoso, que determina o seu potencial destruidor; e, por outro, a exposição da população, do edificado e de equipamentos sociais nas zonas suscetíveis de sofrer o impacto dos processos perigosos.

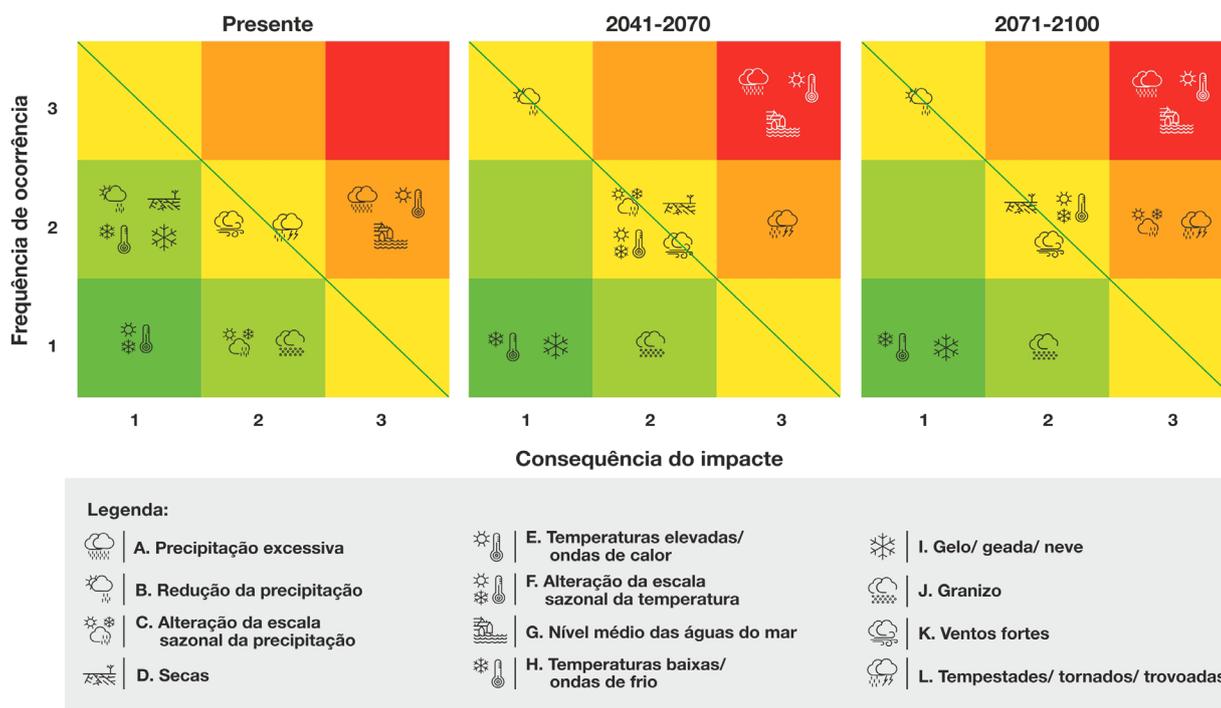
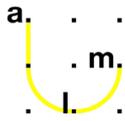


Figura 100. Evolução do risco climático para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector 'Segurança de Pessoas e Bens'

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Os riscos climáticos considerados prioritários, que apresentam um potencial de aumento mais acentuado e com consequências potencialmente catastróficas são os relacionados com a subida do nível médio das águas do mar; a precipitação excessiva; e as temperaturas elevadas/ondas de calor. Estes riscos climáticos apresentam, já no presente, uma magnitude de consequências muito elevada e o risco futuro deverá incrementar por aumento da frequência dos processos perigosos considerados. As áreas mais afetadas são os litorais baixos arenosos, as zonas ribeirinhas na envolvente dos estuários do Tejo e do Sado, os fundos de vale inundáveis por cheias rápidas e as vertentes potencialmente instáveis sujeitas a deslizamentos superficiais. Como já foi referido, estas áreas encontram-se muito ocupadas por atividades humanas, o que justifica o carácter prioritário dos riscos climáticos considerados.



adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 12. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas do Sector Transportes e Comunicações

Cofinanciado por:



12. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas 'Transportes e Comunicações'

12.1. Introdução

A rede de transportes metropolitana é complexa e densa, constituída por um conjunto de subsistemas (rodoviário, ferroviário, metroviário e fluvial), que se entrecruzam e permitem a mobilidade de pessoas e bens, bem como possibilitam diferentes níveis de acessibilidade.

O sistema rodoviário é constituído por grandes infraestruturas rodoviárias (tipicamente infraestruturas de grande capacidade – AE, IP e IC), radiais e circulares, e outras vias de perfil inferior, que complementam esta rede e lhe conferem capilaridade.

A ligação ao restante país é feita por vias radiais, para norte do território metropolitano, pela A1/IP1 e A8/IC na margem norte, e pela A13/IC3 na margem sul, para leste através da A6/IP7 e para sul pela A2/IP1. No ponto de vista metropolitano, existem também outras grandes infraestruturas rodoviárias. Na margem norte, os eixos radiais do IC19, ligando a Sintra, e da A5/IC15, ligando a Cascais. Na margem sul, o IC20, Via rápida da Caparica e o IC21, ligando o Barreiro ao IC32 e A2. A malha rodoviária metropolitana é fechada por vias circulares, a norte a CRIL/IC17, a CREL/A9/IC18 e, mais ocidente, o IC30/A16, e a sul, pela CRIPS/IC32.

O sistema ferroviário permite a ligação nacional, a norte, através da Linha do Norte e da Linha do Oeste e a sul através do Eixo Norte-Sul pela Ponte 25 de Abril, ligando-se à Linha do Sul. O serviço ao nível metropolitano (suburbano) é garantido, para além destas linhas (onde opera a CP na ligação à Azambuja, e a Fertagus, na ligação a Setúbal via Ponte 25 de Abril), pelas linhas de Cascais e de Sintra na margem norte e linha do Barreiro, todas operadas pela CP. Refira-se que a possibilidade de atravessamento ferroviário na Ponte 25 de Abril aumentou muito a conectividade da rede ferroviária, tanto ao nível nacional, como ao nível regional, constituindo uma alternativa importante aos modos rodoviário e fluvial.

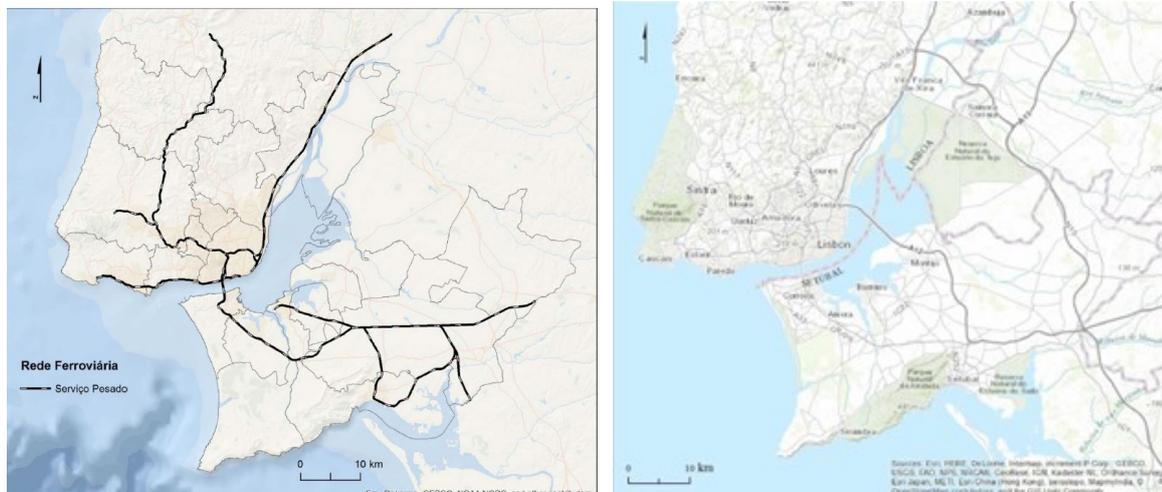


Figura 101. Rede viária e ferroviária metropolitana

Fonte: AML (2019)

O sistema metroviário tem expressão ao nível metropolitano, sendo que, a norte, existe a rede de metropolitano que serve essencialmente Lisboa e territórios de proximidade a Lisboa em concelhos limítrofes – Amadora, Odivelas e Loures –, apresenta quatro linhas e tem uma extensão superior a 40 km. A sul do território metropolitano, o Metro Sul do Tejo opera, desde 2007, três linhas que servem os municípios de Almada e Seixal e tem uma extensão de cerca de 13,5 km.

O sistema fluvial tem igualmente expressão ao nível metropolitano, estabelecendo a ligação entre as duas margens do Tejo, nomeadamente entre Lisboa e Montijo, Barreiro, Seixal e Almada, através de cinco linhas, seis terminais e três estações fluviais.



Figura 102. Rede metroviária e fluvial

Fonte: AML e Transtejo (2019)

Do Inquérito à Mobilidade no território metropolitano realizado pelo INE em 2017²⁷, é possível retirar um conjunto de indicadores de contexto que permitem perceber o nível de utilização destas infraestruturas pelas pessoas, fundamental para aferir a magnitude de alguns potenciais impactes decorrentes das alterações climáticas:

- A população móvel (com idade situada entre os 6-84 anos, que efetuou pelo menos uma viagem com início no dia de referência), é de cerca de 80%;
- O número de deslocações por dia e por residente, da população móvel, é de cerca 2,6;
- Restringindo as deslocações ao subconjunto que teve como meio principal um veículo motorizado (excluindo também outros meios não especificados), os pesos relativos dos modos de transporte apurados foram: 60,8% para a utilização do automóvel como condutor, 17,1% para o automóvel como passageiro, 11,6% para autocarro (serviço público ou transporte de empresa/escolar) e 8,4% para o transporte ferroviário total, incluindo 4,1% relativo a metropolitano. Esta distribuição demonstra a grande importância que o automóvel tem como modo de transporte na estrutura de deslocações no território metropolitano, ainda que se verifique disparidade nesta distribuição entre os diferentes concelhos, muito em função da proximidade a Lisboa, mas também da densidade de oferta de transporte coletivo;
- O principal motivo das deslocações dos residentes no território metropolitano foi o trabalho (30,8%), seguido pelo motivo compras (19,8%), acompanhamento de familiares/amigos (15,2%), os assuntos pessoais (11,9%), lazer (11,2%) e estudo (10,5%);
- Cada deslocação teve em média uma duração de 24,5 minutos e extensão de 11,0 km.

12.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos

A região metropolitana constitui-se como um sistema de fluxos que reflete a mobilidade de passageiros e de mercadorias às escalas local, regional e global, sendo as grandes infraestruturas rodoviárias, em conjunto com os corredores de transporte pesado, a estrutura que regula e organiza estes fluxos.

A estrutura das deslocações, com uma elevada dependência de meios mecânicos (automóvel mas também de transporte coletivo) coloca uma pressão acrescida sobre as infraestruturas de transporte. A predominância de padrões de mobilidade assentes na utilização do transporte individual implica importantes impactes, em especial em meio urbano, quer ao nível da degradação da qualidade de vida da população pela ocorrência frequente de congestionamentos e degradação

²⁷ INE, I.P., Lisboa - Portugal, "Mobilidade e funcionalidade do território nas Áreas Metropolitanas do Porto e de Lisboa, 2017", Edição 2018.

do espaço público por apropriação pelo automóvel, quer ao nível ambiental, com a degradação da qualidade do ar e o aumento dos níveis de ruído.

Na Figura 103, sintetizam-se os principais riscos identificados para o sector dos Transportes e Comunicações.

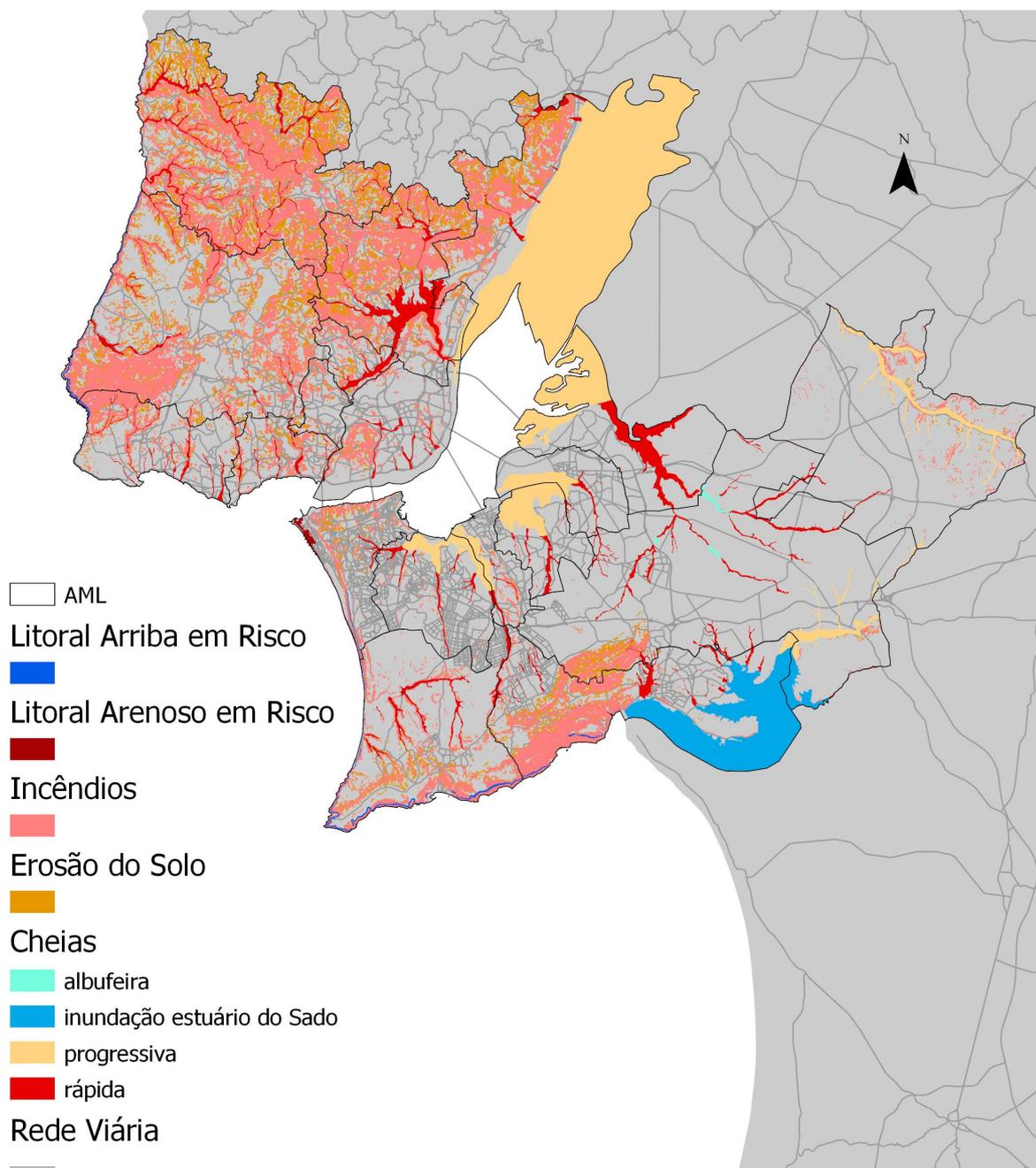


Figura 103. Sobreposição da rede viária com os riscos identificados para o sector Transportes

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Da sua análise, identificam-se várias áreas que estão expostas a riscos significativos e estruturas que podem apresentar maior suscetibilidade de serem afetadas por um evento climático extremo. Os riscos de incêndio e cheias rápidas têm uma abrangência territorial que quase cobre todo o território metropolitano.

O risco de incêndio ocorre nas zonas com maior densidade de cobertura vegetal, sem especial impacto para o sector dos transportes.

Já as cheias rápidas podem ter impactes significativos nas infraestruturas de transporte, pela sua menor previsibilidade e porque este tipo de cheias são normalmente as mais difíceis de controlar (face à intensidade e rapidez em que as mesmas ocorrem).

Alinhado com as cheias rápidas, existe o risco de aluimentos de terras ou abatimento de estradas, que coloca em causa, muitas vezes, a segurança das populações, a que acrescem os eventuais impactes na continuidade do fornecimento de transporte (que podem levar até mesmo a interrupções por indisponibilidade decorrentes do corte de via). Daqui pode decorrer o aumento de congestionamento e a necessidade de procura de redes/ofertas alternativas, quer para o utilizador final dos serviços de transporte, quer para o desenvolvimento de atividades comerciais e de logística e acesso a outros serviços como, por exemplo, a escolas e a hospitais.

As cheias rápidas não representam grande risco para as grandes infraestruturas rodoviárias (como as AE e IC), pois na maioria dos casos, ainda em fase de planeamento, já foi acautelada a medida preventiva de sobrelevar a infraestrutura, mas são risco para as redes de nível inferior. Importa referir que os municípios que apresentam maior suscetibilidade a este risco são Almada, Barreiro, Montijo, Palmela e Seixal.

Para além da sensibilidade a cheias rápidas, estes municípios, em conjunto com a Amadora, possuem grande parte da sua rede viária municipal com sensibilidade a cheias progressivas, o que poderá vir a representar dificuldades acrescidas na utilização dos eixos rodoviários e, conseqüentemente, dos transportes públicos, mesmo acautelando circuitos alternativos, já previstos.

As vias e ou zonas consideradas como tendo maior sensibilidade a cheia (rápida e progressivas) e inundações são:

- Almada – IC20;
- Seixal – na zona do Fogueteiro junto à A2 e A33;
- Barreiro – Parque empresarial de Palhais, Escola de Fuzileiros e o Campo do Barreirense;
- Montijo – junto à N251e toda a faixa ribeirinha, zona de Lançada e Malpique até à A33;
- Palmela – N5 junto ao rio Frio, N4 entre a Atalaia e os Foros do Trapo e na M533 perto da lagoa do Calvo;
- Amadora – na A36 e IC19, junto ao nó da Damaia.

Da análise à sensibilidade da rede ferroviária, verifica-se que a mesma, na sua generalidade, atravessa zona de cheias, mas os riscos já foram acautelados em fase de planeamento através da sobrelevação em boa parte da sua extensão. Contudo, existem ainda troços/zonas da rede que não estão sobrelevadas e sujeitas a esse risco, tais como:

- Em Vila Franca de Xira, troço junto à estação de caminho-de-ferro;
- Na Linha do Sul, junto ao Barreiro;
- Na Linha de Cascais, na zona entre Oeiras e Algés e entre Alcântara e Santos também se identificam zonas sensíveis.

As cheias rápidas também podem impactar significativamente no sistema de metropolitano (nomeadamente de Lisboa), porque se situa em zonas onde estas cheias podem ocorrer, ainda que este risco tenha sido acautelado em fase de planeamento através de sistemas de drenagem próprios. As zonas de maior risco são: a Linha Verde na zona da Baixa Pombalina, a Linha Amarela, na zona de Entrecampos e a Linha Vermelha, em particular a estação das Olaias.

No que se refere aos riscos de Litoral de Arriba e Arenoso, verificados especialmente nos municípios de Cascais, Mafra, Sintra, Almada e Sesimbra, impactam sobre o sistema viário do litoral porque aumentam o risco de deterioração da infraestrutura ou mesmo o seu colapso.

As Figura 104 e a Figura 105 permitem um maior detalhe de análise, para os subsistemas de transporte ferroviário e metropolitano desagregando o território metropolitano em zona norte e zona sul.

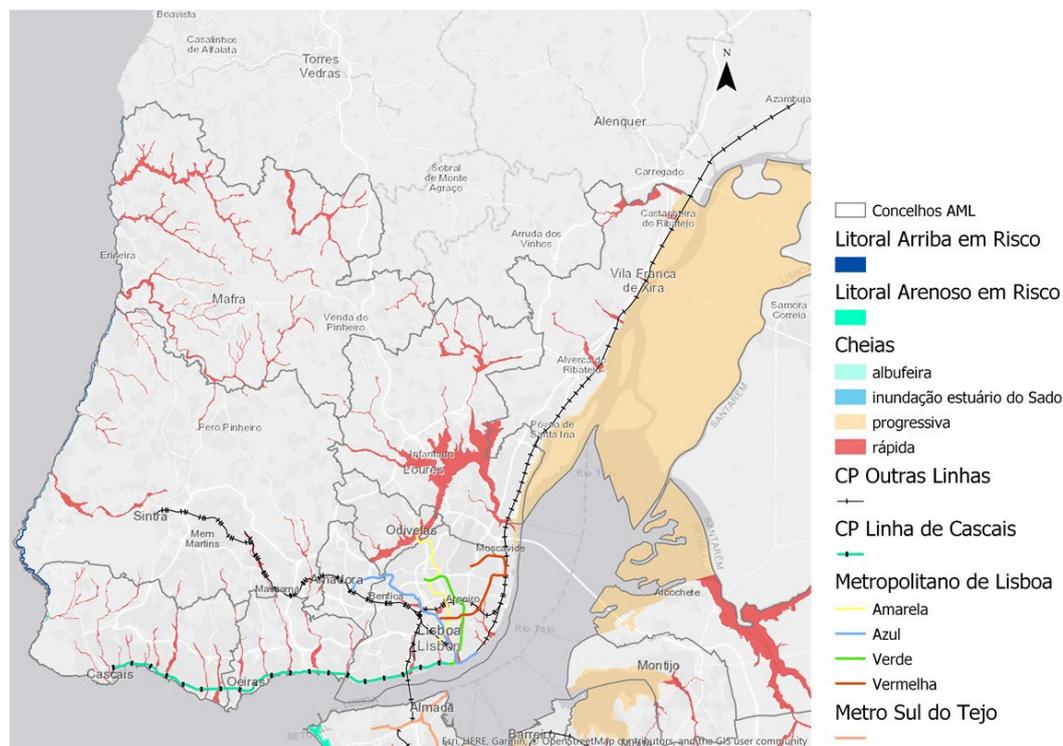


Figura 104. Riscos a que a Rede Ferroviária e Metropolitano estão expostos a norte do território metropolitano
 Fonte: PMAAC-AML (2018)

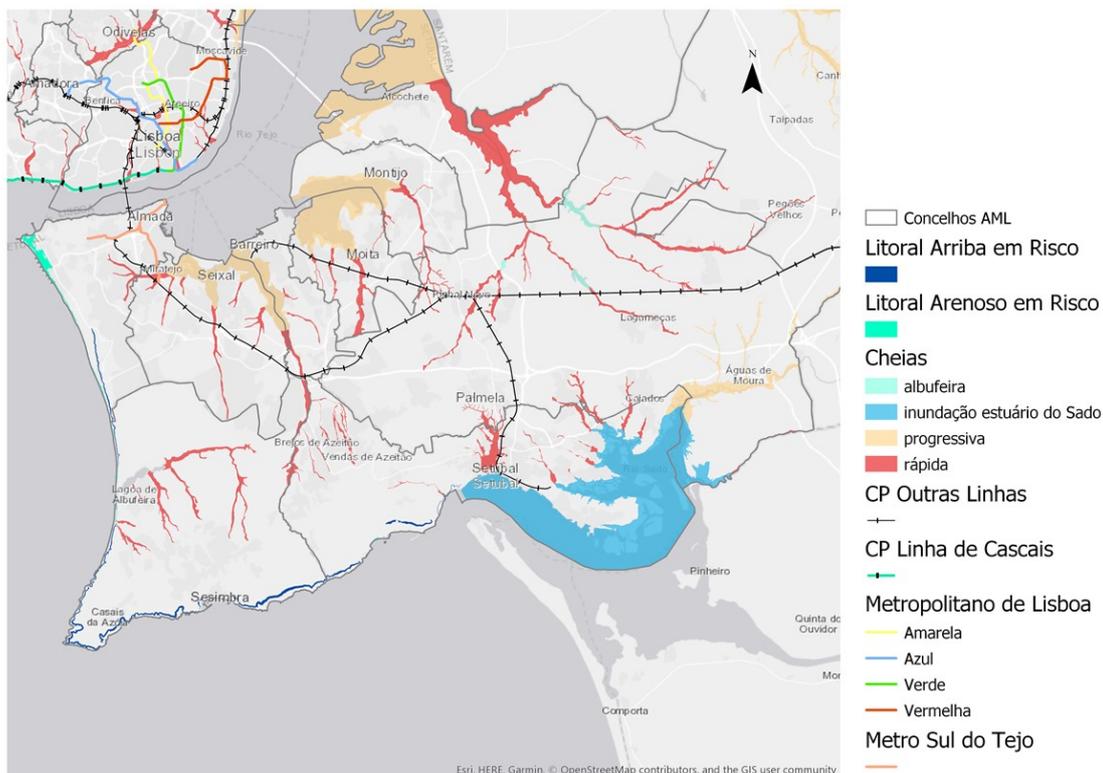


Figura 105. Riscos a que a Rede Ferroviária e Metropolitano estão expostos a sul do território metropolitano
 Fonte: PMAAC-AML (2018)

12.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa

A avaliação da capacidade adaptativa foi desenvolvida através de um indicador, com três dados de entrada em simultâneo:

1. Risco de cheias (rápidas e progressivas);
2. Eixos rodoviários e sua intersecção com as áreas onde o risco de cheia é mais provável;
3. População residente (com base nos dados dos Censos de 2011), nomeadamente a que reside na proximidade dos locais identificados em 2).

Tabela 64. Indicador de Capacidade adaptativa para o sector 'Transportes e Comunicações'

Indicador	Racional	Escala	Fonte
População residente na área de influência das infraestruturas que apresentam risco potencial de supressão de serviço de transportes por evento de cheia	A proporção (%) da população residente que é afetada diretamente por disrupção na cadeia de transporte em caso de fenómeno climático extremo	Município	INE, Censos Populacionais e Redes de Infraestruturas de transporte

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Do cruzamento entre o mapa de zonas de risco de cheias com as principais infraestruturas de transportes, resultaram 60 intersecções, conforme a Figura 106. Da aplicação de um *buffer* de 800 m a cada uma dessas intersecções à população residente na AML (realizado através de SIG, no caso ArcGIS Pro), resulta o total de população afetada diretamente a estes riscos.

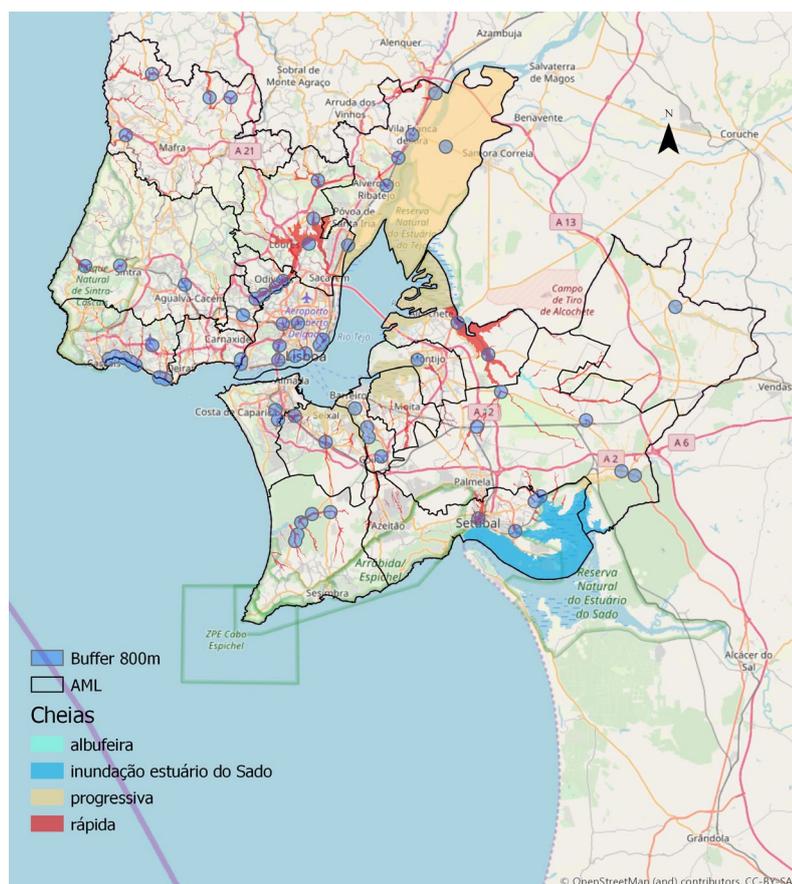


Figura 106. Intersecções de base à estimativa de população exposta ao risco de cheias; 'Transportes e Comunicações'
 Fonte: PMAAC-AML (2018)

Este indicador traduz, de forma conservadora, o total das populações afetadas. De facto, sabendo-se que as infraestruturas de transporte são tipicamente infraestruturas lineares, um incidente que ocorra num determinado ponto da rede não afeta somente a população situada na sua proximidade (o que este indicador calcula) mas também as populações que as utilizam (de montante para jusante do local do incidente e vice-versa) e que assim veem essa utilização prejudicada ou mesmo impossibilitada. No entanto, a avaliação desse impacte indireto implica a modelação e análise de redes alternativas e a gradação do impacte, o que não se objetiva no âmbito do PMAAC-AML.

Calculado o indicador, verifica-se que um total de 361.236 residentes são diretamente afetados, ou seja, cerca de 13% do total da população residente do território metropolitano. No entanto, não existe uma distribuição geográfica uniforme destes residentes, verificando-se que afeta mais no território metropolitano sul (76%) do que no território metropolitano norte (24%).

Tabela 65. Distribuição da população em relação às zonas de cheia identificadas

Margens	População
Norte	87.328
Sul	273.908
	361.236

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Igualmente, a população residente afetada, medida através deste indicador, não se distribui de forma uniforme pelos municípios do território metropolitano.

Aliás, verifica-se que a distribuição dos municípios segundo os resultados deste indicador tem uma grande dispersão, variando desde a sua quase inexpressão até afetando mais de um quarto dos seus residentes, sendo que os municípios cuja percentagem de residentes afetados é superior são Odivelas (27,1%), Barreiro (27,0%) e Amadora (24,3%) e, os que apresentam menor percentagem são Sesimbra (0,2%), Alcochete (0,5%) e Loures (1,9%). Este indicador permite aos municípios com percentagens mais elevadas de população afetada perceber a necessidade de trabalhar ainda mais a sua capacidade adaptativa às alterações climáticas.

Tabela 66. Resultados do Indicador de Capacidade Adaptativa para o sector 'Transportes e Comunicações' transmitida pela percentagem populacional afetada

Municípios	População residente nas áreas identificadas como sendo de risco	Pop. Residente Total	%
Alcochete	94	17.569	0,5
Almada	12.404	174.030	7,1
Amadora	42.521	175.136	24,3
Barreiro	21.280	78.764	27,0
Cascais	30.094	206.479	14,6
Lisboa	107.524	547.733	19,6
Loures	3.812	205.054	1,9
Mafra	1.598	76.685	2,1
Montijo	8.798	51.222	17,2
Odivelas	39.198	144.549	27,1
Oeiras	16.729	172.120	9,7
Palmela	1.720	62.831	2,7
Seixal	22.399	158.269	14,2
Sesimbra	93	49.500	0,2
Setúbal	20.540	121.185	16,9
Sintra	15.323	377.835	4,1
Vila Franca de Xira	17.109	136.886	12,5
Total	361.236	2.755.847	13,1

Fonte: INE (2011)

Embora o peso relativo das viagens realizadas em transporte individual seja muito significativo, não se pode deixar de referir a importância que a rede de transporte público desempenha no território metropolitano, sendo responsável pelo transporte de vários milhões de passageiros ano, conforme apresentado na Tabela 67. Em caso de evento climático extremo, passageiros impedidos de aceder à rede de transporte nas zonas assinaladas como críticas; ‘Transportes e Comunicações’, onde se incluem passageiros frequentes, ocasionais e turistas, parcela que tem vindo a representar uma quota progressivamente maior.

Tabela 67. Em caso de evento climático extremo, passageiros impedidos de aceder à rede de transporte nas zonas assinaladas como críticas; ‘Transportes e Comunicações’

Modo de transporte	Métrica de passageiros	Número de passageiros transportados
Metropolitano	Passageiros anuais de Lisboa em 2017	162 milhões
	Média de passageiros diários (considerando 365 dias)	443,8 mil
Fluvial	Passageiros anuais nos barcos em 2017 (Soflusa e Transtejo)	16,8 milhões
	Média de passageiros diários (considerando 365 dias)	46 mil
Ferroviário	Passageiros anuais de Lisboa em 2017 (CP e Fertagus)	83+20 = 103 milhões (respetivamente)
	Média de passageiros diários (considerando 365 dias)	282,2 mil
Rodoviário	Passageiros anuais em 2017 (Carris)	122,4 milhões
	Passageiros anuais em 2016 (TCB)	8,7 milhões
	Passageiros anuais em 2016 (Barraqueiro)	13,8 milhões
	Passageiros anuais em 2016 (Rodoviária do Tejo)	12,7 milhões
	Média de passageiros diários (Carris)	335,3 mil
	Média de passageiros diários (TCB)	23,9 mil
	Média de passageiros diários (Barraqueiro)	37,7 mil
	Média de passageiros diários (Rodoviária do Tejo) (considerando 365 dias)	34,8 mil

Fonte: Relatório e contas dos diversos operadores considerados (vários anos)

A capacidade adaptativa ao nível das infraestruturas de transportes deverá estar especialmente vocacionada para responder em particular às cheias rápidas e progressivas e às inundações, dada a fragilidade destas infraestruturas a estes eventos climáticos.

Esta perceção é reforçada quando se analisam eventos climáticos relevantes que ocorreram no território metropolitano, seu impacto no sector e resposta dada (ver Tabela 68).

Os eventos climáticos com maior impacto são os de precipitação intensa, assim como trovoadas, raios, agitação marítima, instabilidade de arribas, vento forte, ondas de calor e, finalmente,

incêndios, a que corresponderam um conjunto de ações/respostas mais frequentes aos eventos ocorridos.

Tabela 68. Síntese das ações/respostas mais frequentes para o sector 'Transportes e Comunicações'

Tipologia de evento e de impacte	Ações/respostas mais frequentes
<ul style="list-style-type: none"> – Temperaturas elevadas/ondas de calor 	<ul style="list-style-type: none"> – Combate às temperaturas elevadas e ondas de calor; limpeza de áreas (ardidas e não ardidas na envolvente); ativação do Plano Municipal de Emergência; divulgação de alertas e medidas de prevenção
<ul style="list-style-type: none"> – Tempestade/tornados – Vento forte, precipitação intensa 	<ul style="list-style-type: none"> – Corte de árvores ou ramos destas e remoção de painéis verticais que possam causar risco/perigo; limpeza e desobstrução de bueiros e sarjetas
<ul style="list-style-type: none"> – Trovoada/raio – Agitação marítima – Precipitação intensa 	<ul style="list-style-type: none"> – Reposição das condições iniciais (remoção/bombeamento de água; limpeza de áreas inundadas; inspeção das instalações elétricas e restabelecimento da energia elétrica e comunicações; reparação de danos); controlo de trânsito nas imediações
<ul style="list-style-type: none"> – Incêndio rural/florestal – Instabilidade de vertentes/arribas 	<ul style="list-style-type: none"> – Combate às chamas e proteção de edifícios a incêndios; limpeza de áreas ardidas na envolvente; ativação do Plano Municipal de Emergência; divulgação de alertas e medidas de prevenção; redução de regas nos jardins públicos; adequação de procedimentos em piscinas municipais; informação sobre as medidas minimizadoras dos efeitos da seca

Fonte: PMAAC-AML (2018)

As ações e respostas têm sido resultantes da atuação conjunta de várias entidades, relevando-se a Proteção Civil e os Bombeiros (voluntários e sapadores). Os serviços municipais das câmaras desempenham um papel igualmente muito importante na resposta prestada. Esta estrutura conjunta tem como missão executar e coordenar as políticas municipais de proteção civil, prevenindo os riscos associados e minimizando os efeitos negativos dos eventos. Globalmente, estas entidades são preponderantes no alerta para eventos climáticos extremos, bem como nos processos de gestão e minimização das suas consequências nos transportes e nas comunicações.

No caso particular das infraestruturas de transporte sob contratos de concessão como, por exemplo, as autoestradas, cabe aos seus concessionários definir planos de segurança e emergência autónomos, ainda que articulados com as entidades competentes. Assim, na eventualidade de um qualquer evento, é da responsabilidade do concessionário repor as condições de boa circulação.

Tabela 69. Identificação de responsáveis pelo planeamento e execução da resposta para o sector 'Transportes e Comunicações'

Instituições responsáveis/envolvidas pelo planeamento da resposta	Instituições responsáveis/envolvidas pela execução da resposta
<ul style="list-style-type: none"> – Autoridade Nacional de Proteção Civil – Serviço Nacional de Bombeiros – Empresas de telecomunicações – Concessionárias das autoestradas – Infraestruturas de Portugal (rodo e ferroviário) 	<ul style="list-style-type: none"> – Autoridade Nacional de Proteção Civil – Serviço Nacional de Bombeiros – Agentes de autoridade (PSP, GNR ou Polícia Municipal) – Infraestruturas de Portugal (rodo e ferroviário)

Fonte: PMAAC-AML (2018)

12.4. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Atuais

Analisando a informação disponibilizada pelos municípios (PIC), verifica-se ter sido reportado um total de 381 eventos climáticos a que correspondem 504 impactes para o sector.

Tabela 70. Síntese dos resultados do Perfil dos Impactes Climáticos para o sector 'Transportes e Comunicações'

Variáveis	Detalhe das Variáveis	Resultados
Total de eventos climáticos (n.º)	Agitação marítima	31
	Gelo/geada/neve	1
	Granizo	1
	Instabilidade de vertentes/arribas	11
	Precipitação intensa	306
	Precipitação intensa e vento forte	16
	Temperaturas baixas/ondas de frio	2
	Temperaturas elevadas/ondas de calor	1
	Tempestade/tornados	12
Total de impactes registados (n.º)	Alterações no uso de equipamentos/serviços	5
	Alterações nos estilos de vida	11
	Cheias	21
	Danos em estruturas	10
	Danos em infraestruturas de comunicações	16
	Danos em viaturas	9
	Derrocadas	5
	Deslizamento de vertentes	53
	Galgamentos/inundações costeiras	14
	Inundações	275
	Problemas de trânsito e de mobilidade	85
Total dos eventos climáticos que tiveram importância alta (n.º)	Agitação marítima	26
	Precipitação intensa	45
	Precipitação intensa e vento forte	7
	Temperaturas baixas/ondas de frio	1
	Temperaturas elevadas/ondas de calor	4
	Tempestade/tornados	6

Variáveis	Detalhe das Variáveis	Resultados
Total dos eventos climáticos que tiveram eficácia de resposta alta (n.º)	Agitação marítima	6
	Precipitação intensa	212
	Precipitação intensa e vento forte	18
	Temperaturas baixas/ondas de frio	3
	Temperaturas elevadas/ondas de calor	5
	Tempestade/tornados	13
Total dos eventos climáticos, com importância alta e moderada, que tiveram eficácia de resposta baixa (n.º)	Agitação marítima	9
	Precipitação intensa	24
	Precipitação intensa e vento forte	74
	Temperaturas baixas/ondas de frio	1
	Temperaturas elevadas/ondas de calor	4
	Tempestade/tornados	2

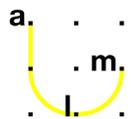
Fonte: PMAAC-AML (2018)

Da tabela apresentada, importa ressaltar:

- Dos 381 eventos, os que tiveram maior ocorrência foram, a precipitação intensa (80%) e a agitação marítima (8%);
- Destes, 89 foram considerados com importância alta, sendo que os que mais se destacam são precipitação (51%) e agitação marítima (29%); ou seja, existe uma correlação entre a ocorrência e a sua relevância;
- A resposta a eventos associados a precipitação intensa têm uma eficácia de resposta alta; ainda assim, quando se avalia o cruzamento entre a eficácia da resposta a eventos com importância alta ou moderada, verifica-se haver uma significativa margem de melhoria na eficácia da resposta.

Tabela 71. Apresentação dos principais eventos com impacto no sector 'Transportes e Comunicações'

Tipologia de Evento	Detalhes	Impactes	Consequências
Temperaturas elevadas/ondas de calor e de frio (2004; 2008; 2009; 2010; 2012; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017)	– As ondas de calor ou frio extremos fazem com que as populações utilizem mais o seu transporte individual em detrimento dos transportes públicos e haja alterações no uso de diversos equipamentos	–Aumento do consumo de combustível –Aumento da velocidade de circulação –Aumento do número de viaturas nas estradas e consequente congestionamento	– Sobrecarga dos sistemas de fornecimento de eletricidade – Degradação da cablagem elétrica/comunicações – Degradação mais acentuada da camada de desgaste das rodovias – Aumento de acidentes rodoviários



Tipologia de Evento	Detalhes	Impactes	Consequências
Agitação Marítima (1993; 1996; 2000; 2003; 2004; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017; 2018)	<ul style="list-style-type: none"> – A zona mais exposta à orla costeira durante a ocorrência dos fenómenos de agitação marítima e galgamentos coloca em dificuldade o normal funcionamento das cidades devido às consequências que advêm desse problema. O qual tem grande impacto no normal funcionamento das rotinas das populações 	<ul style="list-style-type: none"> – Rede elétrica e comunicações – Encerramento de ruas 	<ul style="list-style-type: none"> – Danos em diversas estruturas – Problemas com trânsito e mobilidade de peões – Falta de eletricidade
Vento Forte/ Tempestades/ Tornados (2006; 2008; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017; 2018)	<ul style="list-style-type: none"> – Rajadas de vento muito fortes que atingiram 70 a 110 km/h 	<ul style="list-style-type: none"> – Corte de vias – Queda de sinalética vertical – Queda de equipamento de Comunicações e eletricidade – Queda de árvores 	<ul style="list-style-type: none"> – Corte de trânsito – Problemas de mobilidade e de trânsito – Danos em equipamentos, viaturas e infraestruturas
Gelo/Geada/ Neve/Granizo (2006; 2007; 2008; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017)	<ul style="list-style-type: none"> – A vitrificação das vias e a dificuldade de rodagem sobre superfícies sem aderência somada à inaptidão das viaturas para lidarem com estas situações e fazem com que haja dificuldades acrescidas à circulação dos diversos modos de transporte 	<ul style="list-style-type: none"> – Dificuldades de circulação das viaturas. – Aumento do número de acidentes – Diminuição da segurança rodoviária 	<ul style="list-style-type: none"> – Aumento de acidentes – Diminuição das condições de segurança – Danos em equipamentos de comunicação – Problemas de mobilidade e de trânsito
Precipitação Intensa (2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017; 2018)	<ul style="list-style-type: none"> – Alagamento de zonas que promovem a necessidade de realocização de vítimas com impossibilidade de circulação habitual de viaturas (por vezes necessário a utilização de semirrígidos) – Inúmeros danos materiais quer em viaturas quer nas próprias infraestruturas 	<ul style="list-style-type: none"> – Dificuldades de circulação das viaturas – Aumento do número de acidentes – Diminuição da segurança rodoviária – Necessidade de realocização de vítimas – Aplicação de planos de emergência 	<ul style="list-style-type: none"> – Inundações/ Cheias – Acumulação de água nas vias rodoviárias e em canais dedicados ao metro de superfície (rede de drenagem deficitária) – Danos em infraestruturas e viaturas – Danos em equipamentos de Comunicação – Problemas de mobilidade e de trânsito – Deslizamento de vertentes e obstrução de faixa de rodagem – Cortes de vias

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Entre estes eventos, os impactes e a tipologia de consequências para o sector são semelhantes, tendo sempre como denominador comum o corte de vias, a dificuldade de circulação e os danos nas infraestruturas.

Estas tipologias de eventos estão em linha com a informação disponível relativa aos custos de degradação da infraestrutura rodoviária que, devido às condições climáticas, podem representar cerca de 30% a 50% dos custos de manutenção e, deste valor, 10% encontram-se associados unicamente às consequências de eventos climáticos extremos²⁸. Os fatores que mais contribuem para a degradação das infraestruturas rodoviárias e ferroviárias são:

- Alterações de temperatura, que fazem com que o revestimento asfáltico quebre e que na ferrovia existam deformações nas juntas;
- Elevado caudal de precipitação, que faz com que possa ocorrer transbordo dos rios, problemas no revestimento asfáltico e, nas obras de arte como as pontes, abatimento de terrenos ou deslizamento de vertentes;
- Ventos fortes, que provocam estragos nas infraestruturas rodoviárias, ferroviárias, pontes, portos, cabos aéreos, sinalética vertical e nos suportes de sistemas inteligentes de transportes, com impacto na segurança da circulação.

12.5. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Futuras

De acordo com o IPCC (2013), os efeitos das alterações climáticas incluem eventos muito diversos como o degelo dos glaciares, o aumento do nível médio das águas do mar e a alteração da época das chuvas, chuvas que se prevê podem ocorrer com menor frequência mas com maior intensidade, originando inundações em algumas regiões. É também expectável que venham a ocorrer mais ondas de calor e fenómenos de temperaturas extremas. Os efeitos variarão muito em função das diferentes geografias, sendo provável que os efeitos sejam mais fortes nos países desenvolvidos, cuja geografia e falta de recursos adaptativos os torna mais suscetíveis.

Da análise realizada, no sector em estudo, aos impactes e vulnerabilidades no território metropolitano, conclui-se que os eventos apresentados pelo IPCC estão em linha com as situações já hoje verificadas e que, no futuro, tenderão a agravar-se em termos de intensidade, estando relacionados, essencialmente, com cheias, aumento geral da temperatura e ondas de calor. Adicionalmente, está também previsto um aumento do nível médio da água do mar e uma maior ocorrência de fenómenos extremos de precipitação associados a ventos e tornados, a que corresponderá um aumento de caudal de água e galgamentos oceânicos e fluviais.

²⁸ https://run.unl.pt/bitstream/10362/18381/1/Simoes_2016.pdf

No que diz respeito às cheias (em especial as rápidas), inundações e deslizamento de vertentes, verifica-se que existem zonas e, conseqüentemente, infraestruturas, que podem vir a ser interditas à circulação em consequência destes eventos climáticos. Uma vez que se prevê que a precipitação diminua em termos de frequência mas aumente de intensidade, tal aumenta a exposição das zonas urbanas, por maior pressão nos sistemas de escoamento de águas pluviais.

Relativamente à ocorrência de temperaturas baixas/ondas de frio e de gelo/geada/neve, estas não têm impacte significativo e sendo a tendência para a diminuição da sua ocorrência, tal reduz o nível do risco associado a estes eventos climáticos.

A maior variação das temperaturas máxima e mínima terá impacte na camada de desgaste das rodovias.

Igualmente, maiores níveis de precipitação poderão levar à necessidade de avaliar a substituição do pavimento do metro ligeiro de superfície para melhorar a sua drenagem minorando a ocorrência de situações de *aquaplaning* que impedem a sua circulação em situações de pluviosidade intensa. Será também importante verificar as condições de abrigo deficitárias para os utilizadores do transporte público e/ou onde a oferta seja baixa e implique maiores estadias.

O clima temperado existente em Portugal faz com que exista um menor esforço energético de climatização, porém, e com as cenarizações previstas (RCP 4.5 e 8.5), este esforço de climatização dos espaços públicos e dos transportes tenderá a ser maior por via da previsão de um maior número de ondas de calor.

Uma das fragilidades percebidas no território metropolitano é a ausência de dados sobre as emissões de GEE. Existem algumas estações de medição da qualidade do ar, mas não é uma prática amplamente disseminada por toda a região, o que impede, por ausência de dados de base, uma correta avaliação dos setores que mais contribuem para essas emissões e conseqüentemente a definição de estratégias de atuação.

As estratégias que promovem o reforço da intermodalidade e da conectividade suprarregional, nomeadamente através da implantação de grandes infraestruturas de transportes, como o aeroporto, articulando os sistemas aeroportuário e ferroviário, assim como o reforço da conectividade intrarregional enquadrada pela articulação de políticas, planeamento e gestão da mobilidade, contribuem para a eficiência das várias redes de transportes. É importante ter presente que esta articulação deve ter em conta a componente do transporte de mercadorias, maioritariamente efetuado por modo rodoviário, mas tendencialmente em transferência para os modos ferroviário e fluvial.

Estas opções estratégicas, conjugadas com as estratégias de aumento da atratividade do transporte público (TP) inter e intra freguesias e com uma utilização mais responsável do transporte individual (TI), induzem uma maior repartição modal a favor dos modos de transporte coletivo (transportes públicos rodoviário e ferroviário, mas também fluvial), reduzindo, assim, a intensidade das necessidades energéticas do sector.

Estas estratégias que favorecem uma transferência modal para transporte público, complementadas por uma oferta de sistemas de transportes que permitam servir com maior eficiência zonas menos densamente povoadas e no fomento novas formas de mobilidade (mobilidade ativa, mobilidade partilhada, mobilidade assente em modos flexíveis e em modos não convencionais) e disponibilização de informação e aplicações de escolha de percurso e modos (mobilidade como um serviço), contribuem também para a redução das emissões de GEE.

A aposta estratégica na resolução das questões da dispersão urbana, nomeadamente os esforços de contenção e nucleação, configuram uma oportunidade para os recursos infraestruturais, uma vez que a proximidade urbana beneficia de soluções de economia de escala, com ganhos em termos de planeamento de transportes e eficiência energética pela otimização das infraestruturas existentes.

A convergência de diversos Planos e Programas é fundamental para o cumprimento das metas em matéria de alterações climáticas, nomeadamente os pensados à escala metropolitana que permitem esbater a lógica de fronteira.

Considerando o histórico de eventos registados e as projeções resultantes da cenarização climática, são esperados impactes – negativos (ameaças) e positivos (oportunidades) – no sector com implicações na vulnerabilidade do território metropolitano.

Tabela 72. Síntese de principais impactes futuros para o sector ‘Transportes e Comunicações’

Impactes positivos diretos (oportunidade)	Impactes negativos diretos (ameaças)
<ul style="list-style-type: none"> – Desenvolvimento de novos sistemas de refrigeração com novas fontes de alimentação – Possibilidade de usar novos pavimentos e camadas de desgaste com maior adaptabilidade e melhor escoamento – Reforço da intermodalidade e conectividade dentro dos municípios e aos sistemas aeroportuários e rodoviários – Aumento da procura turística com impacte na procura de transporte 	<ul style="list-style-type: none"> – Aumento de consumo de energia para resposta a ondas de calor, mantendo a mesma fonte energética – Vias rodoviárias mais alagadas e com maiores problemas de circulação (cortes, interrupções, atrasos) – Aumento do nível médio da água do mar e mais galgamentos deteriorando mais rapidamente as superfícies rodo e ferroviárias – Zonas urbanas com maior exposição a eventos climáticos – Queda de sinalética vertical por via dos ventos fortes – Redução da eficiência e eventual falha nos sistemas de distribuição e transporte de energia, resultante do aumento da temperatura
Impactes positivos indiretos (oportunidade)	Impactes negativos indiretos (ameaças)
<ul style="list-style-type: none"> – Desenvolvimento de mais pontos de carregamento – Aumento de produção de fontes de energia renovável 	<ul style="list-style-type: none"> – Maior dependência da energia distribuída de modo convencional – Saneamento básico inadequado face ao aumento da intensidade de pluviosidade – Equipamento ligado a fontes de energia ser afetado por ventos fortes

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Os principais aspetos positivos prendem-se com a possibilidade de utilização de novas tecnologias, (de energia, mas também de gestão inteligente das infraestruturas de transportes), a introdução de novos materiais e técnicas de construção que permitam uma infraestrutura mais eficiente e responsiva às consequências das alterações climáticas e novas e melhores práticas de gestão integrada (setorial e territorialmente). Os principais aspetos negativos prendem-se com a eventual falta de capacidade de resposta do setor energético se não se mantiver a aposta nas energias limpas e as consequências físicas sobre as infraestruturas de transportes e de comunicação decorrentes de maior frequência e ou intensidade de fenómenos como cheias, aumento do nível médio das águas do mar ou ventos fortes.

Existindo já Planos de Emergência (por exemplo, para transportes públicos), é importante a sua divulgação e partilha, para permitir um melhor conhecimento de como atuar no caso de necessidade e emergência.

Tabela 73. Matriz de avaliação do risco climático sectorial 'Transportes e Comunicações'

Riscos Climáticos	Nível do Risco			Tendência do Risco
	Presente (até 2040)	Médio Prazo (2041/2070)	Longo Prazo (2071/2100)	
A. Precipitação excessiva	3	6	9	↑
B. Redução da precipitação	4	6	6	↑
C. Alteração na escala sazonal da precipitação	4	4	6	↑
D. Secas	6	6	9	↑
E. Temperaturas elevadas/ondas de calor	4	6	9	↑
F. Alteração na escala sazonal da temperatura	3	6	6	↑
G. Nível médio das águas do mar	4	6	9	↑
H. Temperaturas baixas/ondas de frio	1	1	1	→
I. Gelo/geada/neve	1	1	1	→
J. Granizo	1	1	1	→
K. Ventos fortes	3	3	3	→
L. Tempestades/tornados/trovoadas	1	1	1	→

Legenda:

Nível de risco: 

Baixo Moderado Alto

↑ Aumento do Risco → Manutenção do Risco ↓ Diminuição do Risco

Fonte: PMAAC-AML (2018)

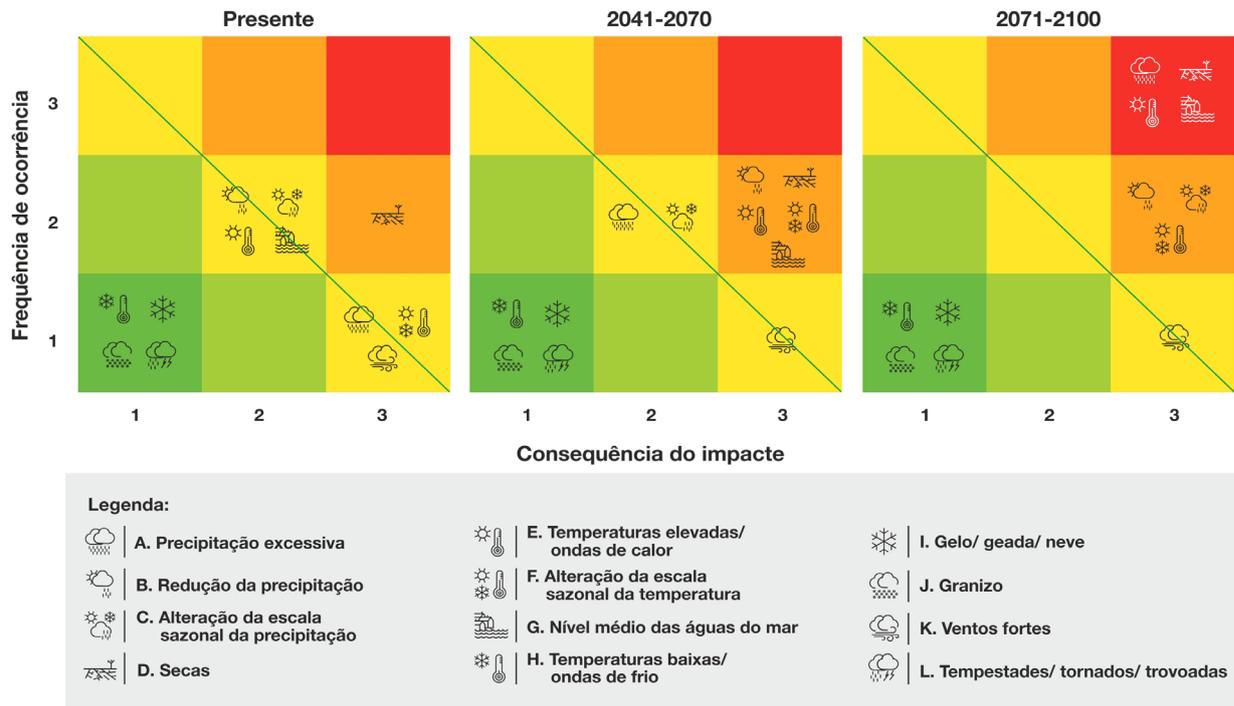
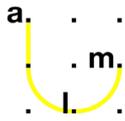


Figura 107. Evolução do risco climático para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector 'Transportes e Comunicações'

Fonte: PMAAC-AML (2018)



adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 13. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas do Sector ‘Zonas costeiras e mar’

Cofinanciado por:



13. Impactes e Vulnerabilidades Climáticas ‘Zonas Costeiras e Mar’

13.1. Introdução

A zona costeira da Área Metropolitana de Lisboa apresenta características únicas, diversificadas e de elevada complexidade. É marcada por uma extensa costa atlântica com uma geomorfologia variada, onde se observam imponentes sistemas de arribas (por exemplo, Serra de Sintra e Serra da Arrábida), costas baixas e arenosas, onde dominam os sistemas praia-dunas (por exemplo, planície costeira da Costa da Caparica), uma lagoa costeira (Lagoa de Albufeira) e dois grandes estuários, o Tejo e o Sado.

Este extenso litoral atlântico e estuarino destaca-se, de um modo geral, pelas elevadas densidades populacionais e pela concentração de atividades económicas que determinam uma complexidade de usos e funções, que coexistem com áreas de elevada sensibilidade ecológica. Esta zona costeira é muito vulnerável aos diversos perigos que derivam ou são acentuados pelas alterações climáticas, expondo o território costeiro metropolitano a um elevado conjunto de riscos.

A costa atlântica metropolitana encontra-se sujeita à influência direta dos fenómenos oceânicos e aos efeitos da subida do nível médio do mar, à sobrelevação de origem meteorológica, aos temporais e às ondas de elevada energia, que tornam o território muito vulnerável à erosão e recuo de linha de costa, aos galgamentos costeiros, às inundações, à intrusão salina e à alteração do regime sedimentar. Os impactes passam pela inundação e destruição de edificado, de infraestruturas de comunicação, de áreas portuárias, de estruturas de defesa costeira, pela alteração da qualidade da água e problemas nos sistemas de drenagem, perda de praias, dunas e outros ecossistemas e intensificação do assoreamento do corpo lagunar.

Por sua vez, a costa estuarina do Tejo e do Sado, normalmente de cotas baixas e aplanada, está sujeita à influência oceânica e fluvial que determina a coexistência de vários perigos que se combinam, nomeadamente a subida do nível médio do mar, precipitação intensa, marés astronómicas, sobrelevação de origem meteorológica e ondulação, tornando o território muito vulnerável a inundações, submersão permanente, cheias, erosão, recuo da linha de costa e intrusão salina. Os impactes potenciais nas áreas urbanizadas são elevados afetando o edificado (habitação, comércio, serviços, etc.), infraestruturas de saneamento, portuárias, de transporte e comunicação, contaminação de aquíferos e salinização de áreas agrícolas. Considera-se ainda um elevado impacte no património natural com a perda de zonas húmidas.

Nos últimos anos, as alterações climáticas têm gerado significativos impactes na zona costeira metropolitana. A tendência para o aumento do nível médio do mar, nomeadamente do nível médio global do mar (NMGM) é a mais preocupante.

Desde meados do século XVIII, o NMGM subiu cerca de 20 cm. A taxa média anual de aumento do NMGM, durante o século XX, foi de 1,7 mm e, desde 1993, situa-se entre os 2,8 mm e 3,6 mm. A taxa de aumento médio anual do NMLM (nível médio local do mar) no litoral de Portugal Continental, medida por meio de marégrafos, foi cerca de 1,5 mm/ano, entre 1882 e os anos de 1990. No período de 1977-2000, a taxa de aumento médio anual do NMLM, medido pelo marégrafo de Cascais, foi de 2,1 mm/ano e, no período de 2000-2013, subiu para 4,1 mm/ano (Antunes, 2016). Assumindo uma subida do nível médio do mar acelerada, com uma taxa de 2,2 mm/ano de 1992 a 2014 e 4,1 mm/ano de 2005 a 2016 (dados até abril), obtém-se uma aceleração de 0,079 mm/ano². Assim, tem-se uma estimativa da taxa média da subida do nível médio do mar de 3,0 mm/ano para o período de 2000-2015 e uma taxa média de 4,1 mm/ano para o período de 2005-2015.

Outro fator determinante é a influência das alterações climáticas no regime de agitação marítima na costa continental. Deve-se ter em consideração de que esta é uma das zonas costeiras da fachada atlântica europeia mais ativas, com uma ondulação de elevada energia incidente e valores elevados de deriva litoral, o que torna as regiões costeiras muito vulneráveis aos efeitos da ondulação. O regime de agitação marítima, no litoral de Portugal, é de alta energia, com níveis energéticos a decrescer em latitude e fortemente influenciado pela ondulação de noroeste.

Os troços de litoral arenoso, sobretudo entre a Cova do Vapor e a Fonte da Telha (município de Almada) encontram-se sujeitos a um elevado risco de galgamento, inundação e erosão costeira. Por um lado, o regime de agitação marítima induz um transporte sedimentar litoral muito significativo e, por outro lado, a diminuição do fornecimento de sedimentos ao litoral, conduziu a um elevado défice sedimentar, a que se associam problemas de erosão muito significativos.

Segundo o Relatório do POC Alcobaça-Cabo Espichel, entre 1999-2007 a linha de costa no segmento costeiro entre a Cova do Vapor e São João da Caparica recuou em média cerca de 26 metros (3,3 metros/ano), tendo atingido valores máximos da ordem dos 42 metros no sector norte. O cordão dunar a Sul do apoio de praia 'Búzio Bar' recuou cerca de 31 metros, entre 2002 e 2007. Ainda segundo este instrumento, a tendência de recuo da posição da linha de costa, com expressão mais visível nas praias da Costa da Caparica, justifica-se com a redistribuição sedimentar, que ocorre continuamente no estuário exterior do Tejo.

As operações de alimentação artificial que se têm realizado nas praias, apesar de não terem concorrido para a redução do défice sedimentar, têm contribuído para diminuir o risco costeiro naquela zona, o que corresponde ao seu objetivo primário.

13.2. Avaliação da Sensibilidade aos Estímulos Climáticos

A Área Metropolitana de Lisboa é uma região costeira com uma extensão de cerca de 857 km (Tabela 74), obtida à escala 1:500, definida a partir da Cobertura Regular de Ortofotografia Aérea da Costa de Portugal Continental de 10 cm 2014-2015 (DGT, 2018), dos quais 175 km correspondem à costa oceânica atlântica e 682 km à costa dos estuários do Tejo e do Sado e da Lagoa de Albufeira. Dos 18 municípios metropolitanos, 16 possuem linha de costa.

A costa oceânica banhada pelo Atlântico tem uma extensão aproximada de 175 km (obtida à escala 1:500), marcada por uma elevada diversidade geomorfológica, um litoral rochoso, alcantilado, escarpado, talhado em arribas de bordo recortado a favor dos acidentes tectónicos, de massas filonianas e camadas mais resistentes à erosão com vertentes inclinadas ou muito inclinadas comandadas entre os 5 e os 380 metros. As arribas apresentam frequentemente acumulações no sopé de materiais provenientes da erosão de sapa, demonstrando a atividade de movimentos de massa e queda de blocos. É frequente o desenvolvimento na base das arribas, na zona intertidal de plataformas de abrasão.

Neste ambiente dinâmico, na proteção das concavidades das arribas e na foz das ribeiras costeiras com regime torrencial e efémero, criam-se condições hidrodinâmicas para a acumulação de sedimentos surgindo pequenas praias encaixadas, por vezes com a presença de pequenos campos dunares e planícies aluviais na foz dos cursos de água mais dinâmicos.

Em resumo, na zona costeira oceânica predominam os sistemas litorais de arriba, mergulhante, com base coberta por blocos ou com plataforma rochosa, arriba com praia encastrada, arriba com praias alongadas e estreitas que caracterizam os litorais dos municípios de Mafra, Sintra, Cascais, Sesimbra e Setúbal.

Destaca-se ainda a presença de uma extensa planície litoral baixa e arenosa onde predominam os sistemas biofísicos praia-duna, com dunas frontais e campos dunares interiores que se desenvolvem até à base de uma arriba fóssil (Almada) e de uma laguna com cerca de 13 km de linha costeira (obtida à escala 1:500), a Lagoa de Albufeira (Sesimbra) separada do oceano por uma barreira formada por areia grosseira.

Com a exceção da planície costeira baixa e arenosa da Costa da Caparica (Almada), de todo o litoral sul do município de Cascais e da Vila de Sesimbra, o litoral é caracterizado por uma elevada densidade populacional, por sectores bastantes artificializados através de proteções costeiras e pela concentração de atividades económicas e infraestruturas diversas. A restante zona costeira é pouco ocupada, sendo apenas pontuada por pequenos povoados, como a Ericeira (Mafra), Praia das Maças (Sintra) e Lagoa de Albufeira (Sesimbra).

A zona ribeirinha metropolitana possui um extenso litoral estuarino com cerca de 669 km (obtido à escala 1:500), repartidos entre o estuário do Tejo (427 km) e o estuário do Sado (242 km). Geomorfologicamente, as duas áreas estuarinas são caracterizadas por cotas baixas com relevo plano ou pouco acentuado, caracterizada pela existência de extensas zonas de vaza, praias fluviais,

áreas de zonas húmidas e de sapal e por litologias brandas, depósitos arenosos e aluviões. Excetuam-se os sectores exteriores dos estuários, nomeadamente, a costa sul do município de Oeiras e a costa norte do município da Almada, no estuário do rio Tejo, e a costa sul do município de Setúbal, no estuário do rio Sado, onde dominam as arribas mergulhantes ou com frequentemente acumulações no sopé de materiais provenientes da erosão, pontuadas por pequenas praias encaixadas.

O estuário do Tejo caracteriza-se de um modo geral pelas elevadas densidades populacionais e por uma dicotomia entre zonas ribeirinha artificializadas e portuárias, como as áreas do porto de Lisboa, a siderurgia nacional no município do Seixal, frentes urbanas ribeirinhas dos municípios de Lisboa, Cacilhas, Barreiro, Alcochete, Montijo, Moita, Vila Franca de Xira e Oeiras e as áreas naturais de elevada biodiversidade, como a Reserva Natural do Estuário do Tejo ou as áreas agrícolas de produção intensiva como os Mouchões, as lezírias e áreas de salinas. É na zona ribeirinha que se localizam grande parte das infraestruturas rodoviárias, ferroviárias e militares de interesse nacional, bem como as infraestruturas fluviais e áreas comerciais e de serviços.

O estuário do Sado caracteriza-se pela existência da frente urbana da cidade de Setúbal, da área do porto de Setúbal e por uma grande área industrial na península da Mitrena. Possui uma área de elevada biodiversidade, a Reserva Natural do Estuário do Sado, e extensas áreas de salinas e pisciculturas. Nas suas margens registam-se ainda áreas de produção agrícola com destaque para os extensos arrozais.

A zona costeira metropolitana é muito sensível aos fenómenos de origem meteorológica. A costa atlântica metropolitana possui uma extensão aproximada de 175 km, tal como se retira da Tabela 74. Encontra-se sujeita à influência direta dos fenómenos oceânicos, nomeadamente à agitação marítima de elevada incidência energética provocada pelas tempestades, à sobrelevação de origem meteorológica, que tem provado vários problemas relacionados com a erosão de praias e arribas, ao intenso recuo de linha de costa, aos galgamentos e inundações costeiras, à intrusão salina e alteração do regime sedimentar, à destruição de edificado, de infraestruturas de comunicação, de áreas portuárias, de estruturas de defesa costeira e problemas nos sistemas de drenagem e intensificação do assoreamento do corpo lagunar.

Por sua vez, as zonas ribeirinhas do Tejo e do Sado, bem como a Lagoa de Albufeira, têm uma linha de costa de cerca de 682 km (Tabela 74). Estas zonas, sobretudo as primeiras, estão sob a influência oceânica e fluvial que determina uma elevada sensibilidade territorial devido à coexistência de vários fenómenos que se combinam, nomeadamente a precipitação intensa, as marés astronómicas, a sobrelevação de origem meteorológica e ondulação. Estes têm originado episódios de inundações, submersão permanente de margens, cheias, erosão, recuo da linha de costa e intrusão salina, destruição de margens e muros de maré, tendo vindo a afetar o edificado (habitação, comércio, serviços...), infraestruturas de saneamento, portuárias, de transporte e comunicação e salinização de áreas agrícolas.

Tabela 74. Comprimentos da linha de costa da Área Metropolitana de Lisboa, por município

Município	Linha de Costa (km)		
	Oceânica	Estuarina	Total
Alcochete	-	30,3	30,3
Almada	16,4	30,7	47,1
Amadora			
Barreiro	-	29,9	29,9
Cascais	39,7	-	39,7
Lisboa	-	34,7	34,7
Loures	-	6,9	6,9
Mafra	20,1	-	20,1
Moita	-	47,4	47,4
Montijo	-	51,0	51,0
Odivelas			
Oeiras	0,4	14,2	14,6
Palmela	-	30,5	30,5
Seixal	-	88,4	88,4
Sesimbra	53,9	13,4	67,3
Setúbal	11,7	210,9	222,6
Sintra	32,5	-	32,5
Vila Franca de Xira	-	93,6	93,6
Total AML	174,6	682,0	856,6

Fonte: Valores obtido à escala 1:500 a partir da Cobertura Regular de Ortofotografia Aérea da Costa de Portugal Continental de 10 cm 2014-2015 (DGT, 2018)

Na Tabela 75, apresenta-se a tipologia de ocupação do litoral da área metropolitana nos vários municípios que a formam. É possível verificar a enorme diversidade dos mais de 850 km do litoral metropolitano, tendo sido qualificado segundo as nove classes na tabela descritas. Destaca-se o facto de todos os municípios costeiros possuírem zonas baixas e arenosas (costeiras ou estuarinas), existindo riscos comuns a todos eles.

Além disso, apenas dois municípios não possuem uma ocupação urbana intensa em zonas costeiras ou áreas protegidas e/ou classificadas. No primeiro fator, importa reparar na quantidade de portos e na intensidade da navegação fluvial média a pesada. Os valores naturais abrangidos pela existência das áreas protegidas e classificadas são também evidenciados na grande presença de zonas húmidas e de sapal, nomeadamente nos ambientes estuarinos e lagunares da região.

Desta análise, é possível concluir que a diversidade das zonas costeiras da área metropolitana confere-lhe um carácter único de coexistência histórica entre diferentes atividades humanas e natureza. No entanto, também torna complexa a análise da sua sensibilidade, visto que dentro de um município podem existir oito tipos de ocupação da sua zona costeira, com diferentes

sensibilidades aos estímulos climáticos e, por essa razão, com diferentes impactes e vulnerabilidades possíveis.

Tabela 75. Tipologia de ocupação

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Municípios \ Tipo de Ocupação	Costa baixa e arenosa	Costa rochosa de arribas	Zonas húmidas e de sapal	Ocupação urbana litoral e/ou ribeirinha	Ocupação litoral agrícola	Lagoas costeiras	Áreas industriais ribeirinhas pesadas ativas	Navegação pesada e área portuária	Litoral com áreas protegidas ou classificadas
Alcochete	✓	×	✓	✓	✓	×	×	✓	✓
Almada	✓	✓	×	✓	✓	×	✓	✓	✓
Amadora									
Barreiro	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓
Cascais	✓	✓	×	✓	×	×	×	✓	✓
Lisboa	✓	×	✓	✓	×	×	×	✓	×
Loures	✓	×	✓	×	×	×	✓	×	✓
Mafra	✓	✓	×	✓	✓	×	×	✓	✓
Moita	✓	×	✓	✓	✓	×	×	×	✓
Montijo	✓	×	✓	✓	✓	×	×	✓	✓
Odivelas									
Oeiras	✓	✓	×	✓	×	×	×	✓	×
Palmela	✓	×	✓	×	✓	×	×	×	✓
Seixal	✓	×	✓	✓	×	×	✓	✓	✓
Sesimbra	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓
Setúbal	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓
Sintra	✓	✓	×	✓	✓	×	×	×	✓
Vila Franca de Xira	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓

Fonte: PMAAC-AML (2018)

13.3. Avaliação da Capacidade Adaptativa

Para avaliar a capacidade adaptativa da área metropolitana, utilizaram-se três elementos: o Perfil de Impactes Climáticos (PIC) elaborado no âmbito deste projeto e dois conjuntos de indicadores, do investimento em proteção de zonas costeiras e da população residente em zonas costeiras em risco.

No PIC, os serviços técnicos dos 18 municípios da AML reuniram informação sobre vários eventos climáticos extremos, assinalando que tipo de evento ocorreu, os impactes associados, as consequências causadas e o tipo de resposta que foi dada. É este último fator que mais peso tem na análise da capacidade adaptativa da área metropolitana. No entanto, após a sua análise, concluiu-se que os seus registos são insuficientes para uma análise robusta e completa. Assim, a avaliação também se suportou em outras fontes bibliográficas externas. A Tabela 76 sintetiza as ações e respostas mais comuns, divididas pelo tipo de evento e impacte que lhes deram origem.

Os tipos de eventos e impactes mais comuns na zona costeira da área metropolitana são os fenómenos de agitação marítima, com galgamento e inundação, sobretudo quando associados a eventos meteorológicos extremos. Estes eventos resultam em impactes variados, mas comuns por toda a região, como danos no território artificializado, com especial enfoque em vias e infraestruturas de comunicação, em edifícios e em equipamentos e nas estruturas de defesa costeira. Além disso, também se tem verificado a erosão da linha de costa, com a diminuição dos areais, derrocadas em arribas e derrube de muros de maré.

Tabela 76. Síntese das ações/respostas mais frequentes para o sector 'Zonas Costeiras e Mar'

Tipologia de evento e de impacte	Ações/respostas mais frequentes
Agitação marítima/galgamento/inundação e Tempestades: danos em infraestruturas de comunicação e problemas de trânsito e mobilidade	Mobilização de agentes de Proteção Civil, autoridades policiais e Bombeiros, condicionamento do acesso ao local, corte de estradas, reparações em infraestruturas de comunicação, limpeza de detritos, reposição da circulação
Agitação marítima/galgamento/inundação e Tempestades: danos em edifícios, equipamentos e estruturas	Mobilização de agentes de Proteção Civil, autoridades policiais e Bombeiros, condicionamento do acesso ao local, corte de estradas, evacuação de edifícios e equipamentos, reparação de edifícios, equipamentos e estruturas.
Agitação marítima/galgamento/inundação e Tempestades: erosão do litoral e danos em estruturas de defesa costeira	Mobilização de agentes de Proteção Civil, autoridades policiais e Bombeiros, interdição de praias, reposição artificial de sedimentos, reparação e consolidação das estruturas de defesa costeira, intervenções de consolidação de cordões dunares, muros de maré, em intervenções de conservação e regularização de arribas, elaboração de estudos e planos

Fonte: PMAAC-AML (2018)

As ações de resposta a estes impactes, embora variadas, têm pontos em comum. Conforme expectável, aquando das situações impactantes, existe uma mobilização de todos os agentes de proteção civil, nomeadamente, os agentes de segurança e os corpos de bombeiros. Estes são fundamentais para assegurar o condicionamento do acesso em algumas vias ou a alguns locais, salvaguardando a segurança de moradores, utilizadores ou curiosos. Estão também de prontidão para a ocorrência a alguma situação urgente.

Após o término das condições adversas do evento, estas autoridades procedem à inspeção das condições de segurança das estruturas e vias, fazendo um levantamento de danos. Se for seguro, após a limpeza de detritos, a circulação e acesso a estas vias e estruturas é restabelecido. Por vezes existem situações mais complexas, que envolvem danos em edifícios e equipamentos. Aí, existe uma preocupação e cuidados especiais, umas vezes que os impactes são maiores. Exemplifica-se a evacuação de um parque de campismo na Costa da Caparica (Almada), em 2014, identificado no PIC.

Na área metropolitana, é na frente urbana da Costa da Caparica, no município de Almada, que existe a maior sensibilidade a fenómenos de erosão costeira, galgamentos e inundações, provocados por eventos meteorológicos extremos. Com um litoral artificializado por esporões e uma obra aderente que suporta um passeio marítimo e apoios de praia (bares, restaurantes e escolas de surf), é frequente a subtração de sedimentos nas praias deste local, bem como danos nas referidas estruturas. A norte da frente urbana da Costa da Caparica, o areal, o cordão dunar da Praia de São João da Caparica e o aglomerado da Cova do Vapor, têm vindo a sofrer as consequências da erosão, galgamento e inundação, com recuos costeiros acentuados, emagrecimento de praias, destruição de dunas, infraestruturas e construções. Face a esta grave situação têm vindo a ser adotadas estratégias de alimentação artificial das praias com sedimentos dragados, nomeadamente nos anos de 2007, 2008, 2009 e 2014. Além disso, existiram obras de reparação e consolidação das estruturas de proteção aderente e uma intervenção para a recuperação natural do cordão dunar.

Destacam-se ainda na área metropolitana outros locais com sensibilidade a estes impactes, nomeadamente as praias dos municípios de Cascais e Oeiras e as praias da vertente sul da Serra da Arrábida, nos municípios de Sesimbra e Setúbal.

De forma a complementar a análise da capacidade adaptativa, procedeu-se a uma análise de indicadores. No primeiro conjunto de indicadores, com base no Sistema de Administração do Recurso Litoral (SIARL) da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), obteve-se a informação dos investimentos, executados e programados, em defesa costeira, sejam em obras de intervenção, de reparação ou de estudos entre 2003 e 2023. No entanto, apesar de se referir as estas duas tipologias, a APA refere-lhes apenas como “intervenções”, terminologia também aqui seguida. Executou-se esta análise por área geográfica e por ano. Estes dados reportam-se na sua maioria a investimentos e intervenções na zona costeira oceânica não sendo possível incluir a totalidade dos valores da zona costeira estuarina.

A Tabela 77 apresenta os resultados da primeira análise, mostrando o número e proporção das intervenções e investimentos.

O município de Almada é o alvo da maior parte das intervenções, executadas ou programadas, entre 2003 e 2023, com quase metade das mesmas, 112 intervenções (Tabela 77). Analisando os investimento monetários, obtém-se semelhante conclusão, onde se verifica a aplicação de quase 134 milhões de euros em obras e estudos com vista à proteção das zonas costeiras neste município. Apesar de em menor número, os municípios de Mafra, Cascais, Sintra e Sesimbra também possuem dezenas de intervenções referidas na base de dados.

Tabela 77. Síntese das intervenções e dos investimentos em defesa costeira na AML, executados entre 2003 e 2017 e projetados até 2023.

Âmbito Geográfico	Intervenções		Investimento	
	N.º	%	x10 ⁶ € (Milhões)	%
Almada	112	44,27	133,99	52,96
AML (área de intervenção)	3	1,19	5,79	2,29
Cascais	33	13,04	11,00	4,35
Mafra	36	14,23	17,40	6,88
Mafra/Sintra	3	1,19	2,48	0,98
POC ACE (Área de Intervenção)	1	0,40	0,10	0,04
Sesimbra	20	7,91	13,86	5,48
Sesimbra/Setúbal	1	0,40	0,05	0,02
Setúbal	8	3,16	2,26	0,89
Setúbal/Grândola	1	0,40	0,05	0,02
Sintra	33	13,04	21,14	8,36
Sintra/Cascais	1	0,40	0,20	0,08
Vila Franca de Xira	1	0,40	1,00	0,40
Total AML	253	100	209,31	100

Fonte: SIARL (APA) (2018)

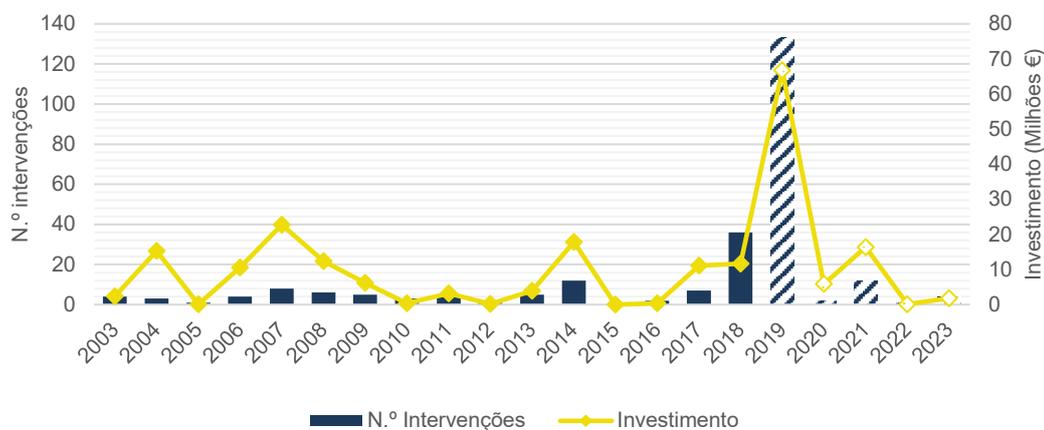


Figura 108. Evolução temporal das intervenções e investimentos em defesa costeira.

Fonte: SIARL (APA) (2018)

Relativamente à evolução ou padrão temporal (Figura 108) se as intervenções programadas forem executadas, conclui-se que os anos de 2018 e 2019 serão os anos com o maior investimento em décadas. Prevê-se, em 2019, o início da execução de 133 projetos, de obra ou de estudos, com cerca de 67 milhões de euros destinados para o efeito. De acordo com os dados disponíveis no SIARL e considerando a média de 12 intervenções por ano nas duas décadas em análise, constata-se uma grande execução em 2018, com 36 registos. Ainda assim, e dado o investimento médio de 10 milhões de euros por ano, o valor de 2018 encontra-se na média (11,6 milhões de euros).

A capacidade adaptativa pode ser parcialmente avaliada através da contabilização de fundos disponíveis para a resposta aos eventos extremos. No entanto, o número de eventos e a magnitude das consequências e impactes respetivos irão condicionar a alocação de fundos para estas intervenções registadas. É interessante verificar dois picos nos investimentos feitos, em 2007 e em 2014. Correspondem a dois anos com situações meteorológicas extremas onde existiram danos graves no litoral da área metropolitana, revelando, uma gestão reativa e não planeada ou programada por parte das autoridades.

Por último, efetuou-se uma análise socioeconómica às populações na área de risco e nas áreas de influência imediatamente contíguas. Nesta análise, consideram-se como zonas de risco as faixas de salvaguarda identificadas no POC Alcobaça-Cabo Espichel e, com base nos dados do PMAAC-AML, a área do estuário do rio Tejo com risco de cheia, do estuário do rio Sado com risco de inundação e as arribas com instabilidade potencial. A partir destas áreas definiu-se uma área de influência (*buffer*) de 500 metros, área essa que foi intercetada com as subseções estatísticas definidas pelo Instituto Nacional de Estatística (INE). Essas subseções obtidas foram a base da análise que se apresentará de seguida.

Importa ressaltar que este método possui características e limitações metodológicas. Os dados foram definidos para uma projeção para o ano de 2100 e para escalas geográficas regionais, nunca ao pormenor da subseção estatística. Além disso, os dados que se irão apresentar não têm em consideração a escala e magnitude do risco associado, servindo apenas para projetar uma “ideia” da capacidade adaptativa das populações costeiras. Por último, não se obteve informações de risco no canal terminal do rio Tejo, entre a Ponte 25 de Abril e o 2.º Torrão (na margem esquerda) e o Forte de São Julião da Barra (na margem direita), pelo que estas zonas não estão consideradas nesta análise.

A Tabela 78 apresenta a proporção da população residente na área de risco e área de influência de 500 metros a partir de zonas de risco, em relação à população residente total dessas mesmas freguesias, agrupadas à escala municipal.

Os municípios que tem mais população em risco, nas condições anteriormente definidas, são Lisboa, seguido por Almada e pelo Seixal. Verifica-se que a grande densidade populacional de alguns municípios aumenta a vulnerabilidade da população o que torna mais difícil uma adaptação a eventos extremos.

Tabela 78. População residente em áreas de risco e numa área de influência de 500 metros nas freguesias costeiras da AML.

Município	População “em risco” (n.º hab.)	População total das freguesias “em risco” (n.º hab.)	Proporção (%)
Alcochete	8 839	15 382	57,5
Almada	37 372	129 101	28,9
Amadora			
Barreiro	36 450	67 228	54,2
Cascais	27 040	148 977	18,2
Lisboa	66 452	174 798	38,0
Loures	1 731	44 331	3,9
Mafra	6 930	21 027	33,0
Moita	8 909	17 427	51,1
Montijo	12 690	40 535	31,3
Odivelas			
Oeiras	322	58 149	0,6
Palmela	65	8 485	0,8
Seixal	37 225	141 210	26,4
Sesimbra	3 539	23 894	14,8
Setúbal	18 546	121 185	15,3
Sintra	2265	24 133	9,4
Vila Franca de Xira	13 929	132 819	10,5

Fontes: INE (2011)

Essa conclusão também é retirada da análise da Tabela 79, que apresenta as dez freguesias com mais população residente em risco, relativamente às áreas de influência de 500 metros das zonas assim identificadas. A população da freguesia da Costa da Caparica (Almada), freguesia com uma grande componente urbana, encontra-se na totalidade sobre as condições definidas de “risco”. Também os municípios da Moita e Setúbal, apesar da menor população, possuem, cada um, uma freguesia em situação semelhante. No entanto, o município de Lisboa possui quatro freguesias neste *top 10*. Este município, dada a quantidade da população e de área verificada nestas condições, terá maiores dificuldades na sua capacidade de adaptação aos eventos climáticos que o poderão impactar.

Tabela 79. Dez freguesias com mais população residente numa área de influência de 500 metro de uma zona de risco, relativamente ao total da própria freguesia

Município	Freguesia	População “em risco” (n.º hab.)	População total da freguesia (n.º hab.)	Proporção (%)
Almada	Costa da Caparica	13 418	13 418	100,0
Moita	U.F. Gaio-Rosário e Sarilhos Pequenos	2 377	2 377	100,0
Setúbal	Sado	5 684	5 783	98,3
Lisboa	Parque das Nações	15 460	21 025	73,5
Alcochete	Alcochete	8 650	12 239	70,7
Barreiro	U.F. de Barreiro e Lavradio	14 997	21 877	68,6
Lisboa	São Vicente	9 495	15 339	61,9
Lisboa	Santa Maria Maior	7 874	12 822	61,4
Sesimbra	Sesimbra (Santiago)	2 866	4 841	59,2
Lisboa	Estrela	11 478	20 128	57,0

Fontes: INE (2011)

As populações mais idosas têm uma menor capacidade de adaptação aos impactes causados pelos eventos climáticos extremos. O município de Oeiras é aquele que possui a população em “risco” mais envelhecida, com 28,9% das pessoas com mais de 65 anos, segundo os dados dos Censos 2011. Seguem-se os municípios de Sesimbra e de Almada (Tabela 80).

No âmbito do PMAAC-AML foi efetuada uma análise da perceção de risco, que visou avaliar e confrontar a perceção da população residente na área metropolitana e dos técnicos municipais sobre os riscos e as alterações climáticas (ponto 5.2 do Relatório I). Como principais resultados destacam-se os elevados níveis de preocupação face às alterações climáticas dos técnicos e da população inquirida. Embora a amostra não fosse unicamente focada na zona costeira, destaca-se o facto que a generalidade da população identificar uma forte relação entre as alterações climáticas e os eventos costeiros, nomeadamente “galgamentos costeiros”, “erosão e recuo de praias e dunas” (eventos com incidência direta na zona costeira), “erosão e recuo de arribas” e “inundações e cheias” (eventos com incidência parcial na zona costeira).

Importa igualmente avaliar o nível de literacia do risco das comunidades costeiras em áreas vulneráveis – a compreensão da influência do risco em nós e a nossa influência no risco – um fator chave para a transformação social, assumindo um papel central e trazendo uma nova dimensão crucial a esta evolução (Santoro, 2018). O desafio emergente colocou-se em como promover pessoas multigeracionais com literacia no risco, aumentando o conhecimento existente na sociedade, constituindo assim um espaço desafio para a transformação social visando maior responsabilidade e intervenção dos atores locais (Spangenberg, 2011).

Tabela 80. População “em risco” com mais de 65 anos.

Município	População “em risco” com mais de 65 anos (n.º hab.)	População total das subsecções estatísticas “em risco” (n.º hab.)	Proporção (%)
Alcochete	1 319	8 839	14,92
Almada	9 586	37 372	25,65
Amadora			
Barreiro	9 225	36 450	25,31
Cascais	5 911	27 040	21,86
Lisboa	13 398	66 452	20,16
Loures	358	1 731	20,68
Mafra	1 207	6 930	17,42
Moita	1 459	8 909	16,38
Montijo	2 464	12 690	19,42
Odivelas			
Oeiras	93	322	28,88
Palmela	13	65	20,00
Seixal	5 461	37 225	14,67
Sesimbra	1 000	3 539	28,26
Setúbal	4 287	18 546	23,12
Sintra	398	2 265	17,57
Vila Franca de Xira	3 501	13 929	25,13

Fonte: INE (2011)

Não existindo um estudo de literacia de risco das comunidades costeiras que habitam nos territórios vulneráveis aos principais perigos derivados das alterações climáticas, assume-se que as populações mais formalmente educadas, para além da referida perceção, terão maior acesso à informação sobre os riscos e alterações climáticas e também mais posses económicas. Este poder económico e o acesso à informação, teoricamente, dotarão as populações com uma maior literacia e com maior capacidade para adaptação aos eventos climáticos. Tomando sempre em consideração que se trata de um método indireto e de correção não validada, a Tabela 81 apresenta essa análise, mostrando que Oeiras é o município com uma maior proporção de população com ensino superior completo, tendo, em teoria, uma maior capacidade adaptativa. Seguem-se os municípios de Cascais e Lisboa.

Para a eficácia destas respostas é fundamental uma colaboração entre diversas entidades de diversas áreas e de diferentes escalas. A distribuição de competências e de responsabilidades deve clara e estar bem definida. A Tabela 82 lista um conjunto de entidades e instituições responsáveis pela resposta adaptativa a eventos climáticos, que devem trabalhar em estreita cooperação.

Tabela 81. Análise da educação formal da população “em risco”.

Município	População “em risco” com ensino superior (n.º hab.)	População total das subsecções estatísticas “em risco” (n.º hab.)	Proporção (%)
Alcochete	1 455	8 839	16,46
Almada	5 247	37 372	14,04
Amadora			
Barreiro	3 954	36 450	10,85
Cascais	9 146	27 040	33,82
Lisboa	19 844	66 452	29,86
Loures	401	1 731	23,17
Mafra	1 087	6 930	15,69
Moita	781	8 909	8,77
Montijo	1 482	12 690	11,68
Odivelas			
Oeiras	165	322	51,24
Palmela	3	65	4,62
Seixal	3 500	37 225	9,40
Sesimbra	231	3 539	6,53
Setúbal	1 541	18 546	8,31
Sintra	409	2 265	18,06
Vila Franca de Xira	1 287	13 929	9,24

Fonte: INE (2011)

Tabela 82. Identificação de responsáveis pelo planeamento e execução da resposta para o sector ‘Zonas Costeiras e Mar’

Instituições responsáveis/envolvidas pelo planeamento da resposta	Instituições responsáveis/envolvidas pela execução da resposta
<ul style="list-style-type: none"> – Agência Portuguesa do Ambiente (APA) – Instituto de Conservação da Natureza e Florestas (ICNF) – Autoridade Marítima Nacional (AMN) – Infraestruturas de Portugal (IP) – Instituto de Socorro a Náufragos (ISN) – Instituto Nacional de Emergência Médica (INEM) – Administrações Portuárias e Capitánias – Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) – Comando Distrital de Operações de Socorro (CDOS) de Lisboa e Setúbal – Instituições de ensino superior e centros de investigação – Associações de comerciantes, industriais e empresariais – ONG 	<ul style="list-style-type: none"> – Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) – Comando Distrital de Operações de Socorro (CDOS) de Lisboa e Setúbal – Agência Portuguesa do Ambiente (APA) – Instituto Nacional de Emergência Médica (INEM) – Instituto de Socorro a Náufragos (ISN) – Corporações de Bombeiros – Autoridades Policiais – Empresas, comércio e indústrias

Fonte: PMAAC-AML (2018)

13.4. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Atuais

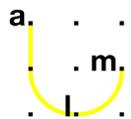
A zona costeira é caracterizada por uma elevada diversidade geomorfológica, com vários graus de intensidade de ocupação humana. É possível verificar longas faixas costeiras de areais baixos, zonas rochosas de arribas com comandos de dezenas a centenas de metros de altura, frentes estuarinas com ocupação urbana intensa, zonas costeiras agrícolas, indústrias pesadas, áreas portuárias, navegação comercial, áreas balneares turísticas e áreas de vazas, salinas, aquaculturas e zonas húmidas. As diferentes características e a elevada diversidade conferem à área metropolitana diferentes sensibilidades, já identificadas no capítulo anterior.

As características biofísicas e a ocupação antrópica do litoral determinam uma grande sensibilidade a vários fenómenos hidrodinâmicos extremos, nomeadamente quando ocorre a coexistência entre o nível de maré elevado com tempestade e cheia, resultando em fenómenos de erosão, galgamento e inundações. Os referidos fenómenos, isoladamente ou associados a situações de *storm surge*, ventos fortes e agitação marítima, têm causado problemas de galgamento, inundação e erosão em praias, dunas, sapais, zonas húmidas, arribas, infraestruturas diversas e nas proteções costeiras. Estes eventos têm causado vários problemas nos sistemas de drenagem e nas infraestruturas de saneamento, que não têm tido capacidade de resposta.

A Tabela 83 sintetiza os resultados registados no Perfil de Impactes Climáticos (PIC) do PMAAC-AML e que permitirão executar uma análise dos impactes e vulnerabilidades atuais.

Tabela 83. Síntese dos resultados do Perfil dos Impactes Climáticos para o sector 'Zonas Costeiras e Mar'

Variáveis	Detalhe das variáveis	Resultados
Total de eventos climáticos (n.º)	Agitação marítima	82
	Instabilidade de vertentes/arribas	9
	Precipitação intensa	5
	Precipitação intensa e vento forte	2
	Tempestade/tornados	3
Total de impactes registados (n.º)	Alterações no uso de equipamentos/serviços	3
	Alterações nos estilos de vida	7
	Aumento da morbilidade e da mortalidade	1
	Cheias	1
	Danos em edifícios	8
	Danos em equipamentos	9
	Danos em estruturas	19
Danos em infraestruturas de comunicações	5	



Variáveis	Detalhe das variáveis	Resultados
	Danos em infraestruturas energéticas	2
	Danos em viaturas	1
	Danos para as cadeias de produção	1
	Derrocadas	5
	Deslizamento de vertentes	1
	Galgamentos/inundações costeiras	13
	Inundações	5
	Problemas de trânsito e de mobilidade	18
	Queda de árvores	2
Total dos eventos climáticos que tiveram importância alta (n.º)	Agitação marítima	68
	Instabilidade de vertentes/arribas	0
	Precipitação intensa	0
	Precipitação intensa e vento forte	0
	Tempestade/tornados	2
Total dos eventos climáticos que tiveram eficácia de resposta alta (n.º)	Agitação marítima	0
	Instabilidade de vertentes/arribas	0
	Precipitação intensa	0
	Precipitação intensa e vento forte	2
	Tempestade/tornados	0
Total dos eventos climáticos, com importância alta e moderada, que tiveram eficácia de resposta baixa (n.º)	Agitação marítima	43
	Instabilidade de vertentes/arribas	0
	Precipitação intensa	0
	Precipitação intensa e vento forte	0
	Tempestade/tornados	0

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Considerando todos os registos da categoria de “agitação marítima” e os registos das outras que façam referência direta a impactes em zonas costeiras, é possível observar a ocorrência total de 101 registos de eventos climáticos no PIC. Conforme esperado, estes eventos são na maioria (81%) referentes à categoria “agitação marítima”. O município com mais eventos registados é o de Almada (34), todos referentes a galgamentos costeiros na Costa da Caparica. Seguem-se Cascais (23), Mafra (21) e Oeiras (10).

Pode concluir-se que, atualmente, as áreas mais sujeitas a eventos climáticos extremos são a Costa da Caparica (Almada) e o litoral oceânico e de transição entre os municípios de Oeiras e Mafra. A vulnerabilidade prende-se com a exposição a situações de agitação marítima e tempestades,

especialmente se conjugadas com eventos de precipitação forte, vento forte do quadrante nordeste ou sudoeste, preia-mar e maré de tempestade (*storm surge*).

Quando se analisa o tipo de impactes causados por estes eventos na Tabela 83, conclui-se que é mais comum verificar danos em estruturas (19 registos), com predominância das estruturas de defesa costeiras e zonas envolventes, os problemas de trânsito e de mobilidade (18) e os galgamentos/inundações costeiras (13). Interessa ainda referir que a soma dos danos em edifícios, equipamentos, infraestruturas energéticas, infraestruturas de comunicações, viaturas e cadeias de produção, sem as estruturas já mencionadas, resultam em 26 registos.

Dos 101 registos de eventos totais, 70 foram considerados de alta importância. Destes, 68 referem-se à categoria “agitação marítima” e dois a “tempestades/tornados”. Conclui-se que 83% dos episódios de galgamentos são de alta importância, mostrando que quando estes episódios ocorrem costumam trazer consequências severas.

Verifica-se que apenas dois dos eventos tiveram uma resposta que se considerou eficaz, de “precipitação intensa e vento forte”. Corresponde a duas situações de importância baixa, onde se procedeu à limpeza de areias e detritos em zonas envolventes a praias. Já quando se analisa apenas os eventos de importância alta ou moderada, verifica-se que 43 tiveram uma resposta de baixa eficácia, todos eles de agitação marítima/galgamentos/inundações. São situações, na sua maioria, referentes a impactes de erosão dunar, danos em estruturas e equipamentos e inundações. Conclui-se que existe uma resposta ineficaz uma parte dos eventos de maior importância. As respostas, durante o evento, consistem em gestão de danos, proteção de bens e pessoas e trabalhos de socorro e emergência, uma vez que a defesa costeira depende das estruturas existentes. Só após o evento é possível avaliar os danos que estas sofreram e repará-las. É fundamental o planeamento e a execução de estudos de forma a verificar a adequabilidade e resistência das estruturas existentes a possíveis eventos futuros, sendo assim possível intervencioná-las.

A Tabela 84 resume alguns dos principais eventos registados no PIC da PMAAC-AML no sector de Zonas Costeiras e Mar.

Após a análise do PIC do PMAAC-AML, procurou-se avaliar os efeitos registados em muitos dos eventos identificados através das intervenções listadas no SIARL, o Sistema de Administração do Recurso Litoral da Agência Portuguesa do Ambiente, desde 2003.

Logo no ano de 2003, é possível verificar a existência de três intervenções de emergência por parte do ex-INAG, na Praia de São João da Caparica, Praia Norte e na Marginal da Costa da Caparica (Almada). Estas três obras, que custaram mais de 440 mil euros, tiveram objetivos de reposição de cordão dunar, enchimento de rombos nas defesas frontais e a proteção de taludes. Em 2004, verificou-se também no mesmo município uma empreitada de reparação de sete esporões na Costa da Caparica e três na Cova do Vapor, com um orçamento superior a 15 milhões de euros.

Tabela 84. Apresentação dos principais eventos com impacte no sector 'Zonas Costeiras e Mar'

Tipologia de Evento	Detalhes	Impactes	Consequências
Agitação marítima (2003, 2004, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2013, 2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Agitação marítima (aviso meteorológico vermelho) - Ondulação de 4 a 8 metros 	<ul style="list-style-type: none"> - Danos em estruturas, edifícios, equipamentos e infraestruturas de comunicações - Galgamentos/inundações costeiras - Problemas de trânsito e de mobilidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Erosão dunar, erosão de praias - Danos em estruturas costeiras - Danos em edifícios e equipamentos - Cortes de trânsito
Instabilidade de vertentes/arribas (2015, 2016, 2017)	<ul style="list-style-type: none"> - --- 	<ul style="list-style-type: none"> - Derrocadas e deslizamento de vertentes - Danos em estruturas - Problemas de trânsito e mobilidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Perigo e quedas de blocos - Danos em estruturas - Desabamentos
Precipitação intensa (e com ventos fortes) (2008, 2011, 2017)	<ul style="list-style-type: none"> - Precipitação intensa conjugada com maré alta - Chuva e vento forte 	<ul style="list-style-type: none"> - Inundações e cheias - Problemas de trânsito e de mobilidade - Queda de árvores - Danos em estruturas 	<ul style="list-style-type: none"> - Correntes fortes - Detritos trazidos pela maré - Queda de árvores - Acumulação de areias e detritos
Tempestades/tornados (2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Conjugação com marés vivas - <i>Storm surge</i> provocada pela tempestade Ema 	<ul style="list-style-type: none"> - Galgamentos/inundações costeiras 	<ul style="list-style-type: none"> - Galgamento costeiro oceânico e ribeirinho

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Nos anos de 2006 e 2007, também na Costa da Caparica, foram iniciadas ou executadas dez intervenções, algumas de emergência, que consistiram na recuperação de estruturas de defesa aderentes, na recuperação e consolidação de cordões dunares e na alimentação artificial de sedimentos. O orçamento destas intervenções e respetivos serviços de fiscalização ultrapassou os 23 milhões de euros, tendo sido fundamentais para a proteção da frente urbana da cidade e dos parques de campismo lá existentes. Em 2008 e 2009 realizaram-se mais duas obras de alimentação artificial de sedimentos em praias da Caparica, que foram custeadas em mais de 13 milhões de euros. Em 2010 verificou-se mais uma intervenção de emergência, desta vez através do prolongamento para norte da defesa aderente em São João da Caparica, orçamentada em quase 300 mil euros.

Só em 2014, em resposta aos consideráveis estragos provocados pela tempestade Hércules, se registaram novas intervenções no litoral da Caparica. Mais de 5 milhões de euros foram alocados a intervenções de alimentação artificial e de reabilitação de esporões, bem como em estudos e em fiscalização das mesmas. Também neste ano procedeu-se à reparação de um quebra-mar na praia da Figueirinha (Setúbal), orçamentada em quase 200 mil euros. No entanto, esta tempestade

causou danos em grande parte do litoral da área metropolitana. A Agência Portuguesa do Ambiente realizou na altura um relatório das ocorrências registadas, do qual se transcreve a Tabela 12, que apresenta, por município, os locais onde se registaram danos, a ocorrências descritas e uma estimativa de custos diretos de reparação.

Tabela 85. Resumo de ocorrências registadas na AML causadas pela tempestade Hércules

Município	Local	Ocorrências Registadas	Estimativa de Custos
Mafra	Praia da Calada	– Danos nos passadiços/escadas de acesso à praia em estrutura de madeira sobrelevada.	13 500€
	Praia de São Lourenço	– Danos nos passadiços de acesso à praia em estrutura de madeira sobrelevada.	7 000€
	Praia de Ribeira de Ilhas	– Danos nas escadas de acesso à praia.	8 500€
	Praia dos Coxos	– Danos na rampa de acesso à praia e infraestruturas de apoio balnear.	10 500€
	Praia do Algodio	– Ruiu parcialmente o apoio de praia, com destruição total dos balneários/instalações sanitárias femininas, posto de primeiros socorros e armazém de apoio ao nadador salvador. – Destruição de parte do murete existente ao longo do arruamento de acesso à praia.	170 500€
	Praia do Sul	– Danos graves no edifício do apoio de praia. – Danos na escada e rampa de acesso à praia. – Estragos no pavimento e murete em betão do paredão.	45 000€
	Foz do Lizandro	– Danos nos passadiços/escadas de acesso à praia em estrutura de madeira sobrelevada.	22 500€
	Praia de São Julião (Norte)	– Danos nos acessos à praia.	6 000€
Sintra	Praia de São Julião (Sul)	– Danos nos passadiços/escadas de acesso à praia em estrutura de madeira.	50 000€
	Praia do Magoito	– Danos na ponte em madeira.	
	Praia das Azenhas do Mar	– Estragos no pavimento e coroamento/murete em betão do paredão.	
	Praia da Adraga	– Estragos no pavimento e coroamento/murete em betão do paredão.	
Cascais	Praia das Moitas	– Estragos no pavimento e coroamento/murete em betão do paredão. – Danos nas guardas metálicas. – Danos do pontão em betão.	300 000€
	Paredão Monte Estoril		
	Praia do Tamariz		
	Paredão Tamariz – Poça		
	Praia da Poça		
	Praia da Azarujinha		
Praia das Avencas			
Almada	Praia de São João de Caparica Costa da Caparica	– Danos relevantes nas defesas longitudinais aderentes.	780 000€

Fonte: APA (2014)

Pode-se verificar que existe um conjunto elevado de intervenções concentradas nas praias e na frente urbana da Costa da Caparica, de várias dezenas de milhões de euros. As intervenções foram, na sua maioria, relativas a eventos extremos onde existiram estragos avultados provocados por agitação marítima extrema e por tempestades. Exemplificam-se os invernos de 2003, 2007, 2008 e 2009 e, em 2014, a tempestade Hércules. Conclui-se que esta zona da área metropolitana é muito vulnerável a eventos extremos, bem como aos seus impactes e consequências, dependendo de um esforço financeiro enorme para a proteção da cidade da Costa da Caparica, nomeadamente da sua frente urbana e dos parques de campismo que estão situados junto à linha de costa. As alterações climáticas poderão agravar estes efeitos, conferindo uma ainda maior vulnerabilidade, não só a este ponto da área metropolitana, mas também a outras zonas costeiras.

Importa também referir as intervenções em arribas que estão registadas no SIARL. Entre 2010 e 2014 registaram-se oito intervenções de estabilização de arribas e redução do seu risco de desabamento e queda de blocos. Quase 11 milhões de euros foram alocados nestas intervenções que decorreram nas zonas rochosas do litoral oceânico da área metropolitana, nomeadamente nos municípios de Sesimbra, Setúbal, Sintra e Mafra. A vulnerabilidade nestas zonas é elevada uma vez que existem grandes áreas de arribas ativas expostas a marés e ventos fortes. Os eventos extremos podem causar danos estruturais nas arribas, pelo que é fundamental a execução destas intervenções preventivas e, desta forma, reduzir o risco de danos humanos ou materiais provocados por elas.

Deste capítulo, evidencia-se que os eventos climáticos do passado não muito distante mostram a grande vulnerabilidade latente em algumas zonas costeiras da área metropolitana, sendo que a Costa da Caparica é, sem dúvida, um ponto crítico. Existe uma dependência de constantes intervenções reativas de emergência, com obras de engenharia “pesada” para garantir a proteção de pessoas e de bens. Registam-se impactes financeiros, quer nos danos causados, quer nas intervenções executadas, existindo uma grande vulnerabilidade destas zonas aos fundos disponíveis, a nível municipal ou nacional.

13.5. Identificação de Impactes e Avaliação das Vulnerabilidades Climáticas Futuras

As alterações climáticas irão agravar as vulnerabilidades e impactes nas zonas costeiras, oceânicas e estuarinas da região. As características geomorfológicas e a ocupação antrópica da zona costeira oceânica e estuarina determinam uma elevada sensibilidade à exposição a vários fenómenos hidrodinâmicos extremos, nomeadamente quando ocorre a coexistência entre o nível de maré elevado com tempestade, sobrelevação de origem meteorológica, cheia, resultando em fenómenos de erosão, galgamento e inundações. Os episódios de vento forte e precipitação intensa e concentrada no tempo agravam os fenómenos descritos anteriormente. Os eventos climáticos que mais irão afetar os territórios litorais metropolitanos serão os mesmos que atualmente já afetam esta

zona, nomeadamente a agitação marítima e galgamentos, as tempestades e a precipitação intensa, embora com graus de severidade mais elevados.

A subida do NMGM será uma das consequências que mais impactes terá no futuro. Tem como causa a dilatação térmica do oceano, o degelo de glaciares e de campos de gelo e o degelo das plataformas polares de gelo. O presente estudo tem em consideração dois dos cenários climáticos do IPCC, o RCP 4.5 e o RCP 8.5. No primeiro cenário, o IPCC estima que, em 2100, o nível médio do mar esteja entre 0,35 a 0,70 metros (0,52 m, em média) em relação ao verificado entre 1971 e 2010. Já no segundo cenário, mais pessimista, estes valores sobem para o intervalo de 0,52 a 0,95 metros (0,74 m, em média). No passado recente, graças aos dados do marégrafo de Cascais, também é possível verificar esta tendência para o NMLM. Entre 1977 e 2000, a taxa de aumento foi de 2,1 mm/ano, tendo quase duplicado para 4,1 mm/ano no período 2000-2013.

Com esta subida, os efeitos dos episódios de agitação marítima e galgamentos irão ser mais severos e impactantes, diminuindo a capacidade de resposta das atuais estruturas costeiras de proteção. Também se prevê que o regime das ondas sobre uma rotação dextrogira de 5° a 10°, o que causará um maior transporte de sedimentos de norte para sul e, conseqüentemente, aumentará a erosão da linha de costa. Prevê-se, também, a intensificação dos temporais, quer na sua frequência, quer na sua magnitude. A ocorrência destes eventos provoca agitação marítima severa e ainda fenómenos de sobrelevação do nível do mar, criando marés de tempestade (*storm surges*).

Todos estes fenómenos irão ter impactes negativos nas zonas costeiras do território metropolitano. No entanto, estes podem ser agravados se conjugados, entre si, e com a ocorrência de precipitação intensa. Os dados apresentados pelo IPMA, já descritos no Volume I do PMAAC-AML, preveem um aumento do número de dias de precipitação intensa no inverno, em ambos os cenários climáticos.

Com base nestes dados e previsões, pode-se concluir que as alterações climáticas irão trazer novas características físicas aos eventos meteorológicos na área metropolitana, que se tornarão mais severos e negativamente impactantes nas zonas costeiras da região. Todavia, existem outros âmbitos que podem ser analisados. O aumento da temperatura da água do mar será, também, uma consequência das alterações climáticas. Este facto, conjugado com as conseqüentes alterações na constituição físico-química da água, poderá provocar impactes na biodiversidade aquática, na vertente oceânica e estuarina. No entanto, a possível perda de algumas espécies de peixes, por exemplo, poderá ser compensada pelo surgimento de novas, que poderão ser economicamente mais rentáveis. Importa estudar bem as questões de exotismo dessas espécies, nomeadamente nas novas relações tróficas que se estabeleceriam. O aumento da temperatura do mar também poderá fomentar um maior aproveitamento turístico das zonas balneares da região. De forma a sintetizar os possíveis impactes decorrentes das alterações climáticas numa perspetiva de oportunidades e ameaças, estas foram arrumadas na Tabela 86, que se apresenta de seguida.

É também importante efetuar uma análise dos níveis de risco no presente, a médio prazo e a longo prazo, bem como as tendências que se esperam. Para tal, e como se apresenta na Tabela 87, utilizou-se uma escala de risco crescente, de 1 (risco mais baixo) a 9 (risco mais elevado).

Tabela 86. Síntese de principais impactes futuros para o sector 'Zonas Costeiras e Mar'

Impactes positivos diretos (oportunidade)	Impactes negativos diretos (ameaças)
-	<ul style="list-style-type: none"> - Aceleração do recuo da linha de costa - Erosão dunar - Aumento em número e intensidade de galgamentos costeiros e inundações - Perda da área útil da praia - Aumento da erosão de arribas e de movimentos de massas - Degradação das zonas de intertidal - Alterações da temperatura e pH da água do mar e estuários
Impactes positivos indiretos (oportunidade)	Impactes negativos indiretos (ameaças)
<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da qualidade balnear das praias da área metropolitana - Possível surgimento de novas espécies de pescado com valor económico - Aumento de <i>stocks</i> pesqueiros 	<ul style="list-style-type: none"> - Perda de habitats costeiros - Intrusão salina, contaminação de aquíferos e perda de produtividade agrícola - Danos em áreas urbanizadas/edificadas, portos, marinas e estruturas de defesa costeira - Alteração das áreas expostas aos perigos - Tendência para a artificialização da linha de costa - Redução da capacidade dos sistemas de drenagem urbana e infraestruturas de saneamento - Assoreamento do corpo lagunar e estuarino - Degradação de habitats marinhos e perda de biodiversidade - Desaparecimento de espécies de pescado comerciais

Tabela 87. Matriz de avaliação do risco climático sectorial 'Zonas Costeiras e Mar'

Riscos Climáticos	Nível do Risco			Tendência do Risco
	Presente (até 2040)	Médio Prazo (2041/2070)	Longo Prazo (2071/2100)	
A. Precipitação excessiva	4	6	9	↑
B. Redução da precipitação	1	1	1	→
C. Alteração na escala sazonal da precipitação	1	1	1	→
D. Secas	1	1	1	→
E. Temperaturas elevadas/ondas de calor	1	1	1	→
F. Alteração na escala sazonal da temperatura	1	1	1	→
G. Nível médio das águas do mar	6	6	9	↑
H. Temperaturas baixas/ondas de frio	1	1	1	→
I. Gelo/geada/neve	1	1	1	→
J. Granizo	1	1	1	→
K. Ventos fortes	4	4	4	→
L. Tempestades/tornados/trovoadas	6	6	9	↑

Legenda:

Nível de risco:  Baixo Moderado Alto

↑ Aumento do Risco → Manutenção do Risco ↓ Diminuição do Risco

O cruzamento da magnitude das consequências com a frequência de ocorrência dos eventos climáticos (Figura 109) prioriza os cuidados e atenção aos riscos existentes, à intensificação dos mesmos e ou àqueles que poderão surgir no futuro.

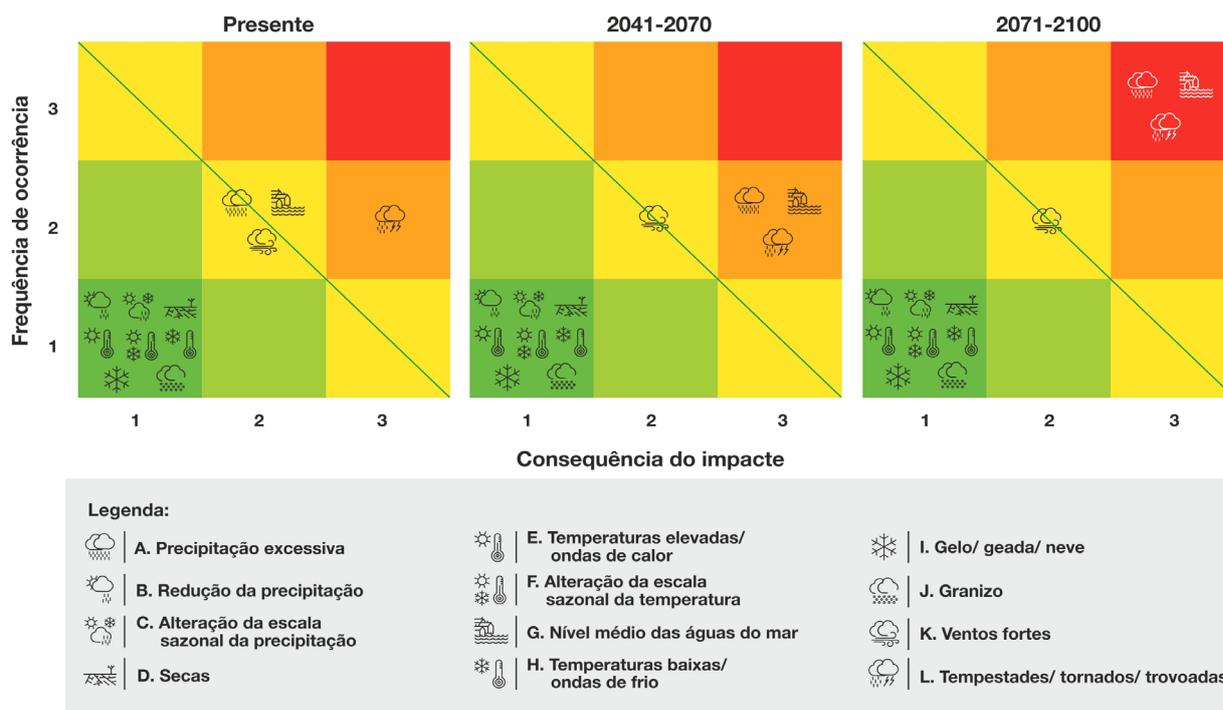
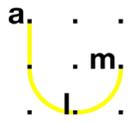


Figura 109. Evolução do risco climático para os principais impactes associados a eventos climáticos para o sector 'Zonas Costeiras e Mar'



adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 14. Bibliografia

Cofinanciado por:

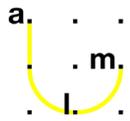


UNIÃO EUROPEIA
Fundo de Crescimento



14. Bibliografia

- Agência Portuguesa do Ambiente [APA]. (2014). Registo das ocorrências no litoral – Temporal de 3 a 7 de Janeiro de 2014. Relatório Técnico. Amadora, 2014. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Governo de Portugal.
- Agência Portuguesa do Ambiente [APA]. (2018). Nota Técnica e Esclarecimentos Relativos à Alimentação Artificial das Praias da Caparica. Amadora. Setembro de 2014.
- Agência Portuguesa do Ambiente [APA]. (2018). Sistema de Administração do Recurso Litoral (SIARL). Amadora. Disponível em: <http://siarldev.apambiente.pt/>
- ALFA 2004. Tipos de Habitats Naturais e Semi-naturais do Anexo I da Diretiva 92/43/CEE (Portugal continental): Fichas de Caracterização Ecológica e de Gestão para o Plano Sectorial da Rede Natura 2000. Relatório. Lisboa.
- Almeida, D., Neto, C., Esteves, L.S. & Costa, J.C. (2014). The impacts of land-use changes on the recovery of saltmarshes in Portugal. *Ocean & Coastal Management*, 92, 40-49.
- Benito Garzón, M.; Sánchez de Dios, R. & Sainz Ollero, H. 2009. Effects of climate change on the distribution of Iberian tree species. *Applied Vegetation Science*. Volume 11(2): 159-168
- Cahoon DR, Lynch JC, Perez BC, Segura B, Holland RD, Stelly C, Stephenson G, Hensel P (2002) High-precision measurements of wetland sediment elevation: II. The Rod Surface Elevation Table. *J Sediment Res* 72(5):734-739. doi: 10.1306/020702720734
- Calado, F. 1999. Caracterização das Comunidades Vegetais Naturais da Região Saloia (Loures, Mafra e Sintra). Dissertação de Mestrado. Universidade de Évora. Évora, 205 pags.
- Calado, F. 1999. Caracterização das Comunidades Vegetais Naturais da Região Saloia (Loures, Mafra e Sintra). Dissertação de Mestrado. Universidade de Évora. Évora, 205 pags.
- Câmara Municipal de Almada [CMA]. (2014). Reposição de areia nas praias da Costa. Almada. Julho de 2014. Notícia no website: http://www.m-almada.pt/xportal/xmain?xpid=cmav2&xpgid=noticias_detalle¬icia_detalle_qry=BOUI=265629627¬icia_titulo_qry=BOUI=265629627
- Camilo-Alves, C., Esteves da Clara M.I., Ribeiro, N.M.A. 2013. Decline of Mediterranean oak trees and its association with *Phytophthora cinnamomi*: a review. *Eur J Forest Res*. 132:411–432
- Camilo-Alves, C., Esteves da Clara M.I., Ribeiro, N.M.A. 2013. Decline of Mediterranean oak trees and its association with *Phytophthora cinnamomi*: a review. *Eur J Forest Res*. 132:411–432
- Capelo, J. & Almeida, A. F. 1993. Dados sobre a paisagem vegetal do Parque Natural da Serra da Arrábida: proposta de uma tipologia li tos sociológica. *Silva Lusit.* 1(2): 217-236.
- Capelo, J. & Almeida, A. F. 1993. Dados sobre a paisagem vegetal do Parque Natural da Serra da Arrábida: proposta de uma tipologia li tos sociológica. *Silva Lusit.* 1(2): 217-236.
- Capelo, J. & Costa, J.C. 2002. Notícia acerca dos carrascais arbóreos da Serra da Arrábida. *Silva Lusit.* 9 (2): 269-271.
- Capelo, J. & Costa, J.C. 2002. Notícia acerca dos carrascais arbóreos da Serra da Arrábida. *Silva Lusit.* 9 (2): 269-271
- Capelo, J. 2003. Syntaxonomical disposal of the *Euphorbia pedroi* Molero & Rovira communities, a synendemism of Serra da Arrábida (Portugal) sea-cliffs - *Convolvulo fernandesii*-*Euphorbietum pedroi*. *Silva Lusit.* 11 (1): 123 -124.

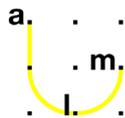


- Capelo, J., Mesquita, S., Costa, J. C., Ribeiro, S., Arsénio, P., Neto, C., Monteiro-Henriques, T. Aguiar, C., Honrado, J., Espírito-santo, D., Lousã, M. 2007. A methodological approach to potential vegetation modelling using GIS techniques and phytosociological expert-knowledge: application to mainland Portugal. *Phytocoenologia*, 17: 399-415.
- Catarino, F.M., Correia, O.A., Correia, A.D. 1982. Structure and Dynamics of Serra da Arrábida Mediterranean vegetation. *Ecologia Mediterranea* VIII:203-222.
- Clemente, A.S. 2002. Alter Fire Vegetation Dynamics in Serra da Arrábida. PhD Thesis. University of Lisbon. Pp.196.
- Correia, O. & Pinto, M.J. 2005. Natural Succession in Southwestern Portuguese Limy Soils: After Fire Dynamics (Arrábida Natural Park) and Primary Succession in Sand Dunes (Tip of Península of Troia). *Quercetea* 8:27-42.
- Costa JC, Arsénio P, Monteiro-Henriques T, Neto C, Pereira E, Almeida T, Izco J (2009) Finding the Boundary between Eurosiberian and Mediterranean Salt Marshes. In: Silva CP (ed) ICS2009, 10th International Coastal Symposium (Lisbon - April). J Coastal Res, Special Issue No. 56, pp 1340-1344
- Costa, J. C., Aguiar, C., Capelo, J., Lousã, M., Neto, C. 1998. Biogeografia de Portugal Continental. *Quercetea*, 0: 5-56.
- Costa, J. C., Capelo, J., Arsénio P. & Monteiro-Henriques, T. 2005. The Landscape and Plant Communities of Serra da Arrábida. *Quercetea* 7:1-7.
- Costa, J.C., Capelo, J., Lousã, M. & Espírito Santo, M.D. 1998. Sintaxonomia da vegetação halocasmofítica das arribas marítimas portuguesas (Crithmo-Staticetea Br.-Bl. 1947) *Itinera Geobot.* 11: 227 -247.
- Costa, J.C., Monteiro-Henriques, T., Neto, C., Arsénio P. & Aguiar, C. (2008). The application of the habitats directive in Portugal. *Fitosociologia*, 44(2) suppl.1, 23-28.
- Daveau S. 1980. Dois mapas climáticos de Portugal, nevoeiro e nebulosidade, contrastes térmicos. Centro de Estudos Geográficos, 84 páginas.
- Dias JMA (2004) The historical evolution of the Portuguese coastline in the last twenty millennia. In: Tavares AA, Tavares MJF, Cardoso JL (ed) GeoHistorical Evolution of the Portuguese coast and related phenomena. Geology, History, Archaeology and Climatology, Lisboa, pp 157-170.
- Dinis C., P. Sorvo & N. Ribeiro 2011. Comparison of two methods to assess the root architecture as the potential factor influencing the diversity of a stand. *Metody inventarizace a hodnocení biodiverzity stromové slozky*. Eliska Trnková.
- Dinis C., P. Surovy & N. Ribeiro 2011. Comparison of two methods to assess the root architecture as the potential factor influencing the diversity of a stand. *Metody inventarizace a hodnocení biodiverzity stromové slozky*. Eliska Trnková.
- Duarte L.N. 2016. Plantas Invasoras no Sul de Portugal – Uma Abordagem Biogeográfica. Tese apresentada à Universidade de Évora para obtenção do grau de Mestre em Biologia da Conservação.
- Feagin RA, Martinez ML, Mendoza-Gonzalez G, Costanza R (2010) Salt marsh zonal migration and ecosystem service change in response to global sea level rise: a case study from an urban region. *Ecol Soc* 15(4):1-14.
- Ferreira O, Dias JA, Taborda R (2008) Implications of Sea-Level Rise for Continental Portugal. *J Coastal Res* 24(2):317-324. doi: <http://dx.doi.org/10.2112/07A-0006>.
- Guerreiro, M.; Fortunato, A.B.; Freire, P.; Rilo, A.; Taborda, R.; Freitas, M.C.; Andrade, C.; Silva, T.; Rodrigues, M.; Bertin, X.; Azevedo, A. (2015) - Evolution of the hydrodynamics of the Tagus estuary (Portugal) in the 21st century. *Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 15(1): 65-80).

- Gutierrez F (2014) Structure and dynamics of habitats and landscape of Sado Estuary and Comporta/Galé Natura 2000 Sites - A contribution to sustainable land management and ecological restoration. Ph.D. Dissertation, Institute of Geography and Territorial Planning, University of Lisbon
- Gutierrez, F, Gil, A., Reis, E., Lobo, A., Neto, C, Calado, H., Costa, J. C. 2011. Acacia saligna (Labill.) H. wendl in the sesimbra Council: invaded habitats and potential distribution modelling. *Journal of Coastal Research*, si 64: 403-407
- Gutierrez, F. 2013. Estrutura e Dinâmica dos Habitats e Paisagem dos Sítios Estuário do Sado e Comporta Galé: um contributo para a Gestão e Restauro Ecológico. Tese de doutoramento. Universidade de Lisboa.
- Gutierrez, F., Gabriel, I., Emídio, A., Mendes, P., Neto, C., Reis, E. 2015. Modelação Predictiva Da Vegetação Natural Potencial do Município de Loures. *Finisterra*, L, 99, 2015, pp. 31-62 doi: 10.18055/finis3146
- ICNF, Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (2012) – Plano Municipal de Defesa da Floresta contra Incêndios (PMDFCI) – Guia Técnico. Direção de Unidade de Defesa da Floresta, Abril 2012 (antes Autoridade Florestal Nacional). Disponível em <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/dfci/Resource/doc/guia-tec-pmdfci-abril12>
- INAG (2010) – Alimentação artificial das praias da Costa da Caparica e de São João da Caparica – 2010. Reunião da Comissão de Acompanhamento das intervenções na Costa da Caparica. 24.05.2010
- Instituto Nacional de Estatística [INE]. (2011). *Censos 2011*.
- Lopes, T. 2018. Valorização do turismo na natureza na gestão de áreas naturais periurbanas. Tese de Doutoramento no ramo de turismo. Universidade de Lisboa, 254 pags.
- Marques, F.; Penacho, N.; Queiroz, S.; Gouveia, L.; Matildes, R.; Redweik, P. (2013) - Estudo da adequabilidade das faixas de risco/salvaguarda definidas no POOC em vigor, Entregável 1.3.3.a, Estudo do litoral na área de intervenção da APA, I.P. /ARH do Tejo, Agência Portuguesa do Ambiente.
- Marques da Costa, N. (2016) Capítulo Acessibilidade e Transportes do Atlas Digital da AML.
- Martins, M., Neto C. & José C. Costa. 2013. The meaning of mainland Portugal beaches and dunes' psammophilic plant communities: a contribution to tourism management and nature conservation. *Journal of Coastal Conservation*. 17:279–299.
- Martins, M., Neto, C. & Costa, J.C. (2014a). Taux d'endémicité et tendances phytogéographiques de la végétation psammophile des plages et des dunes de sable côtier dans le Sud-ouest de l'Europe (Portugal continental). *Documents Phytosociologiques*, 3(1),315-322.
- Martins, M., Neto, C., Gutierrez, F. & Costa, J.C. (2014b). Bioindicators of erosive dynamics in beach and dune systems in the Portuguese mainland coast. *Documents Phytosociologiques*, 3(1), 325-337.
- Mateus, J. E. -1985- The coastal lagoon region near Carvalhal during the Holocene; some geomorphological aspects derived from palaeoecological study at Lagoa Travessa, Actas da I.^a Reunião do Quaternário Ibérico I 1: 237-251.
- Mateus, J. E. 1992, Holocene and present-day ecosystems of the Carvalhal region, southwest Portugal, Lisboa, tese de doutoramento.
- Mesquita, S., Arsénio, P., Mário Lousã, Tiago Monteiro Henriques & José Carlos Costa 2005. Sintra Vegetation and Landscape. *Quercetea* 8:44-65.
- Moreira M.E. 1986. Man-made disturbances of the Portuguese Salt-marshes. *Thalassas* 4(1): 43-47
- Moreira M.E. 1986. Man-made disturbances of the Portuguese Salt-marshes. *Thalassas* 4(1): 43-47
- Moreira M.E. 1992. Recent Salt Marsh Changes and Sedimentation Rates in the Sado Estuary. *J Coastal Res* 8(3):631-640
- Moreira M.E. 1992. Recent Salt Marsh Changes and Sedimentation Rates in the Sado Estuary. *J Coastal Res* 8(3):631-640

- Moreira, M.E. 1987. Estudo Fitogeográfico do Ecossistema de Sapal do Estuário do Sado. *Finisterra*, XXII (44): 247-296.
- Neto, C. 1997. A flora e a vegetação dos meios palustres do Superdistrito Sadense. Lisboa, Centro de Estudos Geográficos.
- Neto, C. 2002. A Flora e a Vegetação do superdistrito Sadense (Portugal). *Guineana* 8: 1-269.
- Neto, C., Capelo, J., Costa, J.C. & Lousã, M. 1996. Sintaxonomia das Comunidades de turfeira do Superdistrito Sadense. *Silva Lusit.* 4: 257-258.
- Neto, C., Capelo, J., Sérgio C. & Costa J. C. 2007. The Adiantetea class on the cliffs of SW Portugal and of the Azores. *Phytocoenologia* 37(2): 221-237.
- Neto, C., Cardigos, P., Oliveira, S. & Zêzere, J.L. 2017. Floristic and vegetation successional processes within landslides in a Mediterranean environment. *STOTEN*, 574 (1), 969–981.
- Neto, C., Costa, J.C., Capelo, J., Gaspar, N., Monteiro-Henriques, Tiago. 2007. Os Sobreirais Da Bacia Ceno-Antropozóica Do Tejo (Província Lusitano-Andaluza Litoral), Portugal. *Acta Botanica Malacitana* 32: 1-7.
- Neto, C., Costa, J.C., Honrado, J. & Capelo, J. (2008). Phytosociological associations and Natura 2000 habitats of portuguese coastal dunes. *Fitosociologia*, 44(2) suppl.1, 29-35.
- Neto, C., Fonseca, J.P., Costa, J.C. & Bioret F. (2015). Ecology and phytosociology of endangered psammophytic species of the Omphalodes genus in Western Europe. *Acta Botanica Gallica*, 162, (1). DOI:10.1080/12538078.2014.981290.
- Neto, C., Moreira, M. E. & Caraça, R. M. 2005. Landscape Ecology of the Sado River Estuary (Portugal). *Quercetea* 7: 43-64.
- Neto, C., Moreira, M.E. & Caraça, R. 2005. Landscape Ecology of the Sado River Estuary (Portugal). (Dunes, Fresh and Salt marshes). *Quercetea* 8:28-43.
- Panagos P., Van Liedekerke M., Jones A., Montanarella L. (2012) - European Soil Data Centre: Response to European policy support and public data requirements. *Land Use Policy*, 29 (2): 329-338.
- Panagos, P., Ballabio, C., Borrelli, P., Meusburger, K., Klik, A., Rousseva, S., Tadic, M.P., Michaelides, S., Hrabalíková, M., Olsen, P., Aalto, J., Lakatos, M., Rymaszewicz, A., Dumitrescu, A., Begueria, S., Alewell, C. (2015) - Rainfall erosivity in Europe. *science of the Total Environment* 511: 801-814.
- Panagos, P., Ballabio, C., Meusburger, K., Spinoni, J., Alewell, C., Borrelli, P. (2017) - Towards estimates of future rainfall erosivity in Europe based on REDES and WorldClim datasets. *Journal of Hydrology*, 548: 251-262.
- Penacho, N.; Marques, F.; Queiroz, S.; Gouveia, L.; Matildes, R.; Redweik, P.; Garzón, V. (2013a) - Inventário de instabilidades nas arribas obtido por fotointerpretação, Entregável 1.2.2.1.a, Estudo do litoral na área de intervenção da APA, I.P. /ARH do Tejo, Agência Portuguesa do Ambiente.
- Penacho, N.; Marques, F.; Queiroz, S.; Gouveia, L.; Matildes, R.; Redweik, P.; Garzón, V. (2013b) - Determinação e cartografia da perigosidade associada à ocorrência de fenómenos de instabilidade em arribas à escala regional, Entregável 1.3.1.a, Estudo do litoral na área de intervenção da APA, I.P. /ARH do Tejo, Agência Portuguesa do Ambiente.
- Pinto, C. A., Silveira, T., Taborda, R., Andrade, C & Freitas, M.C. (2012). Morfodinâmica e evolução recente de praias alimentadas artificialmente. O exemplo da Costa da Caparica – Portugal. Atas do VII Simpósio da Margem Ibérica Atlântica. p36. 16-20 dezembro. FCUL. Lisboa.
- Pinto, C.A. (2013) – Síntese preliminar e atualização dos resultados de monitorização das alimentações artificiais de praia na Costa da Caparica – Morfodinâmica e evolução recente (2007-2013). Relatório Técnico DLPC 1/2013. Departamento do Litoral e Proteção Costeira. Agência Portuguesa do Ambiente. 33p.

- Portela-Pereira e 2013. *Análise geobotânica dos bosques e galerias ripícolas da bacia hidrográfica do Tejo em Portugal*. Dissertação de doutoramento, instituto de geografia e Ordenamento do território, Universidade de Lisboa.
- Portela-Pereira e 2013. *Análise geobotânica dos bosques e galerias ripícolas da bacia hidrográfica do Tejo em Portugal*. Dissertação de doutoramento, instituto de geografia e Ordenamento do território, Universidade de Lisboa.
- Psuty N, Moreira MESA (2000) Holocene Sedimentation and Sea Level Rise in the Sado Estuary, Portugal. *J Coastal Res* 16(1):125-138
- Rooth, J.E., Stevenson, J.C., Cornwell, J.C. 2003. Increased sediment accretion rates following evasion by *Phragmites australis*: The role of litter. *Estuaries* 26(2B):475-483
- Santoro, F. et al. (Eds). 2017. *Ocean Literacy for All - A toolkit*, IOC/UNESCO & UNESCO Venice Office, Paris [IOC Manuals and Guides, 80]. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002607/260721E.pdf> accessed January, 2018
- Schile LM, Callaway JC, Morris JT, Stralberg D, Parker VT (2014) Modeling Tidal Marsh Distribution with Sea-Level Rise: Evaluating the Role of Vegetation, Sediment, and Upland Habitat in Marsh Resiliency. *PLoS One* 9(2):e88760. doi:10.1371/journal.pone.0088760
- Séneca, A., C. Sérgio, P. Queiróz & J. Mateus 1992. *Sphagnum auriculatum* Schimp. in Portugal with late Quaternary occurrences. *Osiris* 7:11-20. SÉRGIO C., C. GARCIA & C. NETO -2006- New interesting mosses occurring on moist calcareous cliffs in West Coast of Portugal. *Silva Lusit.* 14(2): 265–279.
- Silva, A.N.; Taborda, R; Lira, C.; Andrade, C.; Silveira, T,M.; Freitas, M.C. (2013) - Determinação e cartografia da perigosidade associada à erosão de praias e ao galgamento oceânico. Criação e Implementação de um Sistema de Monitorização do Litoral abrangido pela área de Jurisdição da ARH do Tejo. FCUL, APA, Lisboa.
- Silva, L. (2014). *Avaliação do desempenho das políticas de defesa costeira: obras de defesa costeira de 1995 a 2014. Contributo para o Sistema de Administração do Recurso Litoral (SIARL)*. Caparica. Outubro de 2014. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, Perfil de Engenharia de Sistemas Ambientais. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- SPANGENBERG, J. (2011). Sustainability science: A review, an analysis and some empirical lessons. *Environmental Conservation*, 38(3), 275-287. doi:10.1017/S0376892911000270
- Veloso-Gomes, F., Costa, J., Rodrigues, A., Taveira-Pinto, F., Pais-Barbosa, J. & Neves, L. (2009) – Costa da Caparica Artificial Sand Nourishment and Costal Dynamics. *Journal of Coastal Research*. SI 56. 678-682. Lisbon. Portugal.
- Vila-Viçosa C 2012. *Os Carvalhais Marcescentes do Centro e Sul de Portugal*. Dissertação de mestrado, Universidade de Évora: 266.
- Zêzere, J.L. (2002) - Landslide susceptibility assessment considering landslide typology. A case study in the area north of Lisbon (Portugal). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, vol. 2, 1/2: 73-82.



adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Ficha Técnica

Ficha Técnica - Equipa PMAAC-AML

Equipa Técnica da AML

Isabel Pina
José Correia
Luís Costa

Coordenação Geral

Sérgio Barroso (CEDRU)

Coordenação Executiva

António Lopes (IGOT)
Heitor Gomes (CEDRU)
João Telha (CEDRU)
João Tiago Carapau (WE Consultants)

Clima e Cénarização Climática

António Lopes (IGOT), Ezequiel Correia (IGOT) e Marcelo Fragoso (IGOT)

Capacitação Técnica, Sensibilização e Comunicação Institucional

Ana Bonifácio (WE Consultants), Cláudia Carmo (WE Consultants), Frederico Metelo (WE Consultants), João Tiago Carapau (WE Consultants)

Domínios Transversais – Avaliação Institucional e Perceção do Risco

Gonçalo Caetano (CEDRU) e Inês Andrade (CEDRU)

Domínios Transversais – Avaliação Sócioeconómica

Carla Figueiredo (CEDRU) e Luís Carvalho (CEDRU)

Sistema de Informação

António Marques (ESRI), António Sérgio (ESRI), Fernando Matos (ESRI), Jorge Rocha (IGOT), Paulo Morgado (IGOT), Tânia Delgado (ESRI) e Vítor Rodrigues (ESRI)

Especialistas Sectoriais

Agricultura e Florestas: Carolina Ribeiro (WE Consultants), Frederico Metelo (WE Consultants), João Tiago Carapau (WE Consultants)

Biodiversidade e Paisagem: Carlos Neto (IGOT)

Economia: Heitor Gomes (CEDRU)

Energia e Segurança Energética: Armando Pinto (LNEC), Fernando Marques da Silva (LNEC) e Paulo Machado (LNEC)

Ordenamento do Território: Sérgio Barroso (CEDRU) e Sónia Vieira (CEDRU)

Recursos Hídricos: Elsa Alves (LNEC), Fernanda Rocha (LNEC) e Rui Rodrigues (LNEC)

Saúde Humana: João Vasconcelos (IGOT)

Segurança de Pessoas e Bens/Riscos Naturais: José Luís Zêzere (IGOT), Ricardo Garcia (IGOT) e Sandra Oliveira (IGOT)

Transportes e Comunicações: Alexandra Rodrigues (TIS)

Zonas Costeiras e Mar: José Carlos Ferreira (FCT-UNL)

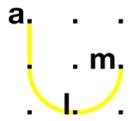
Steering Committee

Clima Urbano: Maria João Alcoforado (IGOT)

Energia e Mobilidade: Jorge Saraiva (LNEC) e Faustino Gomes (TIS)

Ordenamento do Território e Cidades: Jorge Gaspar (CEDRU) e José Manuel Simões (CEDRU)

Serviços dos Ecossistemas: Fátima Alves (UA) e Luís Paulo Ribeiro (ISA)



adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Relatório produzido pelo:



CEDRU – Centro de Estudos de Desenvolvimento Regional e Urbano, Lda.

com a assistência técnica de:



ESRI - Environmental Systems Research Institute



IGOT - Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da
Universidade de Lisboa



WE CONSULTANTS
(MEGALOCI – Plataforma Empresarial e Território)



TIS – Transportes, Inovação e Sistemas



Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo de Coesão

Contrato n.º 08/2017

Título do contrato:

Elaboração do Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas da Área Metropolitana de Lisboa

Adjudicatário:

Consórcio CEDRU / WE CONSULTANTS / IGOT / TIS / ESRI

Fase:

Fase 2. Avaliação de impactes e de vulnerabilidades

Documento:

Volume II . Avaliação de impactes e de vulnerabilidades

Designação do arquivo:

PMAAC_AML_P052_rev03_Avaliacao_Impactes_Vulnerabilidades_jul2019.pdf