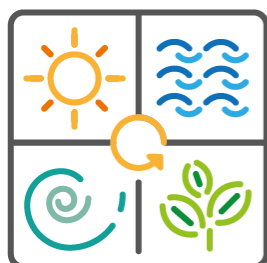




Abreu:
advogados

Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas






PIAAC-AT

Plano Intermunicipal de Adaptação
às Alterações Climáticas
do Alto Tâmega






UNIÃO EUROPEIA
Fundo de Coesão




	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Índice




Lista de Tabelas.....	6
Lista de Figuras	9
1. Introdução.....	14
1.1 Contextualização estratégica.....	14
1.2 Estrutura do Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega (PIAAC-AT)	21
1.3 Objetivos do PIAAC-AT	22
2. Metodologia	24
2.1 Identificação das vulnerabilidades atuais.....	24
2.1.1 Elaboração do Perfil de Impactos Climáticos Locais (PIC-L).....	25
2.1.2 Análise da capacidade atual da CIM-AT	25
2.1.3 Identificação dos limiares críticos.....	26
2.1.4 Limitações.....	26
2.2 Identificação das vulnerabilidades futuras	27
2.2.1 Projeções climáticas	27
2.2.1.1 Modelos de Circulação Geral (MCG) e os Modelos Climáticos Regionais (MCR)	28
2.2.1.2 Cenários	29
2.2.1.3 Ajustamento Quantil-Quantil (Q-Q)	30
2.2.1.4 Limitações	33
3. Vulnerabilidades Atuais.....	35
3.1 Análise e identificação das principais ocorrências	36
4. Vulnerabilidades Futuras.....	38
4.1 Clima atual - análise regional.....	38
4.2 Clima atual - análise local.....	40

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	




4.2.1	Climogramas	40
4.2.2	Regimes médios anuais	41
4.2.2.1	Boticas	43
4.2.3	Regimes sazonais	45
3.2.4	Índices climáticos	52
4.3	Clima futuro	54
4.3.1	Clima futuro – análise regional	54
4.3.2	Clima futuro – análise local	60
4.3.2.1	Climogramas	61
4.3.2.2	Regimes médios anuais	62
4.3.2.3	Regimes sazonais	65
4.3.2.3.1	Inverno (dezembro a fevereiro)	66
4.3.2.3.2	Primavera (março a maio)	69
4.3.2.3.3	Verão (junho a agosto)	72
4.3.2.3.4	Outono (setembro a novembro)	75
4.3.2.4	Índices climáticos	77
4.3.2.5	Principais conclusões	82
5.	Vulnerabilidades futuras	84
5.1	Riscos Naturais e Tecnológicos e Segurança de Pessoas e Bens	84
5.1.1	Avaliação dos impactes e vulnerabilidades futuras	84
5.1.2	Avaliação do risco climático setorial	95
5.1.3	Priorização dos riscos climáticos	99
5.1.4	Principais conclusões	101
5.2	Ordenamento de território, cidade e vulnerabilidades urbanas	105
5.2.1	Avaliação dos impactes e vulnerabilidades futuras	105
5.2.2	Avaliação do risco climático setorial	113

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	




5.2.3	Priorização dos riscos climáticos.....	115
5.2.4	Principais conclusões.....	116
5.3	Agricultura	119
5.3.1	Sistemas agrícolas.....	119
5.3.1.1	Avaliação dos impactes e vulnerabilidades futuras.....	119
5.3.1.1.1	Índices bioclimáticos	119
5.3.1.1.2	Avaliações qualitativas	121
5.3.1.1.3	Desafios abióticos	123
5.3.1.1.4	Desafios bióticos	129
5.3.1.1.5	Desafios antropogénicos.....	134
5.3.1.1.6	Síntese dos impactes e vulnerabilidades futuras.....	134
5.3.1.2	Avaliação do risco climático setorial	139
5.3.2	Sistemas pecuários.....	141
5.3.2.1	Avaliação dos impactes e vulnerabilidades futuras.....	142
5.3.2.1.1	Desafios abióticos	142
5.3.2.1.2	Desafios bióticos	143
5.3.2.1.3	Desafios antropogénicos.....	145
5.3.2.1.4	Síntese dos impactes e vulnerabilidades futuras.....	145
5.3.2.2	Avaliação do risco climático setorial	149
5.3.2.3	Priorização dos riscos climáticos	150
5.4	Biodiversidade	151
5.4.1	Avaliação dos impactes e vulnerabilidades futuras	153
5.4.1.1	Desafios abióticos e bióticos.....	154
5.4.1.2	Desafios antropogénicos	159
5.4.1.3	Síntese dos impactes e vulnerabilidades futuras	159
5.4.2.	Avaliação do risco climático setorial	163

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.4.3	Priorização dos riscos climáticos.....	164
5.5	Florestas.....	166
5.5.1	Avaliação dos impactes e vulnerabilidades futuras	166
5.5.1.1	Ciclos climáticos e espécies florestais	168
5.5.1.2	Variabilidade genética das populações regionais de espécies florestais.....	170
5.5.1.3	Risco de ocorrência de incêndios rurais/florestais	171
5.5.1.4	Suscetibilidade a pragas e doenças	173
5.5.1.5	Proliferação de plantas lenhosas infestantes	175
5.5.1.6	Gestão futura do território	176
5.5.1.7	Síntese dos impactes	177
5.5.2	Avaliação do risco climático setorial	183
5.5.3	Priorização dos impactes e vulnerabilidades futuras	184
5.5.4	Considerações Finais.....	185
5.6	Recursos Hídricos	186
5.6.1	Avaliação dos impactes e vulnerabilidades futuras	186
5.6.1.1	Recursos hídricos superficiais	186
5.6.1.1.1	Aspetos quantitativos relacionados com escassez hídrica	186
5.6.1.1.2	Aspetos quantitativos relacionados com excesso de água.....	187
5.6.1.1.3	Qualidade das águas superficiais, relacionado com escassez hídrica..	187
5.6.1.1.4	Qualidade das águas superficiais, relacionado com excesso de água .	188
5.6.1.2	Recursos hídricos subterrâneos	188
5.6.1.2.1	Aspetos quantitativos relacionados com escassez hídrica	188
5.6.1.2.2	Aspetos quantitativos relacionados com excesso de água.....	189
5.6.1.2.3	Qualidade das águas subterrâneas, relacionados com escassez hídrica	190

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.6.1.2.4	Qualidade das águas subterrâneas, relacionados com excesso de água	190
5.6.1.2.5	Qualidade das águas subterrâneas, relacionados com o aumento da temperatura média.....	190
5.6.1.3	Síntese dos impactes e vulnerabilidades futuras	191
5.6.2	Avaliação do risco climático setorial	197
5.6.3	Priorização dos riscos climáticos.....	198
5.6.4	Principais conclusões.....	198
5.7	Socioeconomia	200
5.7.1	Avaliação dos impactes e vulnerabilidades futuras	200
5.7.2	Avaliação do risco climático setorial	202
5.7.2.1	Setor primário	202
5.7.2.2	Setor secundário	206
5.7.2.3	Setor terciário	209
5.7.3	Principais conclusões.....	212

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Lista de Tabelas

Tabela 1- Estrutura resumida de trabalhos e documentos principais a entregar	22
Tabela 2- Tipo de ocorrências analisadas de acordo com os dados do CDOS	35
Tabela 3- Tipo de ocorrência identificados no Município de Boticas	36
Tabela 4- Probabilidade de ocorrência de um determinado resultado.....	41
Tabela 5- Valor médio anual, taxa de variação por década e probabilidade de ocorrência, em Boticas	44
Tabela 6- Taxa média de mudança por década e probabilidade de ocorrência em cada estação do ano, para cada uma das variáveis: temperatura máxima, média e mínima, precipitação média e média da velocidade máxima do vento.....	50
Tabela 7- Número médio anual de dias de índices climáticos, para Boticas, no período 1989-2018.....	53
Tabela 8- Regimes médios anuais projetados e variações para os períodos indicados, obtidos a partir das séries diárias regionalizadas, em Boticas.....	64
Tabela 9- Regimes médios de Inverno e variações projetadas, para os períodos indicados, obtidos a partir das séries diárias regionalizadas, em Boticas.....	67
Tabela 10- Regimes médios de Primavera e variações projetadas, para os períodos indicados, obtidos a partir das séries diárias regionalizadas, em Boticas.....	70
Tabela 31- Regimes médios de Verão e variações projetadas, para os períodos indicados, obtidos a partir das séries diárias regionalizadas, em Boticas.....	73
Tabela 12- Regimes médios de Outono e variações projetadas, para os períodos indicados, obtidos a partir das séries diárias regionalizadas, em Boticas.....	76
Tabela 13- Dias médios dos índices climáticos e variações projetadas para os períodos indicados, obtidos a partir da série diária regionalizada, em Boticas.....	80
Tabela 14- Síntese dos principais impactes futuros-Segurança de Pessoas e Bens.....	88
Tabela 15- Avaliação do risco climático- Segurança de Pessoas e Bens.....	97




	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tabela 16- Ficha síntese do município de Boticas	103
Tabela 17- Síntese dos principais impactes futuros - Ordenamento De Território, Cidades e Vulnerabilidades Urbanas	107
Tabela 18- Avaliação do risco climático – Ordenamento De Território, Cidades e Vulnerabilidades Urbanas	113
Tabela 19- Missões de colheita de germoplasma vegetal efetuadas pelo Banco Português de Germoplasma Vegetal (BPGV) entre 1970 e 2010 nos municípios integrantes da CIM-AT. Dados gentilmente cedidos pelo Banco Português de Germoplasma Vegetal em junho de 2020.....	122
Tabela 20- Número de horas de frio (< 7,2°C) para quebrar a dormência em árvores de fruto relevantes na região da CIM-AT (valores indicativos para regiões de climas temperados. A necessidade em horas de frio depende de variedade para variedade).	128
Tabela 21- Agentes bióticos nocivos implantados na região da CIM-AT.....	131
Tabela 22- Síntese dos principais impactes futuros dos sistemas agrícolas	135
Tabela 23- Avaliação de Riscos associados às projeções climáticas – Produção Agrícola.	139
Tabela 24- Doenças e pragas de declaração obrigatória em Portugal (DGAV, 2019 e DGAV, 2016)	144
Tabela 25- Síntese dos principais impactes futuros no sistema pecuário.....	146
Tabela 26- Avaliação de Riscos associados às projeções climáticas – Produção Pecuária.	149
Tabela 27- Síntese dos principais impactes futuros na Biodiversidade	160
Tabela 28- Avaliação de Riscos associados às projeções climáticas – Biodiversidade.....	163
Tabela 29- Síntese dos principais resultados da análise climática, a médio e longo prazo, nos municípios do Alto Tâmega.....	167







	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tabela 30- Evolução do Índice de Termicidade (IT) e respetivos pisos bioclimáticos, na região do Alto Tâmega, para o cenário climático RCP 4.5 (Portal do Clima, n.d.).....	169
Tabela 31- Distribuição dos municípios do Alto Tâmega por regime simplificado de fogo (ICNF 2018a;b).....	173
Tabela 32- Síntese dos principais impactes climáticos futuros nas florestas da região do Alto Tâmega.....	178
Tabela 33- Avaliação do risco climático futuro nas florestas da região do Alto Tâmega....	183
Tabela 34- Síntese dos principais impactes futuros	192
Tabela 35- Avaliação de Riscos associados às projeções climáticas.....	197
Tabela 36 - Síntese dos principais impactes futuros no setor primário	204
Tabela 37- Síntese dos principais impactes futuros no setor secundário	207
Tabela 38- Síntese dos principais impactes futuros no setor terciário	210

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Lista de Figuras

Figura 1- Incidência territorial dos principais perigos na Região Norte (PNPOT 2006).....	16
Figura 2- Mudanças críticas, segundo o PNPOT 2019 (DGT, 2019).....	17
Figura 3- Integração de Políticas de Ordenamento do Território e Proteção Civil	18
Figura 4- Concelhos que integram a Comunidade Intermunicipal do Alto Tâmega.	21
Figura 5 - Esquema ilustrativo e sequencial das etapas realizadas.....	24
Figura 6- Concentrações de gases de efeito estufa para quatro vias de emissão diferentes.	30
Figura 7- Aplicação do ajustamento quantil-quantil: função de distribuição cumulativa (FDC) das temperaturas a) mínima e b) máxima, c) precipitação e d) velocidade do vento.....	32
Figura 8- Mapas dos valores médios de temperatura máxima (canto superior esquerdo), máxima (canto superior direito) e mínima (centro esquerdo), de precipitação anual (centro direito) e velocidade máxima do vento (inferior), no período histórico de 1989-2018.	38
Figura 9- Climograma de Boticas que apresenta a temperatura média mensal e a precipitação média mensal, no período histórico 1989-2018.....	40
Figura 10- Tendências anuais observadas (m) e a sua probabilidade de ocorrência (média) para as variáveis: temperatura mínima média e máxima, precipitação anual e ventos médios máximos, durante o período 1989-2018, em Boticas.	43
Figura 11- Tendências observadas para a variável temperatura máxima, em cada estação do ano, no período 1989-2018, para Boticas.	45
Figura 12- Tendências observadas para a variável temperatura média, em cada estação do ano, no período 1989-2018, para Boticas.	46
Figura 13- Tendências observadas para a variável temperatura mínima, em cada estação do ano, no período 1989-2018, para Boticas.	47



	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Figura 14- Tendências observadas para a variável precipitação, em cada estação do ano, no período 1989-2018, para Boticas.	48
Figura 15- Tendências observadas para a variável média da velocidade máxima do vento, em cada estação do ano, no período 1989-2018, para Boticas.	49
Figura 16- Temperatura média durante o período histórico (1989-2018) e projeção climática da temperatura média nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).	55
Figura 17- Temperatura máxima durante o período histórico (1989-2018) e projeção climática da temperatura média máxima nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).	56
Figura 18- Temperatura mínima durante o período histórico (1989-2018) e projeção climática da temperatura média mínima nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).	57
Figura 19- Precipitação média anual durante o período histórico (1989-2018) e projeção climática da precipitação média anual nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).	58
Figura 20- Média da velocidade máxima do vento durante o período histórico (1989-2018) e projeção climática do média da velocidade máxima do vento nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).	59
Figura 21- Climograma de Boticas, apresentando a temperatura média mensal e a precipitação mensal durante o período histórico (1989-2018) e nos cenários RCP 4.5 (azul claro e laranja) e RCP 8.5 (azul e vermelho), nos períodos de médio prazo (2040-2069) e de longo prazo (2070-2099).	61
Figura 22- Regimes médios anuais para as temperaturas máxima, média e mínima de Boticas, para o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099). .	62



	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Figura 23- Regimes médios anuais para a precipitação média, para o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099). 63

Figura 24- Regimes médios anuais para a velocidade média do vento máximo, para o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099). 64

Figura 25- Regimes médios de Inverno para as temperaturas máxima, média e mínima de Boticas, , durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099). 66

Figura 26- Regimes médios de Inverno para a precipitação, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099). 66

Figura 27- Regimes médios de Inverno para a média da velocidade máxima do vento , durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099). 67

Figura 28- Regimes médios de Primavera para as temperaturas máxima, média e mínima de Boticas, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099). .. 69

Figura 29- Regimes médios de Primavera para a precipitação, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099). 69

Figura 30- Regimes médios de Primavera para a média da velocidade máxima do vento , durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099). 70



	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Figura 31- Regimes médios de Verão para as temperaturas máxima, média e mínima de Boticas, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099) .. 72

Figura 32- Regimes médios de Verão para a precipitação, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099)..... 72

Figura 33- Regimes médios de Verão para a velocidade média do vento máximo, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099). 73

Figura 34- Regimes médios de Outono para as temperaturas máxima, média e mínima de Boticas, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099). .. 75

Figura 35- Regimes médios de Outono para a precipitação, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099)..... 75

Figura 36- Regimes médios de Outono para a velocidade média do vento máximo, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099) 76

Figura 37- Dias de geada, noites tropicais e dias de Verão com $T \geq 35^{\circ}\text{C}$, para o município de Boticas, durante o período histórico (1989-2018) e a projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099) 77

Figura 38- Dias de Verão $T \geq 25^{\circ}\text{C}$ para o município de Botica, durante o período histórico (1989-2018) e a projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099)..... 78







	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Figura 39- Ondas de calor >90 th percentil, para o município de Boticas, durante o período histórico (1989-2018) e projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).....	78
Figura 40- Dias de precipitação >1mm, durante o período histórico (1989-2018) e projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).....	79
Figura 41- Dias de vento >30Km/h, durante o período histórico (1989-2018) e projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).....	80
Figura 42- Matriz de risco para o setor Segurança de Pessoas e Bens	99
Figura 43- Matriz de Risco - Ordenamento De Território, Cidades e Vulnerabilidades Urbanas.	115
Figura 44- Precipitação ($\Delta\%$) projetada para os municípios da CIM-AT. A variação reporta ao histórico para cada município (1989-2018). Elaborado a partir dos dados presentes na secção 3.....	124
Figura 45- Matriz de Risco para a atividade agrícola.....	140
Figura 46- Matriz de risco para a atividade pecuária	150
Figura 47- Matriz de risco – Biodiversidade.	164
Figura 48- Matriz de risco - Florestas.....	184
Figura 49- Matriz de risco – Recursos Hídricos.....	198

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

1. Introdução



O Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega (PIAAC-AT), promovido pela Comunidade Intermunicipal do Alto Tâmega (CIM-AT) e realizado numa parceria entre a Ecovisão e Abreu Advogados, visa fomentar a incorporação da adaptação às alterações climáticas no planeamento municipal e intermunicipal e, assim, fomentar uma cultura de adaptação transversal aos vários setores e atores, fortalecendo a resiliência territorial, e dotando-os dos instrumentos necessários para enfrentar os desafios correntes e futuros inerentes às mudanças em curso no clima.

A União Europeia (UE) tem vindo a promover a adaptação às alterações climáticas (AC), visando, não só criar condições para as comunidades lidarem com o tendencial agravamento dos riscos climáticos, mas também preparar as comunidades locais e regionais para as futuras ameaças e oportunidades, em particular nos territórios cujas economias dependem de setores sensíveis ao clima, como a agricultura, as florestas, o solo ou a água. O PIAAC-AT visa ser, assim, um instrumento fundamental para preparar a comunidade do Alto Tâmega para o percurso adaptativo que é necessário desencadear, começando por identificar a variabilidade e vulnerabilidade climáticas de curto prazo, antecipando e preparando-se para os eventos extremos que já afetam esta região com consequências graves, como se verificou entre novembro de 2009 e fevereiro de 2010, na cidade de Chaves, em que o rio Tâmega galgou as margens diversas vezes, episódio que se repetiu em finais de dezembro de 2019, tendo o leito do rio Tâmega subido mais de 3 metros acima do leito normal em Chaves. O passo seguinte, será promover a adaptação necessária com vista a reduzir a vulnerabilidade às mudanças climáticas a médio e longo prazo.

Por outro lado, o PIAAC-AT será, também, um instrumento precioso para integrar a Estratégia Europeia e a Estratégia Nacional de adaptação às AC, estabelecendo as condições para a sua operacionalização à escala sub-regional e definindo uma abordagem estratégica comum que fomente sinergias no estudo das vulnerabilidades e estabelecimento de opções de adaptação e mitigação.

1.1 Contextualização estratégica

As alterações climáticas constituem uma das maiores ameaças ambientais, com consequências profundas e transversais no mundo contemporâneo.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Portugal encontra-se entre os países europeus com maior vulnerabilidade relativamente aos impactes das alterações climáticas nas pessoas, na sociedade, na economia e nos ecossistemas¹.

A problemática das alterações climáticas é, normalmente, vista sobre duas perspetivas de atuação: a mitigação e a adaptação. A mitigação visa, na sua essência, atuar nos processos indutores das AC, como por exemplo a redução da emissão de gases de efeito estufa (GEE). Por seu lado, a adaptação é o conjunto de processos que procuram minimizar os efeitos negativos dos impactes das alterações climáticas nos sistemas biofísicos e socioeconómicos. O PIAAC-AT enquadra a sua estratégia na procura de respostas para a perspetiva de adaptação, procurando, simultaneamente, não descurar os princípios e objetivos de mitigação consagrados na União Europeia e adotados por Portugal.

Face a este contexto estratégico, nos últimos anos tem-se vindo a promover esforços com vista a reforçar as capacidades de adaptação do País a estas alterações.

O Quadro Legislativo Português consagra os riscos em diversos Instrumentos de Gestão Territorial (IGT). A Lei n.º 31/2014², de 30 de maio, que estabelece as bases da política de ordenamento do território e de urbanismo consagra que constitui finalidade desta política, acautelar a proteção civil da população, prevenindo os efeitos decorrentes de catástrofes naturais.

Por seu lado, a Lei n.º 27/2006, de 3 de julho, alterada pela Lei n.º 80/2015, de 3 de agosto, na sua redação atual, aprova a Lei de Bases da Proteção Civil, e enuncia que, entre os objetivos fundamentais da proteção civil encontram-se:

- i. prevenir os riscos coletivos e a ocorrência de acidente grave ou de catástrofe dele resultante; e
- ii. atenuar os riscos coletivos e limitar os seus efeitos.

A mudança de paradigma dá-se com a já remota aprovação do Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT), aprovado pela Lei n.º 58/2007, de 4 de setembro. Este Programa consagra o Ordenamento do Território como ferramenta de prevenção de Riscos.

¹ Por exemplo, *The Global Climate Risk Index 2020* (Germanwatch e. V., dezembro de 2019) analisa em que medida os países e regiões foram afetados e tiveram perdas por eventos relacionados com o clima (tempestades, inundações, ondas de calor etc.). Os dados mais recentes disponíveis - em 2018 e de 1999 a 2018 - foram levados em consideração. Este relatório posiciona Portugal em 19º lugar dos países mais afetados no período 1999 a 2018, a par da França 14 e Alemanha 17 (países europeus mais afetados). Em 2018 Portugal ocupou a 72ª posição do ranking, com a Alemanha a posicionar-se em 3º, sendo um dos países mais afetado por vagas de calor nesse ano. Disponível em <https://germanwatch.org/en/17307> (consulta a 13 de abril de 2020).

² Este diploma revogou a Lei n.º 48/98, de 11 de agosto, e posteriores alterações.

A inclusão do vetor dos riscos “... no modelo territorial do PNPOT significa, assim, que a gestão preventiva de riscos constitui uma prioridade de primeira linha da política de ordenamento do território (...) e um elemento obrigatório dos outros instrumentos de gestão territorial” (PNPOT 2006, p.140).

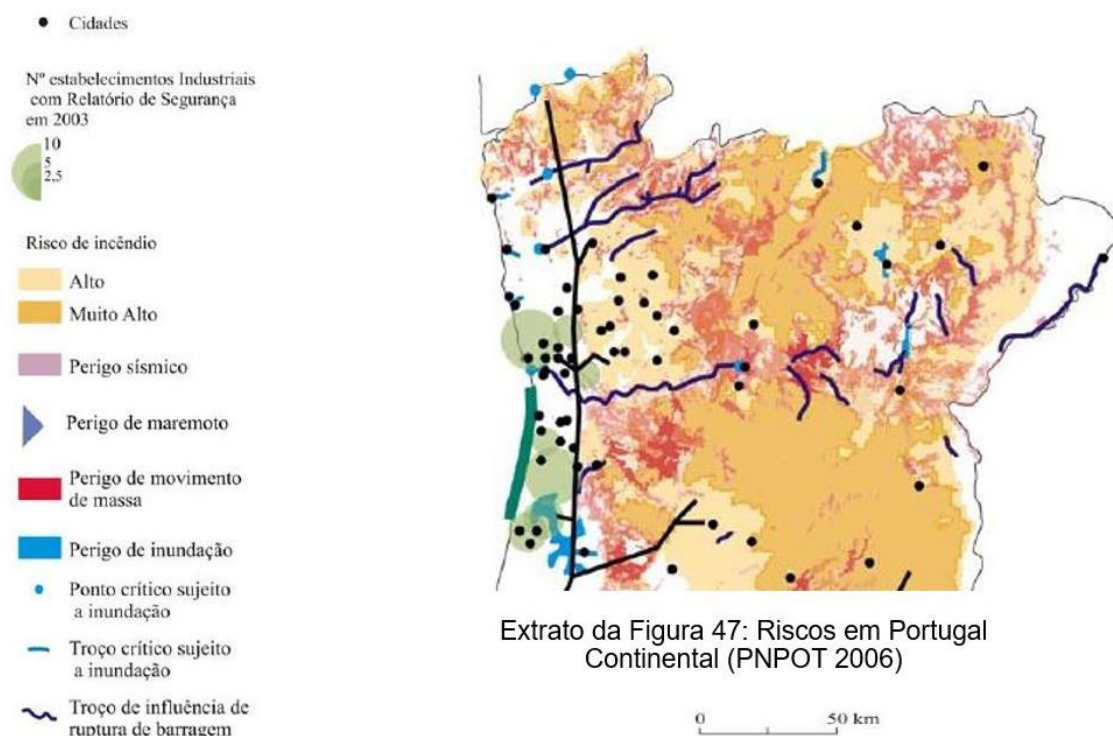


Figura 1- Incidência territorial dos principais perigos na Região Norte (PNPOT 2006)

Em 2016, a Resolução do Conselho de Ministros n.º 44/2016, de 23 de agosto, determinou a alteração do PNPOT 2006, tendo em particular consideração, entre outras, os objetivos de desenvolvimento sustentável, os compromissos do Acordo de Paris, em matéria de alterações climáticas, e os desígnios do Programa Nacional de Reformas.

A primeira revisão do Programa Nacional da Política do Ordenamento do Território (PNPOT) foi publicada na Lei n.º 99/2019 - Diário da República n.º 170/2019, Série I de 2019-09-05. Esta Lei revoga a Lei n.º 58/2007, de 4 de setembro.

O PNPOT 2019 introduz o conceito das Mudanças Críticas, com a identificação de três fatores críticos emergentes, identificação dos impactes institucionais, sociais e económicos mais significativos e sistematizadas as tendências territoriais que poderão ocorrer num cenário de inação da ação pública. Apesar da compartimentação, que a seguir se apresenta, verifica-se que, frequentemente, os vários fatores críticos interagem entre si, o

que poderá reforçar algumas tendências. Das mudanças críticas, assumem particular relevo, no âmbito do PIAAC-AT, as *Mudanças Ambientais e Climáticas* e as *Mudanças Sociodemográficas*, que serão transversais às restantes dimensões de mudança crítica identificadas no PNPOT 2019.

Das *Mudanças Ambientais e Climáticas*, destacam-se os fatores aumento da temperatura e alteração dos padrões de precipitação, cujos impactes serão mais prováveis de afetar a Região do Alto Tâmega, provocando a degradação e perda de recursos ambientais, atuando nos riscos e vulnerabilidades e induzindo alterações económicas e sociais.

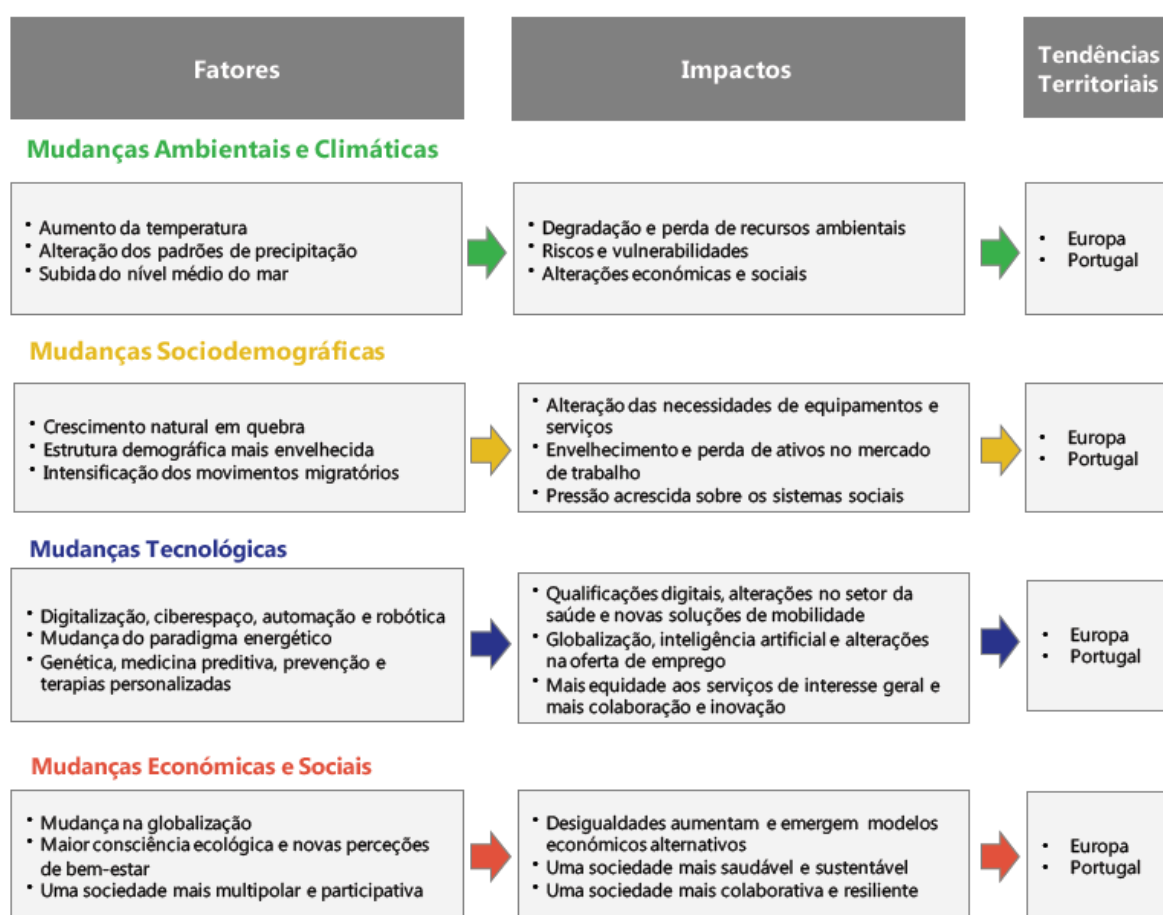


Figura 2- Mudanças críticas, segundo o PNPOT 2019 (DGT, 2019)

Em matéria de risco, e a respetiva representação cartográfica, deverá ser considerado um guia metodológico editado pela ANPC (2009), num trabalho conjunto desenvolvido pela Autoridade Nacional de Proteção Civil, pela Direção-Geral de Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano e pelo Instituto Geográfico Português, coadjuvados por uma equipa

de consultores especializados do meio académico, sendo considerado um valioso instrumento orientador do trabalho que as diferentes equipas técnicas têm que desenvolver no âmbito quer do planeamento de emergência quer do ordenamento e gestão do território³.

Para a formulação da integração dos diferentes tipos de riscos (naturais e tecnológicos) nos vários Instrumentos de Gestão Municipal (Planos Regionais, Planos Municipais e Planos Especiais) na vertente de Proteção Civil recorre-se à seguinte esquematização, com base em Zêzere, J.L. (RisKan, n.d).

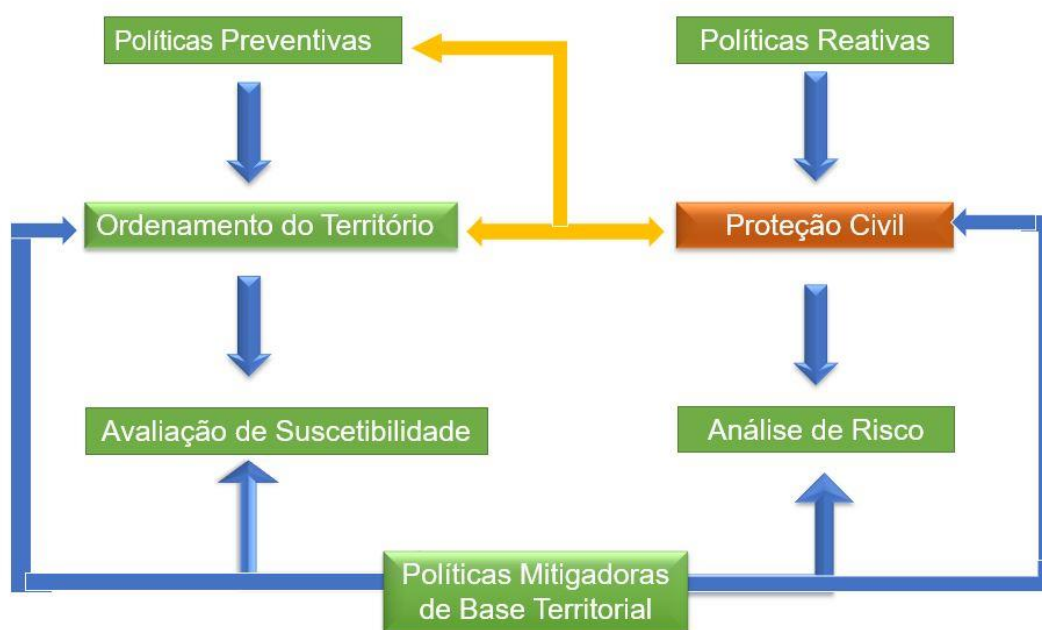


Figura 3- Integração de Políticas de Ordenamento do Território e Proteção Civil

O desenvolvimento das políticas nacionais de prevenção e gestão de riscos tem como principal referência a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAAC 2020)⁴ e o Programa de Ação para a Adaptação às Alterações Climáticas⁵.



Os impactes resultantes de eventos extremos como nevões, secas, cheias e inundações expressam a significativa vulnerabilidade e exposição de determinados ecossistemas e de sistemas humanos à variabilidade climática.

Estes eventos extremos têm impactes significativos sobre a população e sobre múltiplos setores económicos, que, para além dos efeitos adversos, resultam em perdas de

³ Equipa de autores: Julião, R.P.; Nery, F.; Ribeiro, J. L.; Castelo Branco, M.; Zêzere, J. L.

⁴ ENAAAC 2020, aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015, de 30 de julho

⁵ Programa de Ação para a Adaptação às Alterações Climáticas, aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 130/2019, de 2 de agosto

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

vidas e perdas económicas importantes em setores basilares, como agricultura, energia, saúde, entre outros.

Portugal e os restantes países da região Sul da Europa foram identificados como os países europeus com maior vulnerabilidade aos impactes das alterações climáticas, apontando-se potenciais perdas de 1,8% a 3% no PIB se não forem implementadas medidas de adaptação ou mitigação (PESETA II)⁶.

Neste sentido, e com o objetivo de combater as alterações climáticas, Portugal desenvolveu a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (EN AAC), cujo âmbito é tornar Portugal num “país adaptado aos efeitos das alterações climáticas, através da contínua implementação de soluções baseadas no conhecimento técnico-científico e em boas práticas” (APA, n.d.).

A EN AAC (adotada pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 24/2010), foi revista pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015 (EN AAC 2020), assumindo como visão contribuir para um país adaptado aos efeitos das alterações climáticas, através da contínua implementação de soluções baseadas no conhecimento técnico-científico e em boas práticas. Para alcançar a sua visão para Portugal, a EN AAC 2020 assume três objetivos principais:



- i. Melhorar o nível de conhecimento sobre as alterações climáticas;
- ii. Implementar medidas de adaptação; e
- iii. Promover a integração da adaptação em políticas sectoriais.

A EN AAC 2020 identifica como setores estratégicos, para os quais deverão ser desenvolvidas ações tendo em vista a sua adaptação aos efeitos das alterações climáticas, os seguintes, com relevância na CIM-AT:

- i. Riscos naturais e tecnológicos e Segurança de Pessoas;
- ii. Ordenamento do território, cidades e vulnerabilidades urbanas;
- iii. Agricultura (sistemas agrícolas e pecuários);
- iv. Biodiversidade;
- v. Florestas;
- vi. Recursos hídricos e
- vii. Socioeconomia (Transportes, Energia e indústria e Turismo).

A extensão da estratégia deve, contudo, ser desenvolvida e alargada por agentes locais, garantido uma maior intervenção local por partes dos municípios, refletindo, assim,

⁶ Climate Impacts in Europe. The JRC PESETA II Project. Disponível em: <https://ec.europa.eu/jrc/en/peseta/reports> (acesso a 8 de abril de 2020).

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

uma estratégia mais focada na realidade dos municípios, nas necessidades da população e interesses próprios. É nesse âmbito e com esse objetivo que se desenvolve o presente PIAAC-AT.

A Comunidade Intermunicipal do Alto do Tâmega, consciente dos desafios que a sua comunidade atravessará, decidiu promover no seu território intermunicipal ações que visam responder de forma coerente às múltiplas problemáticas relacionadas com as alterações climáticas, indo ao encontro da sua estratégia de desenvolvimento.

A Estratégia Integrada de Desenvolvimento Territorial da CIM-AT (dezembro de 2014), delineou uma visão para a região até 2020, a qual aponta para que “o Alto Tâmega será um território integrado, que conseguirá inverter as tendências demográficas atuais, através da promoção da coesão social e da dinamização da economia local, tendo por base o aproveitamento da localização de fronteira e a valorização dos recursos endógenos, especialmente a água”.

Assim, o objetivo do PIAAC-AT será analisar, desenvolver e implementar um conjunto coerente e flexível de opções de adaptação que permitam à comunidade intermunicipal uma melhor e mais eficaz capacitação para lidar com os potenciais impactes das alterações climáticas. Com este propósito, a Comunidade Intermunicipal do Alto do Tâmega (CIM-AT) pretende desenvolver, a nível intermunicipal, um Plano de Adaptação às Alterações Climáticas e, nos seus municípios⁷, Planos de Identificação de Vulnerabilidades e Riscos.

⁷ Boticas, Chaves, Montalegre, Ribeira da Pena, Valpaços e Vila Pouca de Aguiar

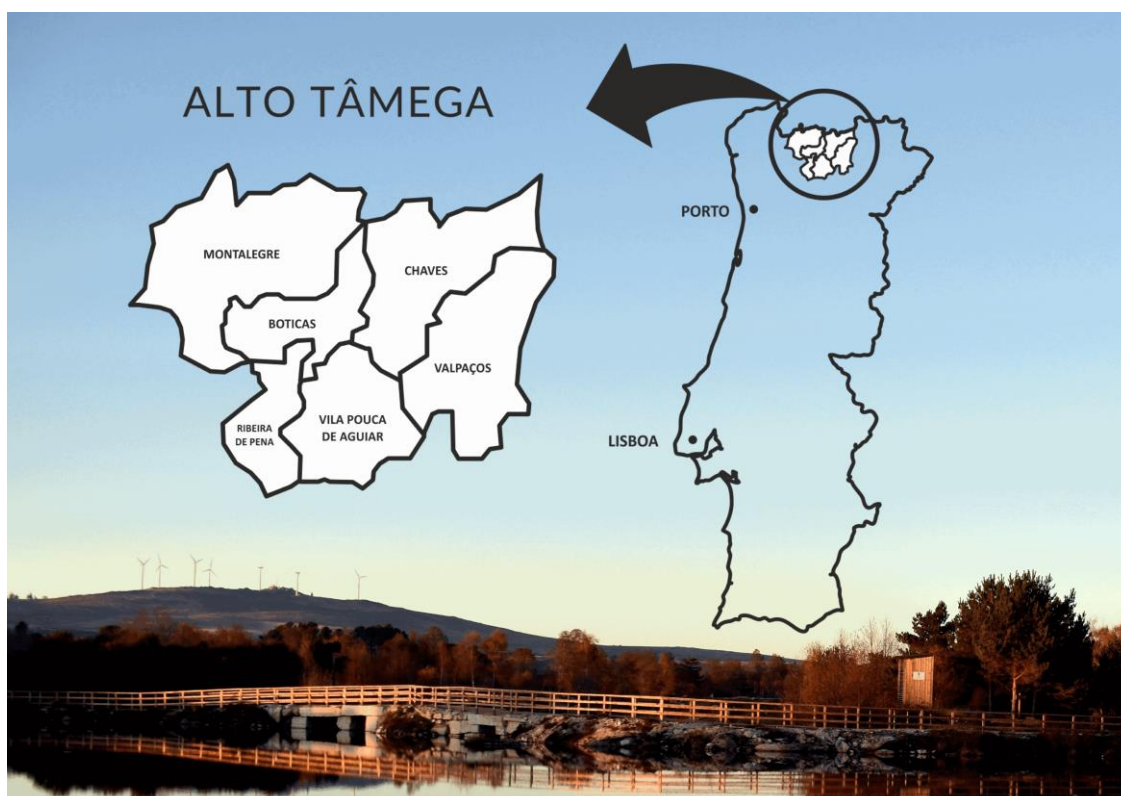


Figura 4- Concelhos que integram a Comunidade Intermunicipal do Alto Tâmega.

1.2 Estrutura do Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega (PIAAC-AT)

O Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega foi estruturado em seis momentos, designados por Fase 0, Fase 1, Fase 2, Fase 3, Fase 4 e Fase transversal.

A tabela apresentada abaixo indica a designação adotada para cada Fase e os documentos principais a desenvolver e apresentar. A descrição detalhada está presente no relatório zero, já apresentado.






	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tabela 1- Estrutura resumida de trabalhos e documentos principais a entregar

Fase	Descrição	Relatório
0	Preparação dos trabalhos	Relatório zero
1	Caracterização local do fenómeno "alterações climáticas" e diagnóstico identificando as vulnerabilidades atuais	Relatório de vulnerabilidades atuais
2	Identificação de vulnerabilidades climáticas futuras de acordo com os modelos de previsão e cenários elaborados	Relatório de vulnerabilidades Futuras
3	Caracterização das ações a implementar para colmatar as vulnerabilidades existentes e previstas face aos modelos desenvolvidos, estabelecendo os respetivos prazos e prioridades	-
4	Implementação, monitorização e revisão do PIAAC-AT	Relatório de adaptação às alterações climáticas
Transversal	Integração do PIAAC-AT nos instrumentos de planeamento de âmbito municipal (<i>mainstreaming</i>)	Relatório de integração das opções de adaptação nos instrumentos de gestão territorial de âmbito intermunicipal e municipal

1.3 Objetivos do PIAAC-AT

Com a elaboração do PIAAC-AT, a Comunidade Intermunicipal (CIM-AT) pretende visar todo o território do Alto Tâmega (NUT III) numa estratégia de mitigação e adaptação às alterações climáticas, facilitando a adaptação à escala municipal e gerando condições para o

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

estabelecimento de sinergias entre os vários municípios na implementação das respetivas abordagens adaptativas.




O relatório compila os resultados e evidências reunidas para o Município de Boticas, identificando-se um caminho adaptativo para a globalidade das áreas temáticas e setores estratégicos na região, nomeadamente os seguintes pontos:

- i. vulnerabilidades climáticas atuais;
- ii. vulnerabilidades climáticas futuras
- iii. um conjunto alargado de opções de adaptação; e
- iv. integração das opções de adaptação nos instrumentos de gestão territorial de âmbito intermunicipal e municipal.

Devido à amplitude territorial e constrangimentos diversos no decorrer do projeto, optou-se por uma análise intermunicipal, circunscrevendo-se municipalmente sempre que possível.

Esta realidade traduziu-se em limitações que se procurou ultrapassar através de projeções realizadas a nível municipal, mas analisadas e avaliadas de um ponto de vista intermunicipal. Isto reflete-se, por exemplo, nas figuras apresentadas as quais incidem sobre o município em questão, mas apresentam considerações intermunicipais justificadas também pelas correlações identificadas nos vários municípios. Assim, a opção aqui adotada evita a apresentação de informação gráfica de outros municípios, cingindo-se à apresentação dos dados relevantes para o município de Boticas, sem negligenciar a transversalidade de alguns aspetos climáticos.

Deste modo, o presente relatório, tendo subjacente o que anteriormente se afirmou, tem como principal âmbito a análise setorial dos vários riscos climáticos

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

2. Metodologia

2.1 Identificação das vulnerabilidades atuais

A metodologia aplicada seguiu as orientações dispostas no documento *Apoio à Decisão em Adaptação Municipal (ADAM)*, com especial atenção ao capítulo sobre “Avaliação de Vulnerabilidades Climáticas Atuais” (Dias et al., 2016), complementado pelas considerações técnico-científicas dos especialistas do grupo de trabalho.

O método de trabalho desenvolvido para definir as vulnerabilidades atuais considera cinco tarefas sequenciais, tendo como suporte a ferramenta *Perfil de Impactos Climáticos Locais (PIC-L)*.

O PIC-L funciona como um sistema de seriação, facilitando a sistematização da informação sobre as vulnerabilidades atuais, as ações realizadas para as mitigar ou, se possível eliminar, e, o registo de potenciais limiares críticos que tenham sido ultrapassados ao longo do tempo, até à atualidade.

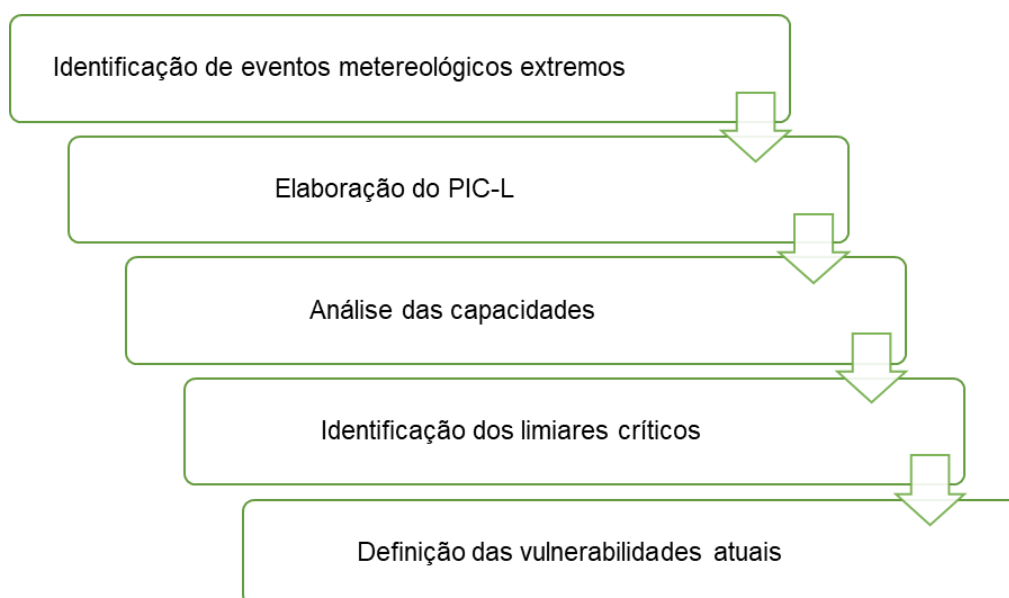




Figura 5 - Esquema ilustrativo e sequencial das etapas realizadas

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

2.1.1 Elaboração do Perfil de Impactos Climáticos Locais (PIC-L)

O primeiro passo na elaboração do PIC-L compreendeu a identificação dos eventos meteorológicos extremos do passado (precipitações extremas, dias muito quentes, secas, tempestades, incêndios, entre outros) e informação complementar como:



- i. Data e localização dessas ocorrências;
- ii. Os impactos resultantes desses eventos e os seus detalhes meteorológicos;
- iii. As respetivas consequências para o território municipal e outros detalhes relevantes, como, por exemplo, a existência de limiares críticos;
- iv. As respostas dadas a essas consequências e uma primeira avaliação da sua eficácia;
- v. Os responsáveis pelo planeamento da resposta e pela resposta a essas consequências;
- vi. Uma primeira avaliação do nível de importância dessas consequências (utilizando uma escala simples que varia entre 'baixo', 'moderado' e 'elevado'); e um conjunto de fontes de informação e referências úteis.

Os dados reunidos registaram eventos meteorológicos num espaço temporal de 15 (quinze) anos. Este intervalo de tempo é fundamental para adquirir dados mais rigorosos. Isto justifica-se, por um lado, porque períodos demasiado longos podem conter dados não relevantes devido à modificação de usos de solo, capacidade de resposta e infraestrutura; por outro lado, períodos demasiado curtos podem não incluir todos os tipos de eventos meteorológicos extremos.

Os dados trabalhados resultaram de uma pesquisa focada em artigos encontrados em jornais, relatórios internos ou externos ao municípios da CIM-AT, dados meteorológicos de entidades nacionais, como o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) ou o Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH/APA), dados de ocorrências de entidades e autoridades nacionais, como o Comando Distrital de Vila Real, o Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) ou ainda a Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

2.1.2 Análise da capacidade atual da CIM-AT

A análise de capacidades baseou-se na identificação das ações que foram tomadas e a sua avaliação, examinando a eficácia das respostas dadas. Esta avaliação foi crucial para

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

identificar a atual capacidade da adaptação dos municípios face aos eventos que experienciam, e que contribuirão para a análise de vulnerabilidades climáticas futuras.

Nesta etapa considerou-se os mecanismos e processos a nível municipal para mitigar os eventos meteorológicos extremos, examinando-se obstáculos municipais que dificultaram a capacidade de resposta e os elementos associados à resposta, designadamente, os meios utilizados, planos de emergência, recursos humanos e financeiros, entre outros.

A análise efetuada fundamenta-se na revisão técnica dos especialistas em cada setor e no conhecimento e comentário dos atores-chave.

2.1.3 Identificação dos limiares críticos

Neste relatório, por limiar crítico entende-se o “limite físico, temporal ou regulatório, a partir do qual um sistema sofre mudanças rápidas ou repentinas e que, uma vez ultrapassado, causa consequências inaceitáveis ou gera novas oportunidades para o território” (Dias et al., 2016). Como tal, o relatório procurou analisar os limiares críticos ultrapassados devido aos eventos meteorológicos, identificando setores mais propensos a impactes e definindo suscetibilidades que terão maior probabilidade de ocorrência no futuro.



Como descrito na secção anterior (2.1.2), a presente análise baseou-se no conhecimento técnico-científico dos especialistas adscrito a cada setor e no conhecimento e comentário de atores-chave.

2.1.4 Limitações

O preenchimento do PIC-L está amplamente condicionado pelos dados que se consiga assegurar, relacionados diretamente com os eventos meteorológicos extremos, e imperiosamente complementados com informações adicionais, que em conjunto se afirmam como imprescindíveis para a análise da capacidade e limiares críticos.

Na pesquisa de fontes dos dados necessários e dos dados disponibilizados constatou-se diferenças no seu rigor, dificuldades em abarcar todos os possíveis eventos meteorológicos e garantir a compreensão do espaço temporal de quinze anos, e ainda, ausência de detalhes essenciais para um tratamento compreensivo dos dados existentes.

Para além disso, os dados trabalhados do PIC-L não deixam de estar condicionados pelas suas fontes e capacidade de análise das mesmas, podendo verificar-se enviesamento

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

resultante da maior representatividade de uma ocorrência, como é o caso dos incêndios. Ainda assim, os dados serão analisados considerando-se o que foi disponibilizado, ressaltando-se que a afirmação anterior constitui apenas um alerta.

De forma a consolidar a informação do PIC-L e identificar as vulnerabilidades atuais, fez-se uma análise empregando outros fundamentos, como a Cartografia de Risco do Alto Tâmega, informação municipal e da *Avaliação Nacional de Riscos* de 2019.



2.2 Identificação das vulnerabilidades futuras

2.2.1 Projeções climáticas

A projeção de tendências climáticas futuras depende fundamentalmente de ferramentas baseadas em princípios físicos e matemáticos, como os Modelos de Circulação Geral (MCG) e os Modelos Climáticos Regionais (MCR). A nível internacional, esta atividade é coordenada pelo IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change* ou Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas), o qual estabelece vários cenários futuros caracterizados pelo facto de contemplar diferentes quadros socioeconómicos e de quantificar a forçagem radiativa no ano de 2100 comparativamente ao ano de 1750. Entende-se por forçagem radiativa (*radiative forcing*), a diferença entre a energia do sol absorvida pela Terra e a energia irradiada de volta ao espaço. Quando a energia recebida excede a energia que sai, a atmosfera da Terra aquece e as temperaturas globais aumentam.

As alterações climáticas constituem um problema com causas e consequências globais. Contudo, os seus impactes manifestam-se igualmente a nível local, sendo, por isso, essencial projetar quais serão as condições climáticas regionais no futuro. Para esse efeito, a resolução espacial do MCG revela-se insuficiente, uma vez que não permite uma análise detalhada dos impactes associados às alterações climáticas numa escala local. Afirma-se, deste modo, como necessário o recurso a técnicas de regionalização (*downscaling*), as quais possibilitam um aumento da resolução espacial. Paralelamente, estas técnicas evidenciam-se cada vez mais como um objetivo prioritário de todos os programas nacionais e internacionais acerca das alterações climáticas.

O presente relatório propõe uma avaliação dos potenciais impactes das alterações climáticas na Comunidade Intermunicipal do Alto Tâmega (CIM-AT), procedendo-se a uma descrição do clima futuro para diferentes cenários e horizontes temporais. Para tal, realizou-se uma pré-análise do clima atual no território, seguindo-se projeções das variáveis climáticas

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	



(temperatura; precipitação; velocidade do vento), calculadas a nível anual e sazonal bem como alguns indicadores relativos a eventos extremos. Para as análises mensais, foram utilizados climogramas.

2.2.1.1 Modelos de Circulação Geral (MCG) e os Modelos Climáticos Regionais (MCR)

Os MCG são representações numéricas do sistema climático que reproduzem as dinâmicas de cada componente do referido sistema em diferentes escalas espaciais e temporais. São modelos versáteis e ferramentas extremamente úteis, dado que incluem um complexo grupo de processos baseados nas propriedades físicas, químicas e biológicas de cada componente do sistema climático, nas suas interações e nos processos de *feedback* existentes. Deste modo, cada MCG pode simular diferentes respostas à mesma forçagem devido ao modo como os processos e *feedback* atmosféricos são modelados. Com esta ferramenta, as simulações da resposta da circulação global da forçagem a larga escala são desenvolvidas em diferentes cenários, produzindo as projeções climáticas.

Já os MCR operam através do aumento da resolução do MCG numa área de interesse mais pequena e limitada. O MCG determina os efeitos em larga escala das alterações das concentrações de gases de efeito estufa a das erupções vulcânicas no clima global, sendo o clima calculado usado como entrada nos limites do MCR, para fatores como a temperatura, a precipitação e o vento. Os MCR podem depois determinar os impactos locais a partir de informação de menor escala sobre orografia (altitude da superfície do solo) e o uso do solo.

O Programa Mundial de Investigação do Clima (WCRP ou *World Climate Research Programme*) estabeleceu, em 2009, uma equipa de trabalho que criou o CORDEX (*Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment*), o qual fornece projeções climáticas regionais de alta resolução obtidas por regionalização estatística ou dinâmica de modelos globais. O principal objetivo da iniciativa CORDEX é providenciar uma estrutura coordenada de modelos de avaliação, uma estrutura de projeção climática e uma interface para simulações climáticas no âmbito de estudos sobre as alterações climáticas e medidas de adaptação e mitigação (Giorgi *et al.*, 2009, WMO Bulletin). O EURO-CORDEX é o ramo europeu da iniciativa CORDEX que produz conjuntos de simulações climáticas baseados em múltiplos modelos de *downscaling* dinâmicos e empírico-estatísticos resultantes dos vários modelos climáticos globais do *Coupled Model Intercomparison Project Phase 5* (CMIP5).

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

O presente relatório foi elaborado usando a técnica multimodelar baseada nos seguintes modelos climáticos regionais do CORDEX para a Europa, tendo por base os modelos globais específicos:

- i. Modelo 1: SMHI-RC44 (regional) de MOHC-HadGEM2 (global); e
- ii. Modelo 2: KNMI-RACMO22E (regional) de ICHEC-EC-EARTH (global)

*SMHI-RC44: *Swedish Meteorological and Hydrological Institute regional climate model*; MOHC-HadGEM2: *Met Office Hadley Centre global climate model*; KNMI-RACMO22E: *Royal Netherlands Meteorological Institute regional climate model*; ICHEC-EC-EARTH: *Irish Centre for High-End Computing EC-EARTH global climate model*.

2.2.1.2 Cenários

As simulações EURO-CORDEX consideram as simulações climáticas globais de experiências de longo prazo do CMIP5, até o ano de 2100. Estas, baseiam-se nos cenários de emissão de gases de efeito estufa (*Representative Concentration Pathways, RCPs*).

Neste relatório, foram utilizados cenários que incluem emissões de gases de efeito estufa com variação desde emissões baixas a emissões extremamente elevadas, designadamente:

- i. Emissões baixas (cenário RCP 4.5): correspondente à estabilização da forçagem radiativa após o século XXI em $4,5 \text{ Wm}^{-2}$. É um cenário de estabilização em que a forçagem radiativa total é estabilizada antes de 2100 pela aplicação de uma gama de tecnologias e estratégias para reduzir as emissões de gases de efeito estufa; e
- ii. Emissões elevadas (cenário RCP 8.5): correspondente a uma forçagem radiativa crescente que ascende a $8,5 \text{ Wm}^{-2}$ no final do século XXI. É caracterizada pelo aumento das emissões de gases de efeito estufa ao longo do tempo, representativo de cenários presentes na literatura que conduzem a altos níveis de concentração de gases de efeito estufa.

A Figura 5 ilustra as concentrações projetadas de gases de efeito estufa para quatro vias de emissão diferentes. A via principal pressupõe que a emissão de gases de efeito estufa continuará a aumentar ao longo do século atual. A via inferior pressupõe que as emissões atingem um pico entre 2010 e 2020, diminuindo posteriormente.

Projected Atmospheric Greenhouse Gas Concentrations

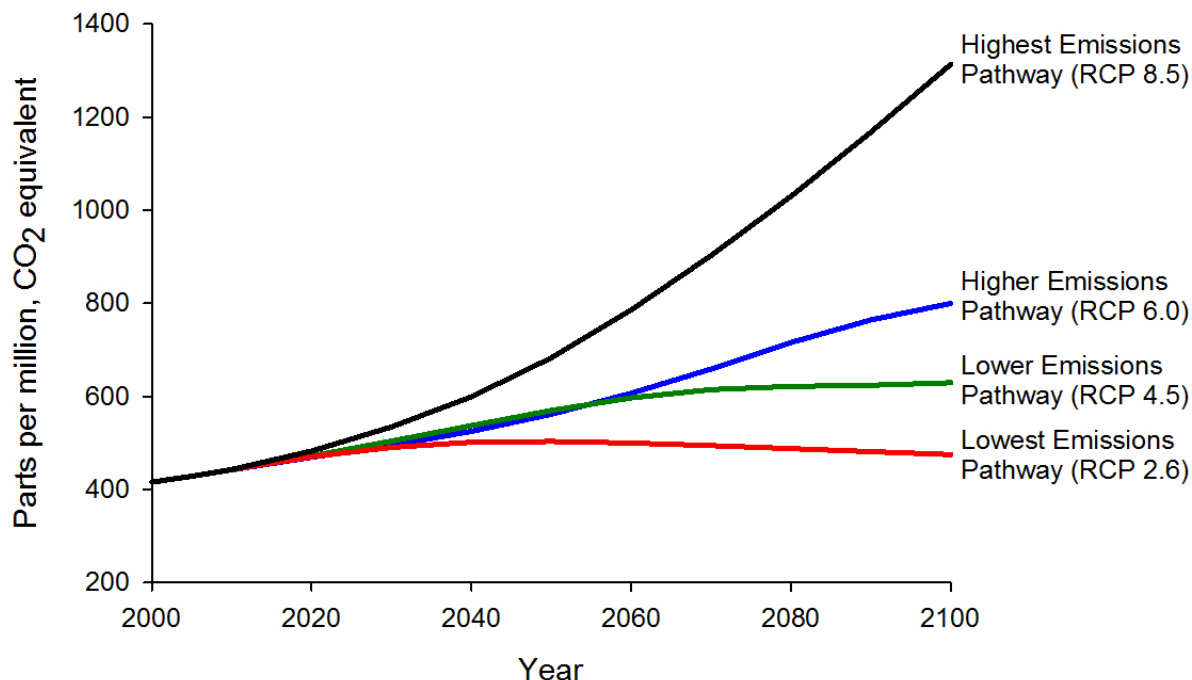




Figura 6- Concentrações de gases de efeito estufa para quatro vias de emissão diferentes. Os cenários utilizados neste estudo são representados por uma linha verde (RCP 4.5) e uma linha preta (RCP 8.5) (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos)

2.2.1.3 Ajustamento Quantil-Quantil (Q-Q)

Os MCG apresentam uma resolução espacial que impõe limitações na avaliação dos impactos das alterações climáticas numa escala regional e local. Isto ocorre porque a sua resolução espacial é muito ampla comparativamente à escala espacial das áreas sobre as quais se pretende avaliar os impactos das alterações climáticas. Adicionalmente, muitos processos físicos, como aqueles relacionados com as nuvens, ocorrem em escalas espaciais menores do que aquelas usadas pelos MCG, o que faz com que não sejam corretamente simulados. Os MCG têm também limitações no que se refere à simulação de mecanismos de *feedback*, tais como, por exemplo, o efeito estufa do vapor de água, a radiação refletida pelas nuvens, a circulação oceânica-gelo ou o albedo na neve.

Como já foi referido, os MCG geram a melhor informação disponível para avaliar os impactos das alterações climáticas, mas apresentam desvios ou erros na representação de especificidades em escalas mais regionais ou locais. A resolução espacial dos MCG é demasiado abrangente quando aplicada a áreas mais restritas para as quais se pretenda

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

avaliar os impactes das alterações climáticas. Deve, contudo, ressaltar-se que os erros não resultam apenas de questões relacionadas com a escala ou o *feedback*: as incertezas nas projeções de alterações climáticas antropogénicas estão presentes em todas as etapas do processo de modelação, começando na própria definição dos cenários de emissões.

O clima de uma região é determinado pela interação da forçagem e da circulação que ocorre, quer numa escala local e regional, quer numa escala planetária e ainda pela ampla gama de escalas de tempo, que variam de sub-diárias a multi-decadal. A forçagem numa escala planetária regula a circulação geral da atmosfera. Incorporada na circulação geral, as forçagens local e regional e as circulações de menor escala modulam a estrutura espacial e temporal do sinal climático da região e local. A forçagem local e regional refere-se a escalas inferiores a 10^7 km². Acima deste limite, transita-se para a escala continental. Assim, as forçagens em menor escala espacial têm em conta a marcada heterogeneidade climática que existe dentro das escalas continentais. Já as escalas inferiores a 10^4 km² são consideradas escalas locais. Exemplo de forçagens numa escala local ou regional são a complexa orografia de uma região, as características de uso do solo, a distribuição de lagos e rios, a distribuição e contraste entre terra e oceanos, etc. Atualmente, as escalas regionais utilizam modelos de clima regionais, ainda que estes não determinem escalas locais.

Existem vários procedimentos para ajustar as projeções climáticas, quer no que respeita à forçagem regional, quer local. As duas correções possíveis consistem em (i) adicionar a diferença climatológica entre as simulações futuras e históricas dos RCPs aos dados historicamente observados (designado por método delta) e (ii) eliminar o viés existente nas simulações futuras dos MCG através da aplicação da diferença entre o conjunto de dados observados e aqueles historicamente simulados (designado por método *unbiasing*). A primeira hipótese assume que a variabilidade das variáveis climáticas em cenários futuros permanece inalterada, enquanto a segunda assume que essa variabilidade é perfeita; ambas, são bastante restritivas.

Por isso, neste relatório foi aplicado um método estatístico de *downscaling* mais complexo, nomeadamente o método quantil a quantil (Q-Q), desenvolvido pelos cientistas fundadores do *Meteoclim*, defendido em várias publicações internacionais de prestígio (Amengual et al., 2012a; 2012b).

No ajustamento Q-Q, todas as variáveis climáticas são ajustadas de modo a considerar as forçagens regionais. O método tem em conta o período histórico ou basilar para as variáveis observadas e simuladas. Depois, determina as diferenças entre os dois conjuntos de dados e corrige as variáveis para períodos futuros, atendendo a essas diferenças (Figura 6).

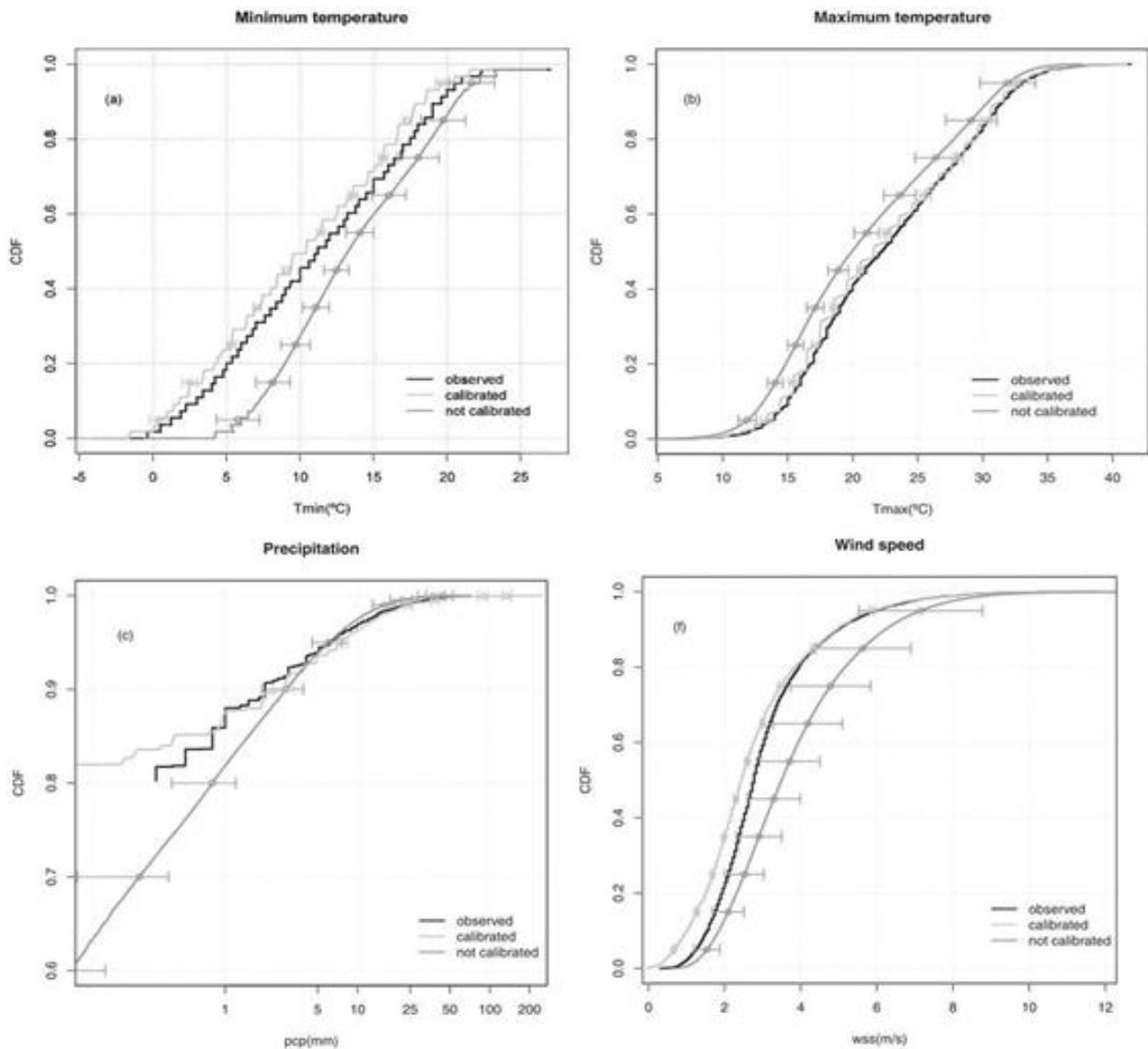




Figura 7- Aplicação do ajustamento quantil-quantil: função de distribuição cumulativa (FDC) das temperaturas a) mínima e b) máxima, c) precipitação e d) velocidade do vento.

Neste exemplo, o método foi aplicado a Palma de Maiorca, Espanha.

Este ajustamento estatístico permite a inclusão de características climáticas locais em simulações climáticas globais, corrigindo-as e adaptando-as a uma escala local.

Em síntese, através deste método é possível corrigir quer as projeções para as diferenças entre os parâmetros climáticos futuros simulados e os cenários atuais, quer os erros nas médias, assim como a variabilidade e a distribuição de variáveis climáticas futuras de interesse.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

2.2.1.4 Limitações

Na *Comunidade Intermunicipal do Alto Tâmega (CIM-AT)*, o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) dispõe de duas estações meteorológicas, uma no município de Montalegre e outra no município de Chaves. Ambas evoluíram de estações clássicas para estações automáticas.



Quando se solicitou os dados disponíveis dos serviços meteorológicos dessas estações para o período de 1989-2018, constatou-se a ausência de dados relevantes para o referido período.

Os valores diários da velocidade máxima e da velocidade média do vento registados na estação meteorológica clássica de Montalegre cingiam-se ao período de 1 de janeiro de 1989 e 30 de setembro de 1997. Para além disso, não existiam quaisquer dados sobre o vento para os períodos de março a julho de 1997, dezembro a maio de 1990, outubro de 1991 e março de 1992, janeiro de 1992 a maio de 1993, janeiro de 1994 a maio de 1995 e fevereiro a março de 1997. Já na estação meteorológica automática de Montalegre, no período compreendido entre janeiro de 2000 e dezembro de 2018, não existiam dados para dezembro de 2005, dezembro de 2006 e janeiro de 2007. Adicionalmente, não existiam dados para o período entre 3 maio de 2014 e 11 de dezembro de 2018.

No município de Chaves, não existiam quaisquer dados relativos à velocidade do vento resultantes da estação clássica. A estação automática não dispunha de dados referentes ao período entre agosto de 2005 e fevereiro de 2006.

Face à ausência de dados climatológicos consistentes na CIM-AT, optou-se pelo estudo das alterações climáticas com recurso a uma fonte internacionalmente utilizada para a obtenção de dados observados em todas as regiões, o C3S ou *Copernicus Climate Change Service*. Esta ferramenta disponibiliza um conjunto de dados ERA5 altamente preciso que permite a condução de estudos sobre as alterações climáticas, sempre que os dados de observações meteorológicas convencionais não estão disponíveis para uma determinada região. Salienta-se que o ERA5 faz parte do programa de monitorização da União Europeia e foi implementado pelo ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*), possuindo dados sobre condições meteorológicas de toda a superfície da Terra, desde 1979 até à atualidade.

O conjunto de dados ERA5 resulta da combinação de um modelo meteorológico, o ECMWF IFS, com dados de observação por satélite de sensores terrestres, os quais geram um registo consistente de longo prazo do clima. A reanálise dos dados providencia uma compreensão do clima no passado, do que ocorreu durante um evento meteorológico




	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

específico e por que razão ocorreu, e permite o estabelecimento de uma ligação entre os eventos passados e os eventos presentes.

O ERA5 faculta estimativas de um elevado número de variáveis climáticas atmosféricas, terrestres e oceânicas numa resolução temporal horária. Os dados abrangem a Terra em redes de 30 km e contemplam a atmosfera usando 137 níveis da superfície até uma altura de 80 km. Inclui ainda informações sobre incertezas para todas as variáveis com resoluções espaciais e temporais reduzidas. Deste modo, o ERA5 permite a análise das seguintes variáveis: temperatura, velocidade máxima do vento, precipitação e, adicionalmente, índices climáticos (dias de Verão, dias frios, noites tropicais, ondas de calor, dias de precipitação e dias de ventos moderados a fortes).

Selecionou-se o período de 30 anos compreendido entre 1998 e 2018 (em detrimento do período entre 1976 e 2005), uma vez que se trata de um período mais recente e do período que maximiza o número de anos nos quais os registos históricos e os períodos de simulação pelos modelos coincidem.

Deve ter-se em atenção que os períodos futuros em estudo foram alterados em 1 (um) ano em relação aos requisitos iniciais porque o modelo tem como limite o ano de 2099 e não 2100.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

3. Vulnerabilidades Atuais

Os dados utilizados para preencher o PIC-L correspondem, essencialmente, a ocorrências documentadas em notícias jornalísticas, ocorrências registadas pela Proteção Civil de Vila Real (PCVR) e pelos municípios pertencentes à região do Alto Tâmega. Realça-se que os dados da Proteção Civil de Vila Real encontram-se presentes no Sistema de Apoio à Decisão Operacional – Sistema de Gestão de Operações de Socorro (SADO-SGOS) e foram, gentilmente, cedidos pelo CDOS de Vila Real. Os dados abrangem o espaço temporal de dez anos (2010-2019).




A análise dos registos de ocorrências do CDOS resulta da compilação de dados de diferentes ocorrências, nomeadamente riscos naturais, tecnológicos e mistos. Os riscos tecnológicos e mistos foram selecionados de acordo com a probabilidade de a sua ocorrência dever-se a um fenómeno natural. Contudo, esta análise evidenciou que não seria exequível atribuir a causalidade dos riscos tecnológicos e mistos a fenómenos naturais, exceto no caso dos riscos mistos, mais especificamente dos incêndios rurais e do comprometimento total ou parcial de segurança, serviços e estruturas (ver tabela 2).

Ressalva-se que, atendendo aos registos, os dados reunidos podem condicionar possíveis conclusões sobre as consequências dos impactos e a determinação de parâmetros como limiares críticos ou grau de importância.

A informação apresentada nas seguintes secções apresenta variações que resultam da informação disponibilizada, podendo assim, ser mais descritiva ou mais geral.

Tabela 2- Tipo de ocorrências analisadas de acordo com os dados do CDOS

Classificação de ocorrências	Designação da ocorrência	Tipo de ocorrência
Riscos naturais	Fenómenos naturais	Cheias
		Ventos fortes
		Nevões
		Ondas de calor
		Ondas de frio

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Classificação de ocorrências	Designação da ocorrência	Tipo de ocorrência
		Secas
Riscos mistos	Incêndios rurais	Povoamento florestal
		Matos
		Agrícola
	Comprometimento total ou parcial de segurança, serviços e estruturas	Inundação estruturas ou superfícies por precipitação

3.1 Análise e identificação das principais ocorrências




A identificação das ocorrências registadas em Boticas permitem aferir a maior representatividade dos incêndios rurais de matos e dos incêndios rurais florestais. Apesar de não se dispor de informação sobre as consequências para as todas as ocorrências, deve salientar-se que a área ardida, por exemplo, nos 6 incêndios rurais foi de 1 809 hectares e nos 3 incêndios rurais florestais totalizaram 3 260 hectares.

Constata-se ainda que, neste concelho, os responsáveis pelas respostas são predominantemente o CBV de Boticas (ver tabela 3).

Para este concelho não foi possível avaliar a eficácia das respostas, nem determinar limiares críticos.

Tabela 3- Tipo de ocorrência identificados no Município de Boticas

Tipo de ocorrência	Número de ocorrências	Impacto	Responsáveis pela resposta
Incêndio rural	6	Incêndio	-
Incêndio rural florestal	215	Incêndio	CBV Boticas
	3	Incêndio	CBV Boticas

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tipo de ocorrência	Número de ocorrências	Impacto	Responsáveis pela resposta
Incêndio rural matos	635	Incêndio	CBV Boticas e CBV Saltos
Incêndio rural agrícola	16	Incêndio	CBV Boticas
Gelo/geada/neve	31	-	CBV Boticas
Precipitação excessiva (cheias/inundações)	7	Inundação	CBV Boticas e CBV Sta. M. Penaguião

A realização deste estudo evidenciou a necessidade de reunir e organizar os dados de eventos meteorológicos na região. A implementação da ferramenta PIC-L poderia ser empregue de forma mais sistemática nos vários municípios, de forma a criar uma estrutura que permitisse avaliar gradualmente os riscos a que estão sujeitos e planear, conjuntamente com as entidades, as devidas ações. Assegurar um conhecimento e informação consolidado destas ocorrências, facilitará o estabelecimento de relações de causa e efeito, a associação aos riscos e a sua classificação e a definição de ações que possam responder de forma mais efetiva às situações. Neste sentido, optou-se pela apresentação mais detalhada da informação no contexto intermunicipal. No documento *Relatório 1 – Vulnerabilidades Atuais do Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega* são analisadas as questões deste âmbito, numa perspetiva macro, devendo proceder-se à sua consulta para a verificação da caracterização das vulnerabilidades atuais a nível municipal. Desta forma, evita-se a duplicação da informação e o seu mais fácil acesso.

4. Vulnerabilidades Futuras

4.1 Clima atual - análise regional

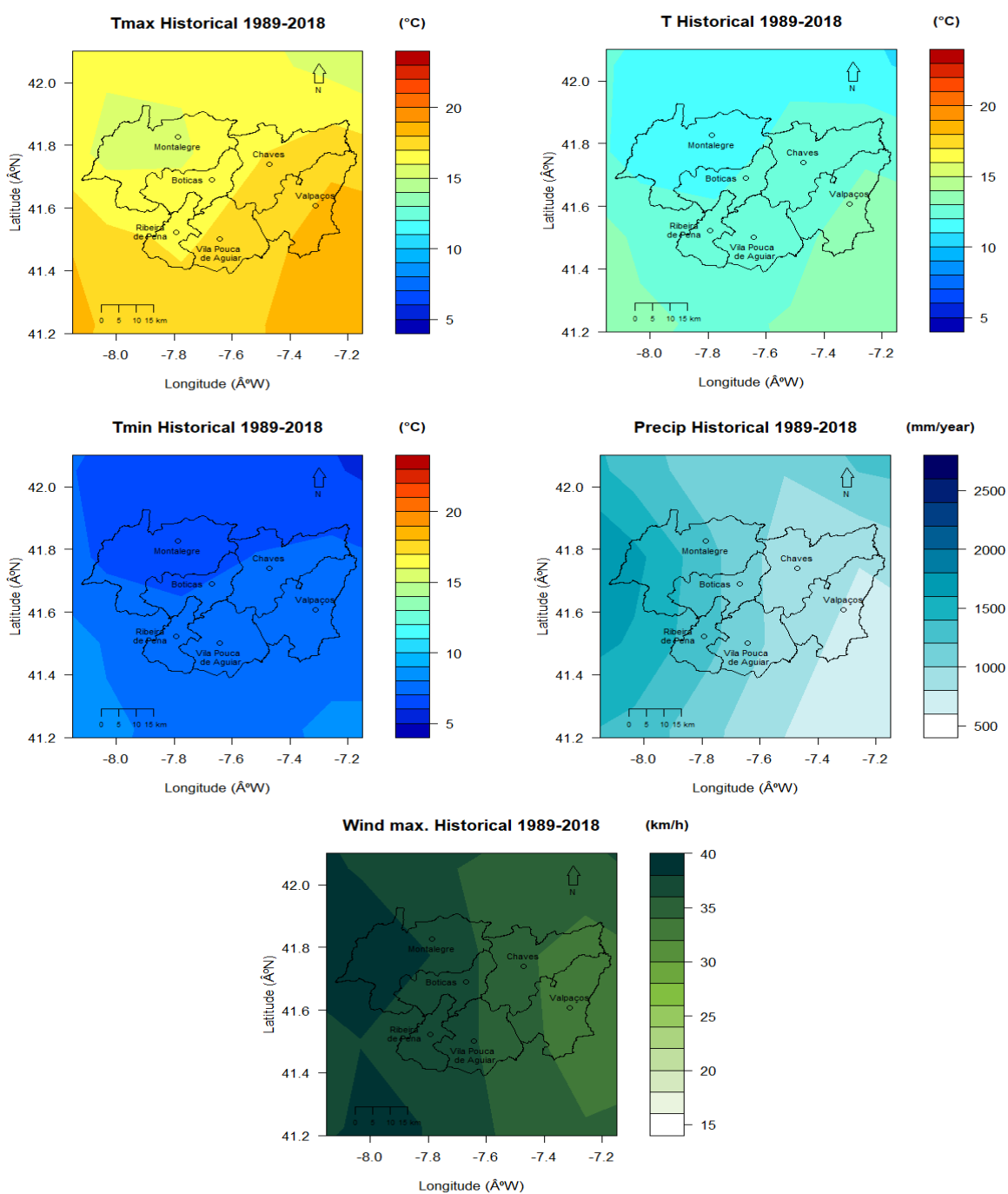




Figura 8- Mapas dos valores médios de temperatura máxima (canto superior esquerdo), máxima (canto superior direito) e mínima (centro esquerdo), de precipitação anual (centro direito) e velocidade máxima do vento (inferior), no período histórico de 1989-2018.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Os mapas da Figura 8 evidenciam que na CIM-AT a média de temperaturas apresenta um gradiente latitudinal e longitudinal. O município de Valpaços tem uma temperatura média superior, uma vez que se localiza mais a sul e interior comparativamente com os restantes municípios, Montalegre, estando localizada mais a norte, apresenta uma temperatura média mais baixa.

Contudo, observou-se, ainda, um gradiente longitudinal na acumulação de chuva e da média da velocidade máxima de vento. Assim, os municípios mais a oeste registam valores superiores para estas variáveis devido à influência do oceano Atlântico.

4.2 Clima atual - análise local

4.2.1 Climogramas

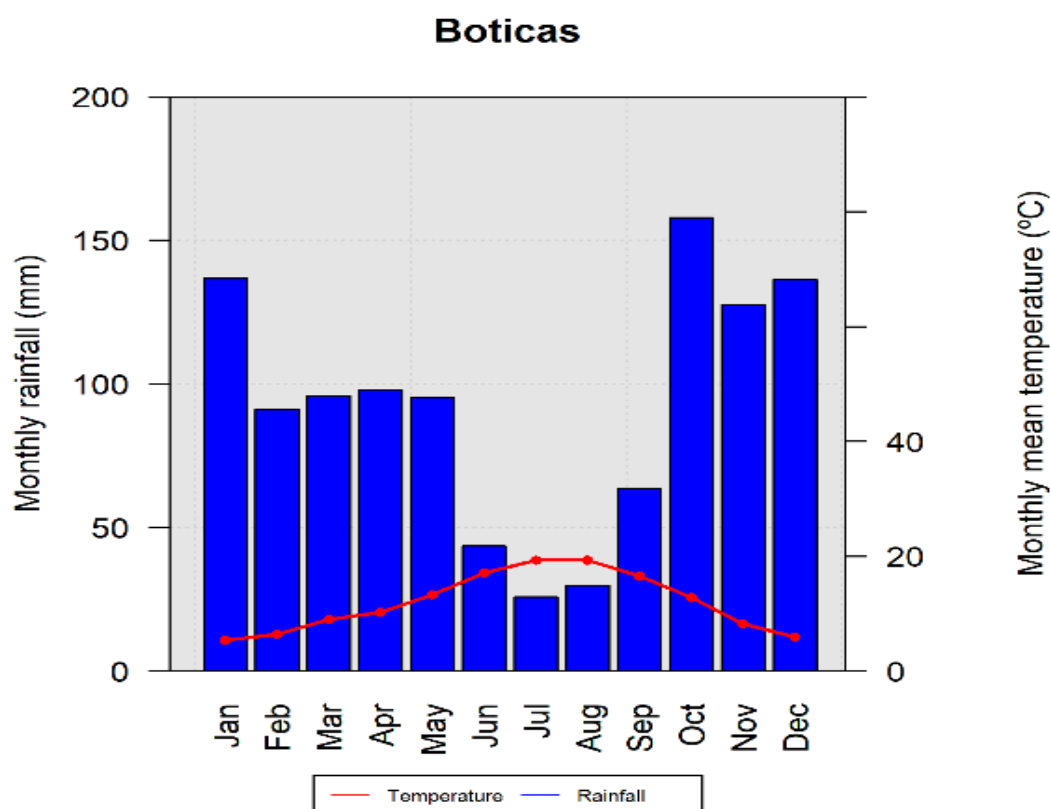




Figura 9- Climograma de Boticas que apresenta a temperatura média mensal e a precipitação média mensal, no período histórico 1989-2018.

O climograma de Boticas para o período compreendido entre 1998 e 2018 é apresentado na figura 9. Este foi analisado no contexto mais alargado dos seis municípios.

O conjunto temporal é suficientemente vasto e representativo para permitir conclusões fundamentais baseadas nos regimes de precipitação e temperaturas mensais.

Montalegre é o município que regista a mais baixa temperatura média (4,7°C) no mês de janeiro, enquanto Valpaços evidencia a temperatura média mais elevada (21,3°C) no mês de agosto.

Por outro lado, Ribeira de Pena é o município da CIM-AT que acumula maior precipitação mensal (173 mm) em outubro, o qual corresponde ao mês com maior

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

precipitação. Já Valpaços regista a menor precipitação acumulada (18,6 mm) em julho, correspondendo ao mês mais seco.

Os climogramas permitem saber se existem períodos de seca, os quais são identificados quando o histograma de precipitação se encontra abaixo da curva de temperatura. Em todos os municípios, os meses secos correspondem ao período de julho e agosto. A estes acresce, em Chaves e Valpaços, o mês de junho.

Estas e outras variáveis são discutidas com maior detalhe nos capítulos subsequentes.

4.2.2 Regimes médios anuais




São apresentadas de seguida as tendências para as temperaturas máximas, médias e mínimas, a precipitação acumulada anual e a média da velocidade máxima do vento para o período de 1989-2018, de acordo com os dados da reanálise do ERA5. Deve ter-se em consideração que os dados providenciados nesta secção não correspondem a um estudo que tenha por base possíveis cenários que possam ocorrer no futuro, nem usam modelos climáticos.

A variação anual destas variáveis é fornecida pelos declives das linhas ajustadas (linhas a tracejado).

A tabela que acompanha as figuras sumariza os resultados obtidos para todas as variáveis, representando a taxa de variação por década, calculada quer no período de 1989-2018, quer quanto à sua probabilidade de ocorrência. Este conceito permite estimar se a tendência observada evidencia um elevado grau de consistência ou se, pelo contrário, a tendência registada é inconsistente e fraca ao longo do tempo. A probabilidade de ocorrência será determinada de acordo com a tabela que se segue (Tabela 4).

Tabela 4- Probabilidade de ocorrência de um determinado resultado

Definição	Probabilidade de ocorrência
Extremamente provável	>95%
Muito provável	>90%
Provável	>66%

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Definição	Probabilidade de ocorrência
Mais provável do que improvável	>50%
Mais improvável do que provável	<50%
Muito improvável	<10%
Extremamente improvável	<5%

4.2.2.1 Boticas

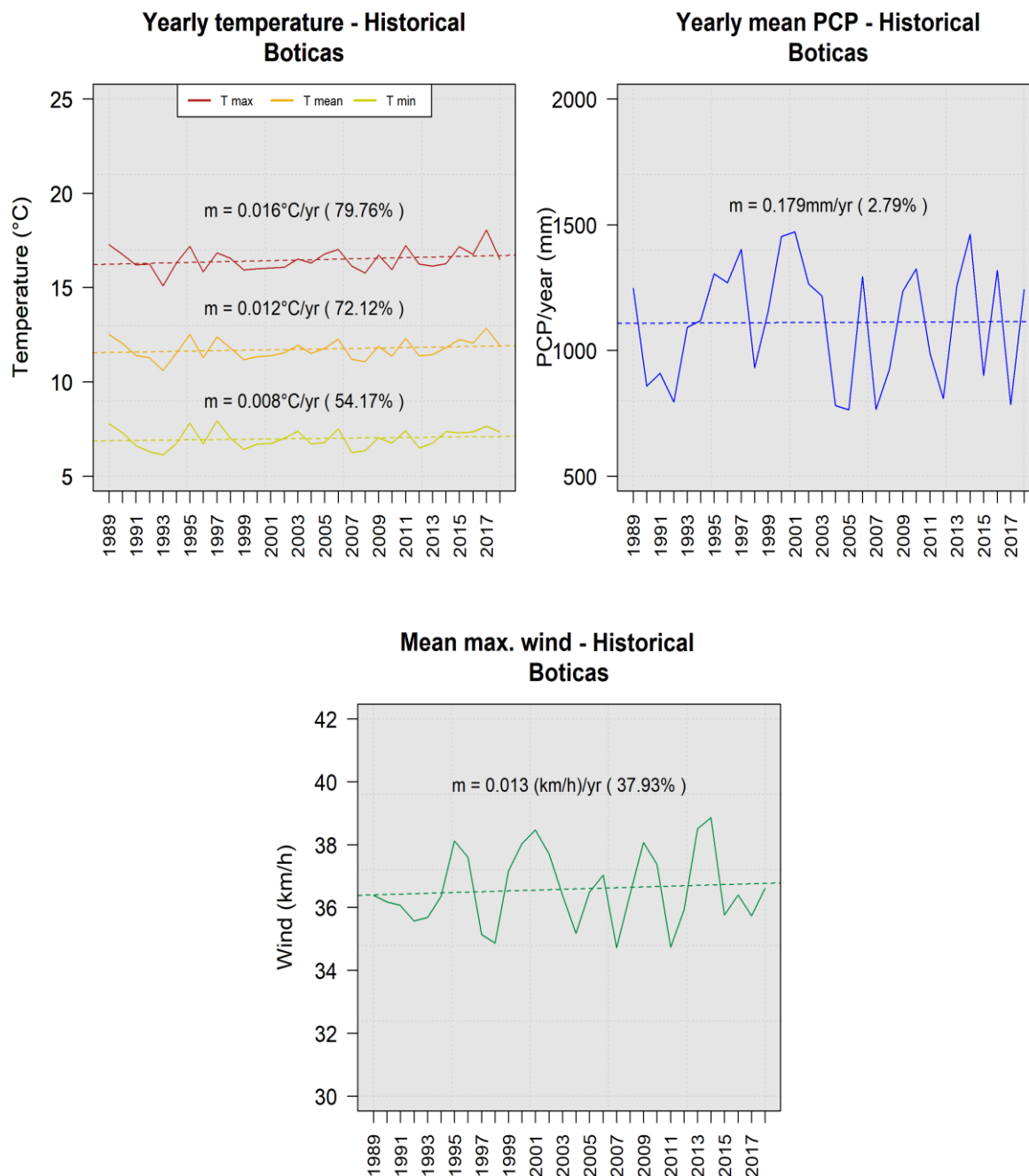


Figura 10- Tendências anuais observadas (m) e a sua probabilidade de ocorrência (média) para as variáveis: temperatura mínima média e máxima, precipitação anual e ventos médios máximos, durante o período 1989-2018, em Boticas.



	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tabela 5- Valor médio anual, taxa de variação por década e probabilidade de ocorrência, em Boticas

Variáveis	Valor médio	Taxa de variação por década	Probabilidade de ocorrência
Temperatura máxima (°C)	16,5	+0,2	provável
Temperatura média (°C)	11,7	+0,1	provável
Temperatura mínima (°C)	7,0	+0,1	mais provável do que improvável
Precipitação anual (mm)	1111,3	+1,8	extremamente improvável
Vento máximo (km/h)	36,7	+0,1	mais improvável do que provável

A síntese foi analisada no contexto mais alargado dos seis municípios.

Da análise aos seis municípios, foi possível obter uma taxa de variação média por década para os registos de temperatura máxima (+ 0,16°C) e para a temperatura média (+ 0,12°C). Esta subida evidencia uma ligeira consistência ao longo dos anos. Com uma menor probabilidade de ocorrência, a temperatura mínima demonstra uma variação média por década de + 0,09°C. Pode, por isso, concluir-se que as temperaturas ao longo do período de 1989-2018 revelam uma ligeira subida, destacando-se uma subida mais pronunciada das temperaturas máximas comparativamente às temperaturas mínimas.

No que se refere à precipitação, ainda que a tendência seja ligeiramente positiva, não se pode afirmar que se evidencie uma alteração significativa da taxa anual. Por isso mesmo, não é possível apresentar conclusões sobre o seu comportamento para o período em estudo. O mesmo pode ser afirmado para a média das velocidades máximas de vento, cujos valores apresentam uma fraca variação ao longo do tempo, não permitindo, assim, identificar uma tendência confiável para o período em questão.

4.2.3 Regimes sazonais

Os gráficos que se seguem analisam as diferentes variáveis climáticas para cada estação do ano, no município de Boticas.

Para facilitar a obtenção de conclusões gerais sobre o comportamento destas variáveis, a taxa média de variação por década e a sua probabilidade média de ocorrência foi calculada para os seis municípios em cada estação do ano (ver tabela 6). Estas são evidenciadas no final desta secção.

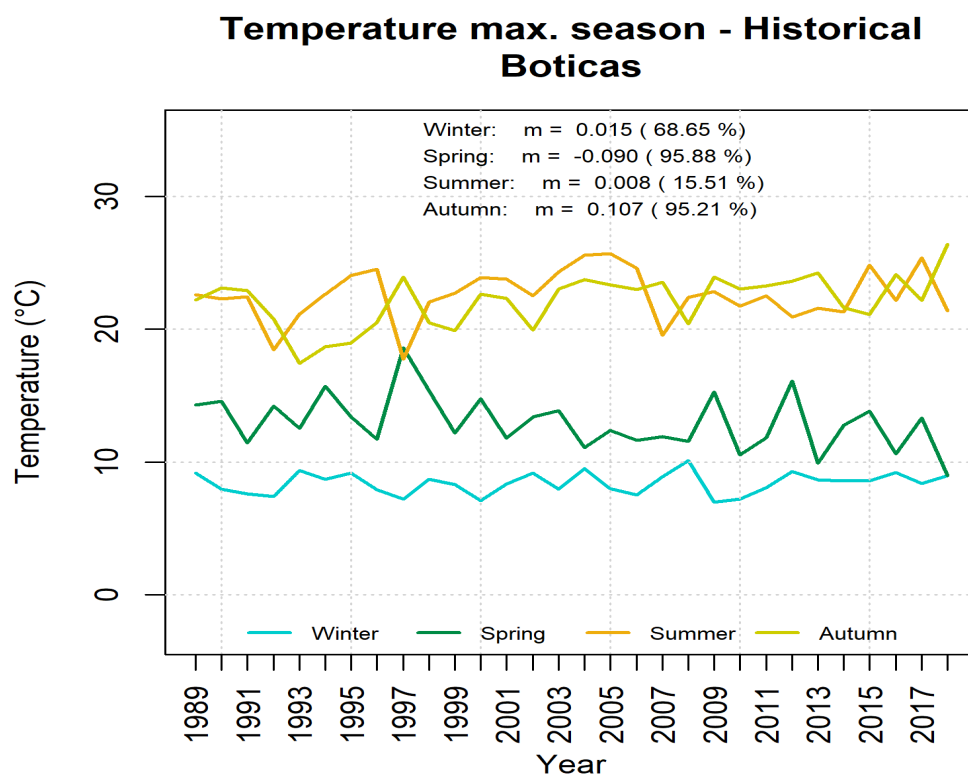


Figura 11- Tendências observadas para a variável temperatura máxima, em cada estação do ano, no período 1989-2018, para Boticas.

Temperature mean season - Historical Boticas

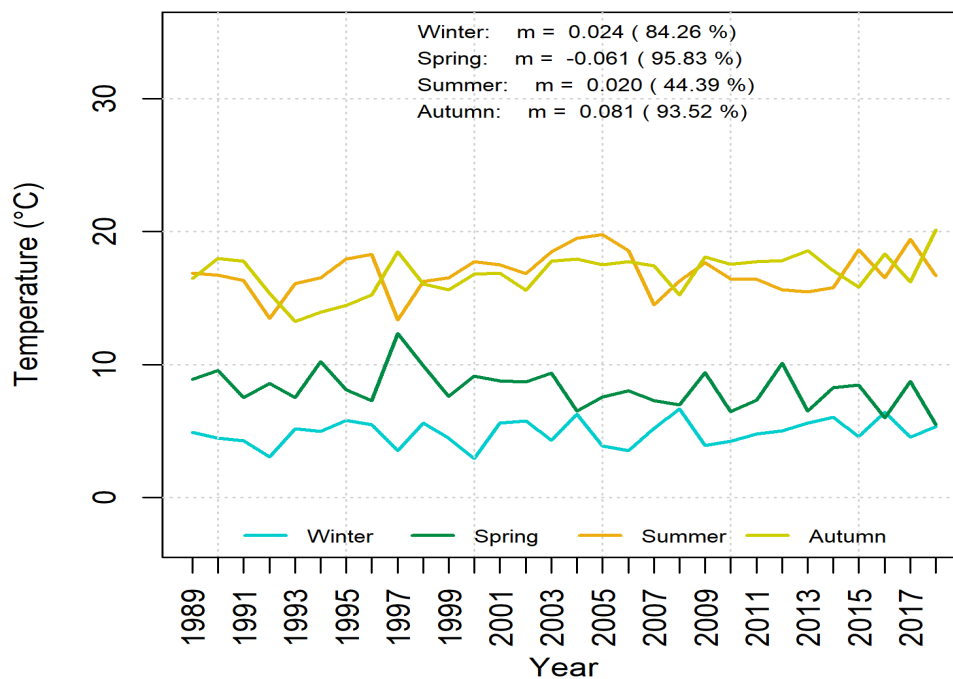


Figura 12- Tendências observadas para a variável temperatura média, em cada estação do ano, no período 1989-2018, para Boticas.

Temperature min. season - Historical Boticas

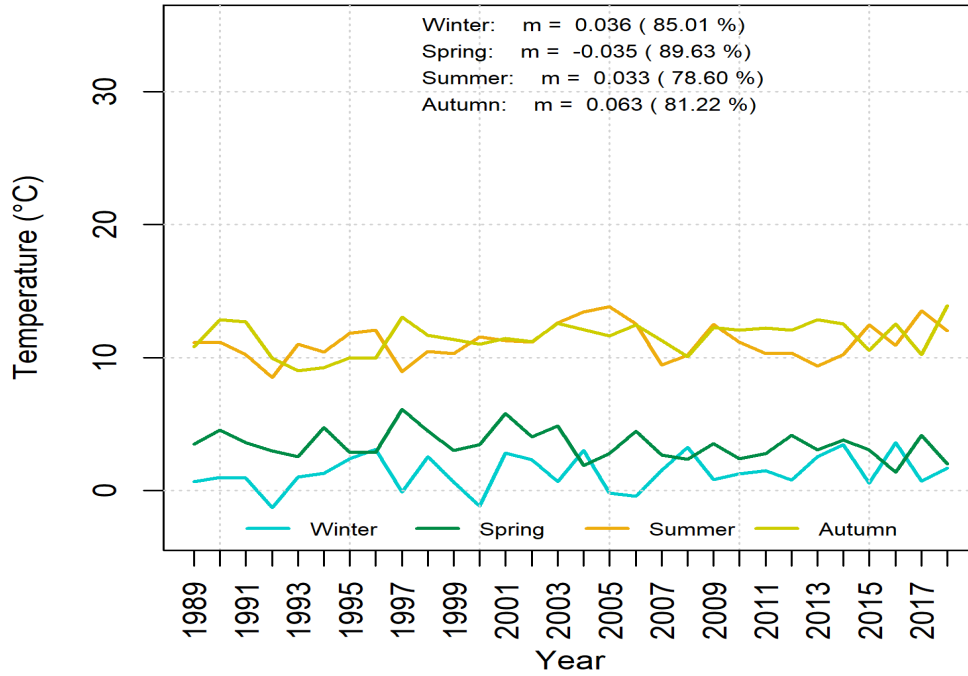


Figura 13- Tendências observadas para a variável temperatura mínima, em cada estação do ano, no período 1989-2018, para Boticas.

Season accum. PCP - Historical Boticas

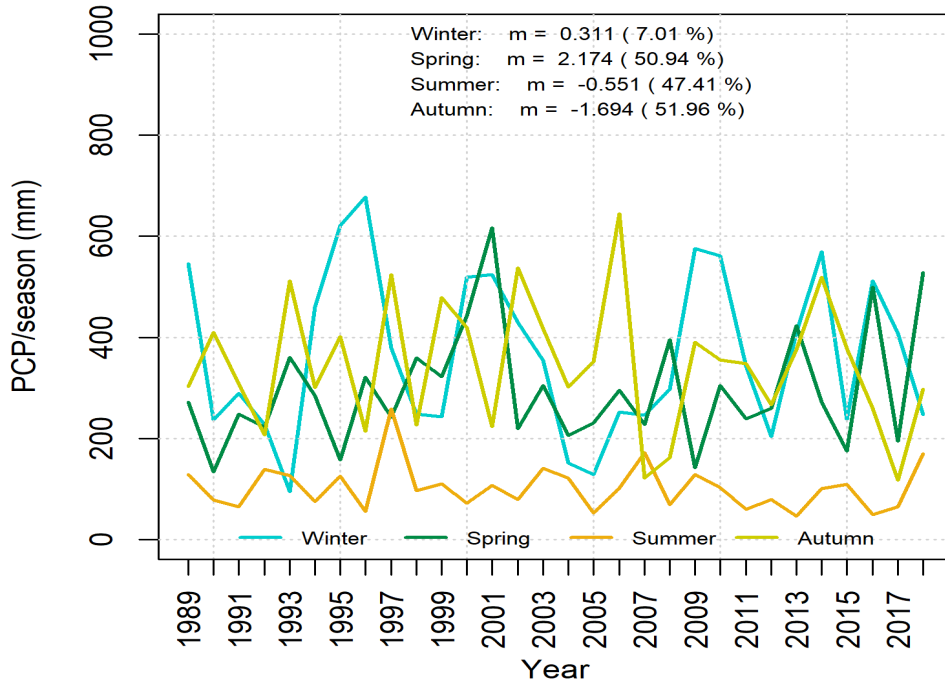


Figura 14- Tendências observadas para a variável precipitação, em cada estação do ano, no período 1989-2018, para Boticas.

Mean max. wind season - Historical Boticas

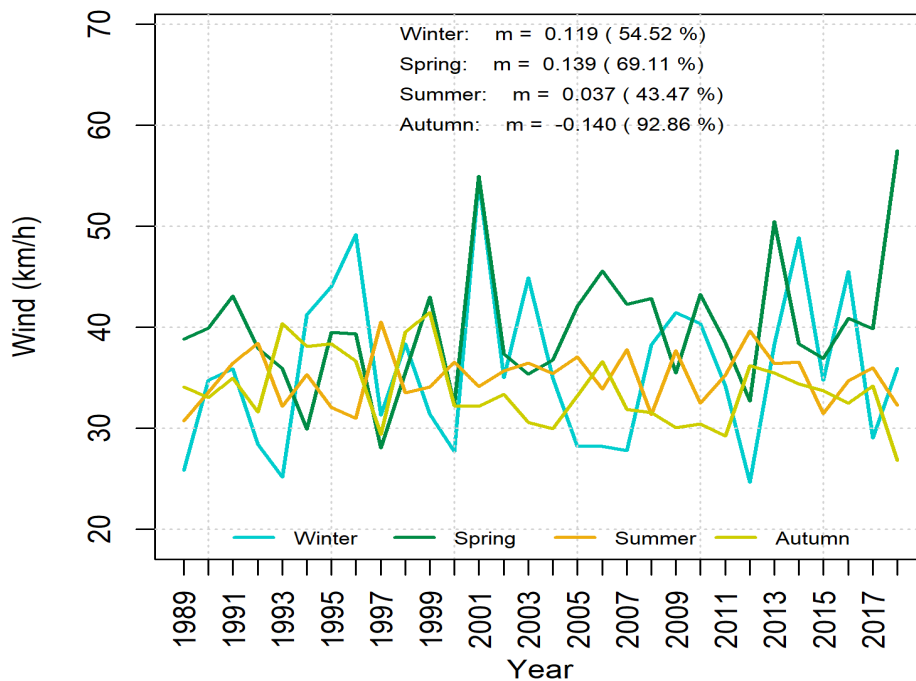


Figura 15- Tendências observadas para a variável média da velocidade máxima do vento, em cada estação do ano, no período 1989-2018, para Boticas.







	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tabela 6- Taxa média de mudança por década e probabilidade de ocorrência em cada estação do ano, para cada uma das variáveis: temperatura máxima, média e mínima, precipitação média e média da velocidade máxima do vento.

Temperatura máxima (°C)	Taxa média de variação por década	Percentagem média	Probabilidade de ocorrência
Inverno	+0,2	69,5%	Provável
Primavera	-0,9	96,4%	Extremamente provável
Verão	+0,1	19,5%	Mais improvável do que provável
Outono	+1,1	95,2%	Extremamente provável

Temperatura média (°C)	Taxa média de variação por década	Percentagem média	Probabilidade de ocorrência
Inverno	+0,3	85,0%	Provável
Primavera	-0,6	96,1%	Extremamente provável
Verão	+0,2	46,5%	Mais improvável do que provável
Outono	+0,8	93,3%	Muito provável

Temperatura mínima (°C)	Taxa média de variação por década	Percentagem média	Probabilidade de ocorrência
Inverno	+0,4	85,9%	Provável
Primavera	-0,3	89,8%	Provável
Verão	+0,3	79,7%	Provável
Outono	+0,6	79,0%	Provável

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Precipitação média (mm)	Taxa média de variação por década	Percentagem média	Probabilidade de ocorrência
Inverno	+4,1	10,1 %	Muito improvável
Primavera	+20,2	47,9%	Mais improvável do que provável
Verão	-5,6	49,2%	Mais improvável do que provável
Outono	-16,7	52,2 %	Mais provável do que improvável




Média da velocidade máxima do vento (Km/h)	Taxa média de variação por década	Percentagem média	Probabilidade de ocorrência
Inverno	+1,2	54,0%	Provável
Primavera	+1,4	70,6%	Provável
Verão	+0,4	48,8%	Mais improvável do que provável
Outono	+1,4	92,8%	Muito provável

A presente análise foi realizada no contexto mais alargado dos seis municípios.

No que concerne à temperatura média, evidencia-se uma tendência de queda na Primavera (-0,6°C por década) e uma tendência de subida no Outono (+0,8°C por década). Foram também obtidos valores semelhantes para as temperaturas mínimas, enquanto nas temperaturas máximas se evidenciam valores ligeiramente mais elevados. O aumento da temperatura média observada no Inverno (+0,4°C por década) afirma-se como uma grande probabilidade. Contudo, o aumento de temperatura no Verão (+0,6°C) não é consistente ao longo do tempo.

Em relação à precipitação, as tendências observadas não permitem que sejam concebidas conclusões, dado que as estimativas apontam para uma baixa probabilidade de ocorrência. Ainda assim, existe uma certa probabilidade para uma diminuição da precipitação no Outono.

A média da velocidade máxima do vento revela uma ligeira tendência de aumento em todas as estações do ano, postulando uma probabilidade maior de aumento de +1,4 km/h por década no Outono.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

3.2.4 Índices climáticos

A presente análise foi realizada no contexto mais alargado dos seis municípios. A tabela 7 evidencia o número médio de dias, por ano, para o período de 1989-2018, nos quais os índices climáticos - que de seguida se definem - são observados:

- i. **Número de dias por ano em que se excede os 25°C:** o município de Valpaços apresenta a maior frequência, com 82 dias por ano e o município de Montalegre apresenta a menor frequência;
- ii. **Número de dias por ano em que se excede os 35°C:** a ocorrência deste fenómeno é rara, nunca tendo sido alcançada nos municípios de Boticas e Montalegre;
- iii. **Número de dias por ano com gelo:** os municípios de Valpaços e Chaves apresentam o maior número de dias por ano de ocorrência deste fenómeno extremo;
- iv. **Número de dias por ano com noites tropicais:** trata-se, uma vez mais, de um fenómeno raro no clima atual;
- v. **Número de eventos de ondas de calor por ano:** uma onda de calor é definida como um conjunto de três ou mais dias consecutivos nos quais a temperatura máxima excede o limite do percentil 90 da média de temperaturas típicas para um dado município. Trata-se, igualmente, de um fenómeno raro, atingindo o valor de um (1) evento em média por ano nos seis municípios;
- vi. **Número de dias com precipitação por ano:** Montalegre é o município que apresenta o maior número de dias por ano (195 dias) e Valpaços é o que revela o menor número dias por ano (165 dias); e
- vii. **Número de dias por ano em que a média da velocidade máxima do vento excede os 30 km/h:** Ribeira de Pena atinge os 242 dias por ano, enquanto Valpaços é o município com o menor número de dias por ano, 198.






	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tabela 7- Número médio anual de dias de índices climáticos, para Boticas, no período 1989-2018

Número médio de dias por ano (1989-2018)	Boticas
Dias de Verão $T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$	56,4
Dias de Verão $T_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$	0,0
Dias de geada $T \leq 0^{\circ}\text{C}$	28,6
Noites tropicais $T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$	0,5
Ondas de calor $T_{\max} > 90^{\text{th}}$ percentil	1,3
Dias de precipitação $\geq 1\text{mm}$	185,1
Dias de vento $v > 30\text{ km/h}$	230,3

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

4.3 Clima futuro

As figuras que se seguem consideram as principais variáveis climáticas em dois períodos futuros: 2040-2069 e 2070-2099 e para os dois cenários definidos na secção 2.2.1.2, RCP 4.5 e RCP 8.5. São também evidenciadas as variações relativamente ao clima atual.

Deve notar-se que os períodos futuros descritos apresentam uma discrepância de um ano em relação aos requisitos originais porque os modelos apenas operam até 2099 (e não 2100).

4.3.1 Clima futuro – análise regional

Deve realçar-se que, para a análise regional, os mapas que abaixo se apresentam resultam da aplicação diretamente da técnica multimodelar, i.e., resultam dos modelos climáticos SMHI-RC44 e KNMI-RACMO22E e da técnica de ajustamento estatístico Q-Q.

Por esse motivo, podem ser obtidos resultados ligeiramente diferentes daqueles derivados da análise específica de cada município em que a técnica de ajustamento estatístico foi aplicada. A conciliação dos dois resultados exigiria a aplicação do ajustamento estatístico Q-Q para cada local no mapa, algo que não se enquadra no objetivo estabelecido para a presente análise.

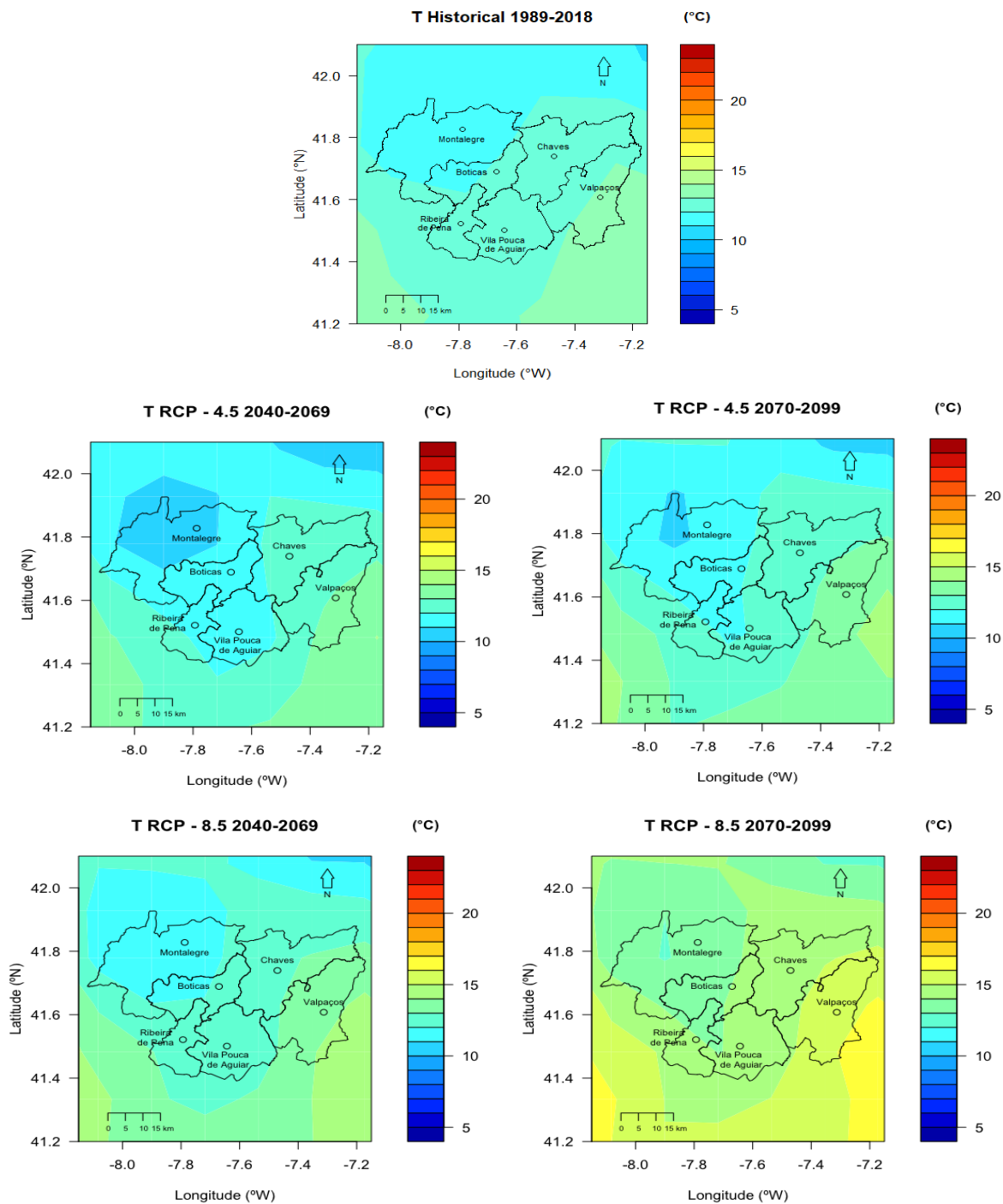


Figura 16- Temperatura média durante o período histórico (1989-2018) e projeção climática da temperatura média nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

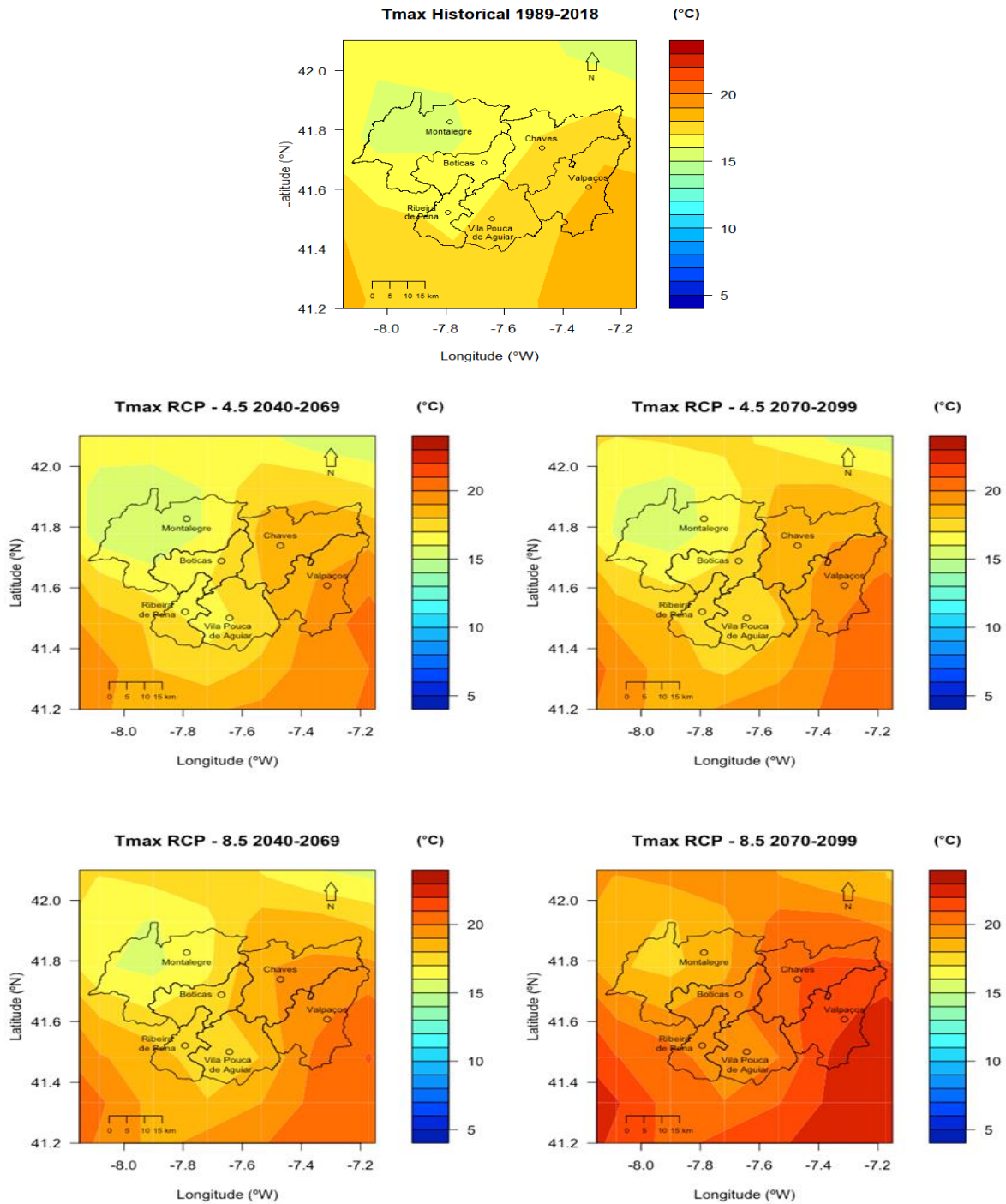


Figura 17- Temperatura máxima durante o período histórico (1989-2018) e projeção climática da temperatura média máxima nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

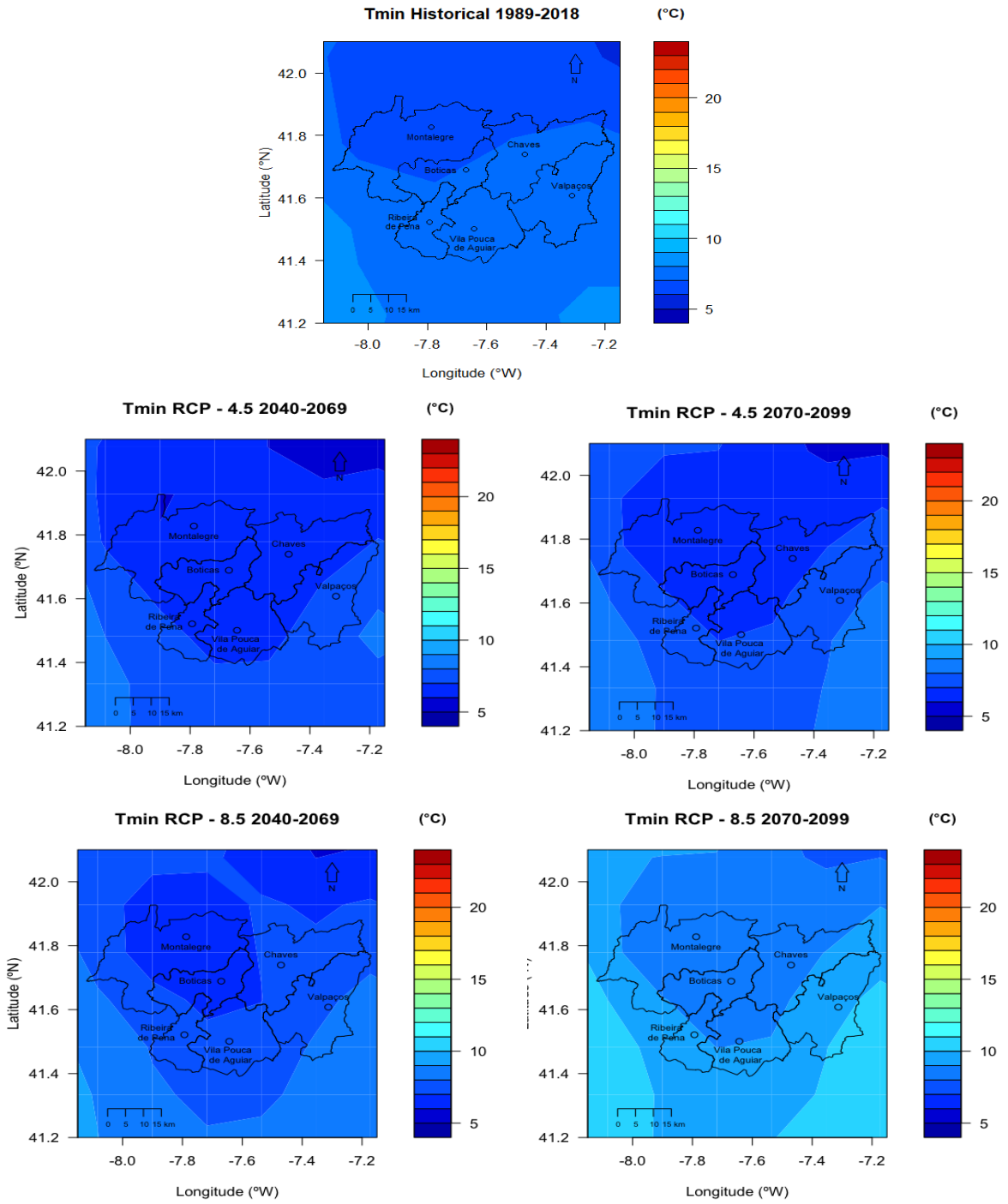


Figura 18- Temperatura mínima durante o período histórico (1989-2018) e projeção climática da temperatura média mínima nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

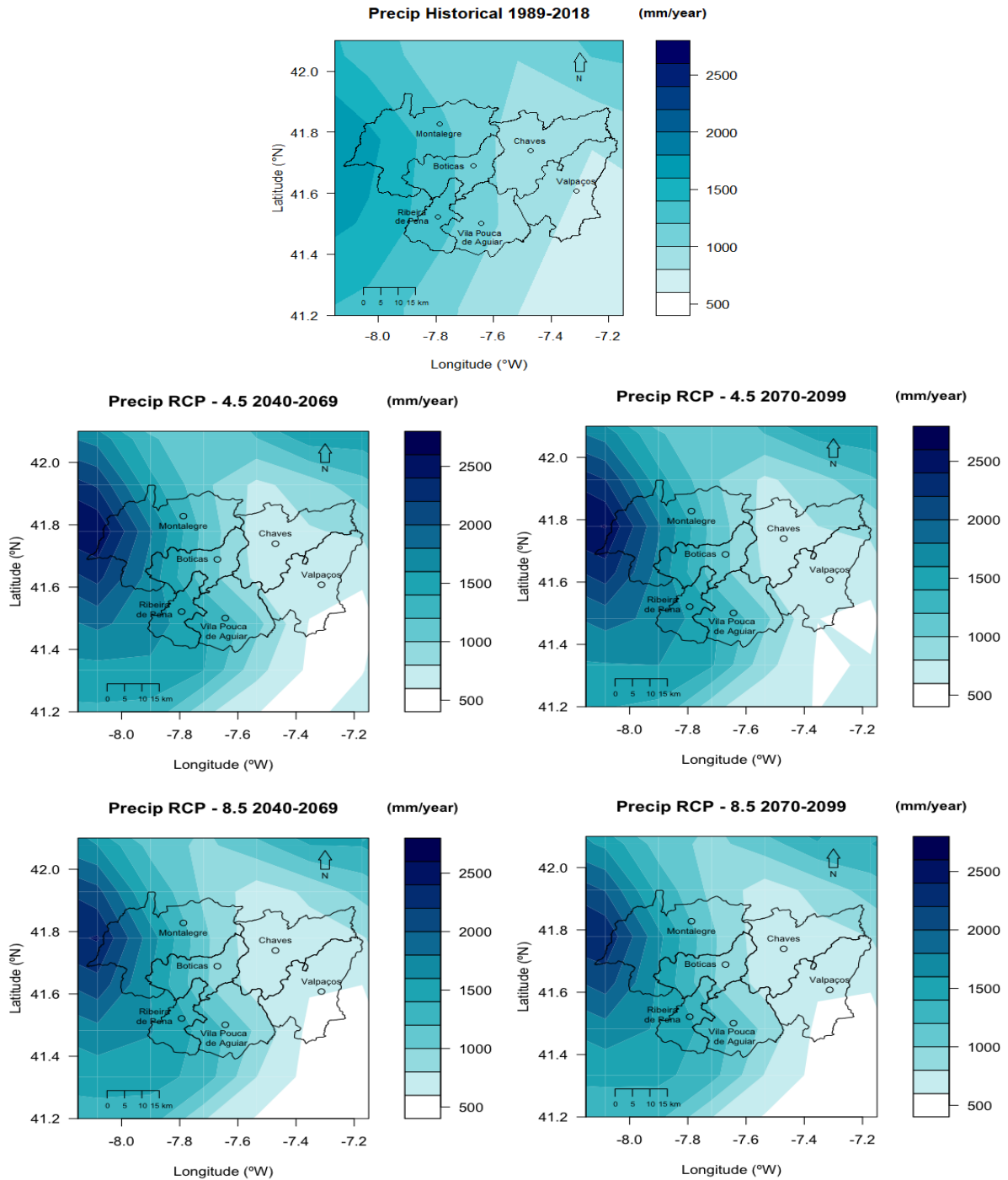


Figura 19- Precipitação média anual durante o período histórico (1989-2018) e projeção climática da precipitação média anual nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

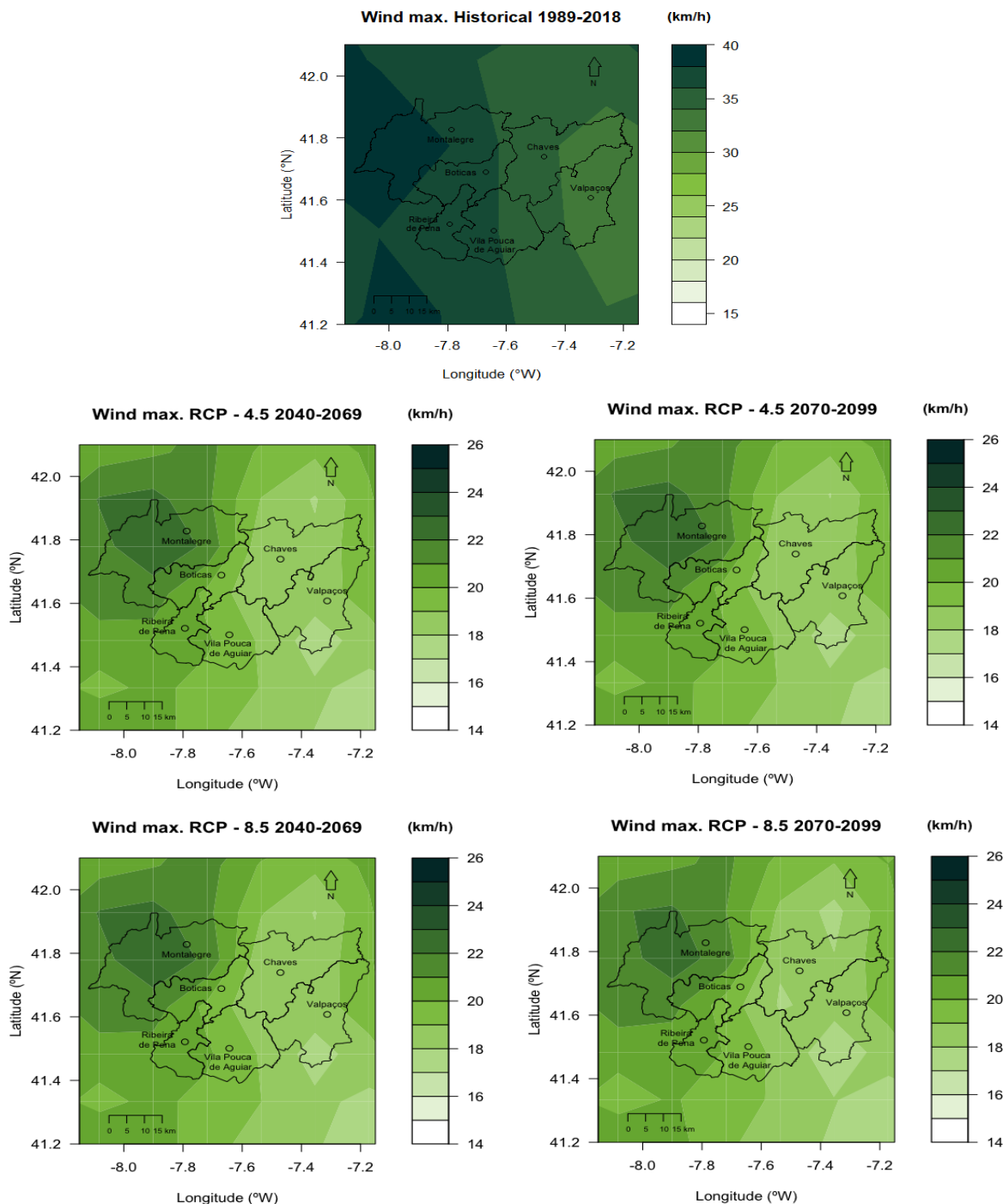




Figura 20- Média da velocidade máxima do vento durante o período histórico (1989-2018) e projeção climática do média da velocidade máxima do vento nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

4.3.2 Clima futuro – análise local

No âmbito da análise local, foram utilizados os dados reanalisados do ERA5 para avaliar o clima atual de cada município. Através da técnica multimodelar e da aplicação do ajustamento estatístico Q-Q na localização de cada município, foram computadas as projeções futuras de todas as variáveis para cada horizonte temporal e para os dois cenários, para além da sua variação em relação ao clima atual.

Assim, nas páginas que se seguem procede-se à análise de Climogramas relativos a temperatura, precipitação e a média da velocidade máxima do vento que excedam 30 km/h. A evolução de eventos climáticos extremos é também analisada.

4.3.2.1 Climogramas

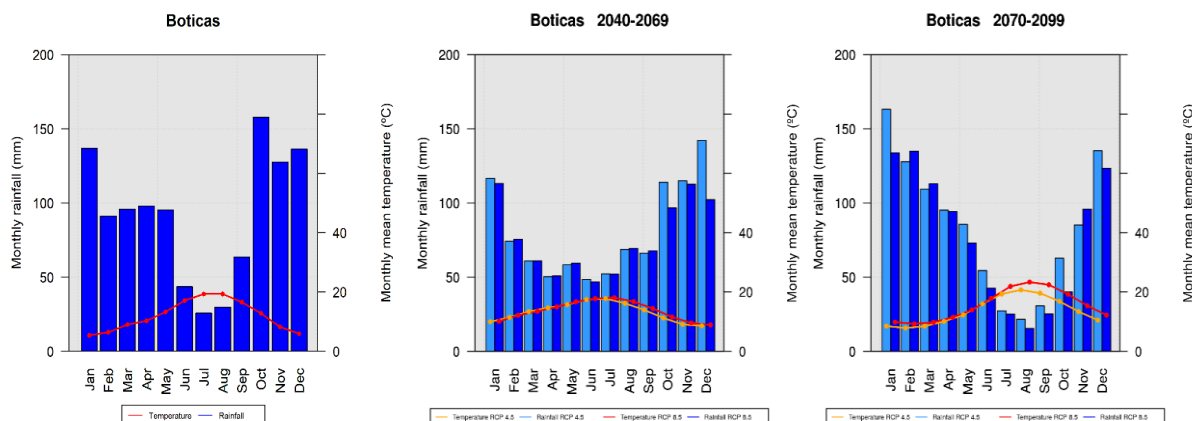


Figura 21- Climograma de Boticas, apresentando a temperatura média mensal e a precipitação mensal durante o período histórico (1989-2018) e nos cenários RCP 4.5 (azul claro e laranja) e RCP 8.5 (azul e vermelho), nos períodos de médio prazo (2040-2069) e de longo prazo (2070-2099).

A figura 21 mostra os climogramas para o clima atual ou período histórico (1989-2018), o futuro a médio prazo (2040-2069) e o futuro a longo prazo (2070-2099). As variáveis temperatura média e precipitação acumulada para RCP 4.5 e RCP 8.5 são apresentados em cada climógrafo. Este foi analisado no contexto mais alargado dos seis municípios.

No horizonte temporal de médio prazo (2040-2069), as temperaturas mostram um ligeiro aumento no cenário RCP 4.5 e uma distribuição mensal semelhante ao padrão atual. Contudo, no cenário RCP 8.5, o aumento da temperatura média é maior nos meses de julho a novembro. Em relação à precipitação acumulada, observa-se uma distribuição mais homogénea ao longo do ano, com um aumento da precipitação nos meses de Verão, fazendo com que este período deixe de se identificar com períodos de seca. No cenário RCP 8.5 a diminuição da precipitação será mais pronunciada do que no cenário RCP 4.5. Contudo, observa-se uma redução da precipitação anual nos dois cenários comparativamente ao clima atual.

No horizonte temporal de longo prazo (2070-2099), há um maior aumento das temperaturas médias no cenário RCP 8.5, quando comparado com o cenário RCP 4.5. Este aumento é maior nos meses entre julho e novembro. A distribuição da precipitação caracteriza-se por períodos de seca entre os meses de julho e setembro, tal como no clima atual e um severo declínio da precipitação durante a estação do Outono.

4.3.2.2 Regimes médios anuais

As figuras que se seguem evidenciam as variáveis temperatura máxima, média e mínima, precipitação acumulada e média da velocidade máxima do vento para Boticas.

Cada figura inclui os valores para o período histórico (1989-2018), o futuro a médio prazo (2040-2069) e o futuro a longo prazo (2070-2099) para os dois cenários (RCP 4.5 e RCP 8.5). Para além disso, as barras de erro mostram as incertezas associadas à técnica multimodelar. As incertezas foram calculadas como o desvio padrão.

No final desta secção, incluem-se tabelas com os valores das variáveis, assim como uma descrição com as principais conclusões que se podem inferir acerca do comportamento futuro destas variáveis. Este foi analisado no contexto mais alargado dos seis municípios.

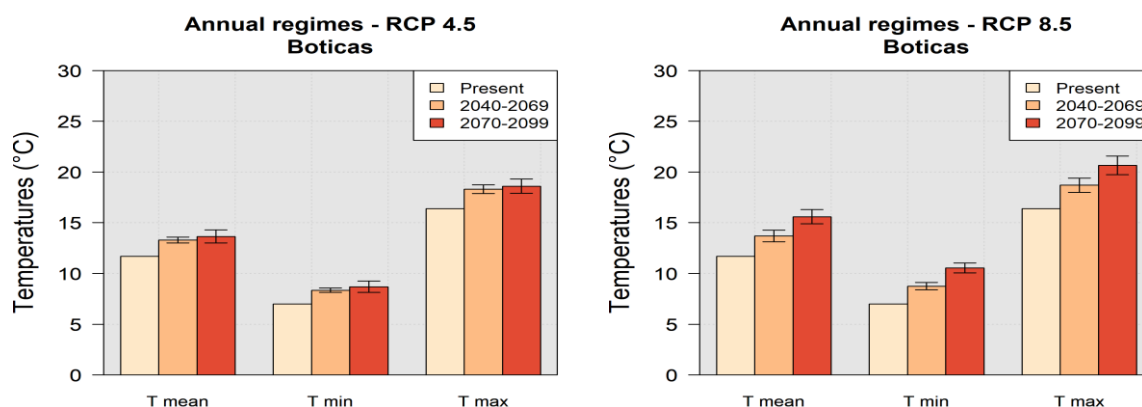


Figura 22- Regimes médios anuais para as temperaturas máxima, média e mínima de Boticas, para o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

Accum. PCP - Annual Boticas

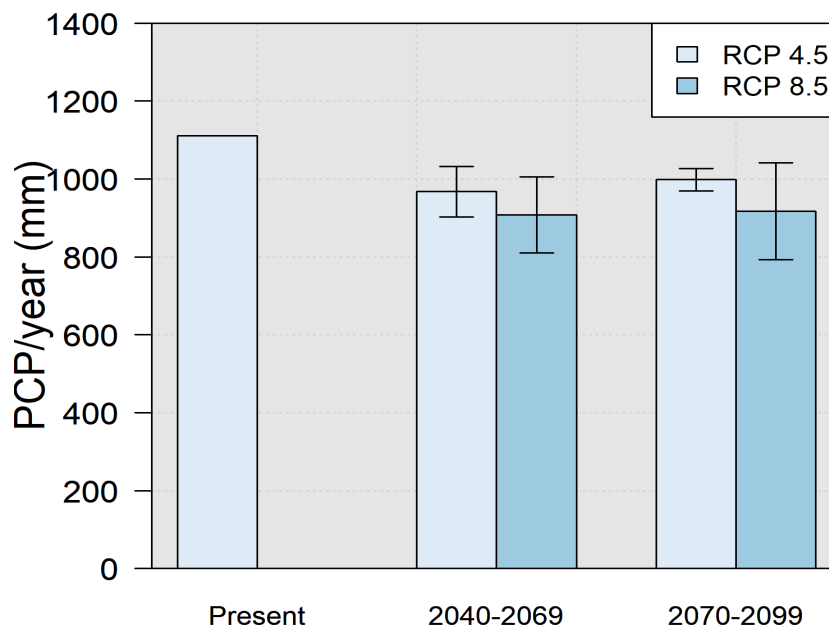


Figura 23- Regimes médios anuais para a precipitação média, para o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

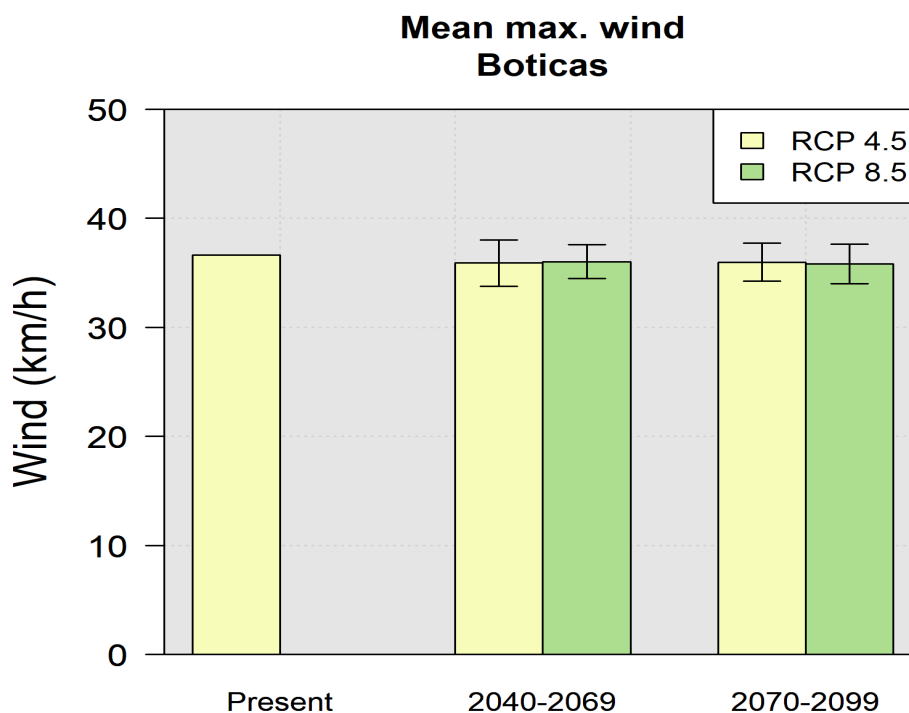




Figura 24- Regimes médios anuais para a velocidade média do vento máximo, para o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

Tabela 8- Regimes médios anuais projetados e variações para os períodos indicados, obtidos a partir das séries diárias regionalizadas, em Boticas.

Boticas	1989-2018	2040-2069		2070-2099	
		RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
Temperatura média (°C)	11,7	13,3 (+1,6)	13,7 (+2,0)	13,6 (+1,9)	15,6 (+3,9)
Temperatura mínima (°C)	6,9	8,4 (+1,5)	8,8 (+1,9)	8,7 (+1,8)	10,6 (+3,7)
Temperatura máxima (°C)	16,4	18,3 (+1,9)	18,7 (+2,3)	18,6 (+2,2)	20,7 (+4,3)
Precipitação (mm)	1101,7	967,3 (-12,0%)	907,6 (-17,6%)	998,4 (-9,4%)	916,7 (-16,8%)
Vento máximo (km/h)	36,6	35,9 (-0,7)	36,0 (-0,6)	36,0 (-0,6)	35,8 (-0,8)

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Em relação à temperatura média, é expectável um aumento geral de +1,9°C nos seis municípios no futuro a longo prazo, sob as condições do cenário RCP 4.5, e um aumento até +3,9°C no cenário RCP 8.5. Este aumento será mais pronunciado nos municípios localizados a Este e mais interiores (Chaves, Valpaços e Vila Pouca de Aguiar).

No que se refere às temperaturas mínimas, o aumento será ligeiramente inferior relativamente à temperatura média, sendo de +1,8°C no cenário RCP 4.5 e de +3,6°C no cenário RCP 8.5. O aumento mais significativo nas temperaturas será registado nas temperaturas máximas, ascendendo a +2,2°C no cenário RCP 4.5 e a +4,3°C no cenário RCP 8.5. O desvio padrão entre os dois modelos é pequeno, o que significa que o resultado obtido para cada um é consistente.

Para a variável precipitação anual, observa-se uma diminuição no futuro a longo prazo de -8,6% no cenário RCP 4.5 e de -15,2% no cenário RCP 8.5. O declínio da precipitação será ligeiramente superior no horizonte temporal de 2040-2069. O desvio padrão entre os dois modelos é ligeiramente superior no caso do cenário RCP 8.5, existindo, contudo, consistência na redução da precipitação em relação ao clima atual.

No que se refere à média da velocidade máxima do vento, constata-se uma pequena alteração, traduzível num decréscimo inferior a 1km/h. O desvio padrão entre os modelos é elevado, o que não permite apurar conclusões robustas.

4.3.2.3 Regimes sazonais

As figuras que se seguem evidenciam as variáveis temperaturas máxima, média e mínima, precipitação acumulada e média da velocidade máxima do vento para Boticas.

Cada figura inclui os valores para o período histórico (1989-2018), o futuro a médio prazo (2040-2069) e o futuro a longo prazo (2070-2099) para os dois cenários (RCP 4.5 e RCP 8.5). Para além disso, as barras de erro mostram as incertezas associadas à técnica multimodelar. As incertezas foram calculadas como o desvio padrão. Deve notar-se que este desvio é maior nos resultados relativos às estações do ano, comparativamente com os resultados anuais. Deste modo, os resultados dos regimes sazonais podem não ser conclusivos.

No final de cada secção, incluem-se tabelas com os valores das variáveis, assim como uma descrição com as principais conclusões que se podem inferir acerca do comportamento futuro das variáveis temperatura, precipitação e velocidade média do vento máximo. Este foi analisado no contexto mais alargado dos seis municípios.

4.3.2.3.1 Inverno (dezembro a fevereiro)

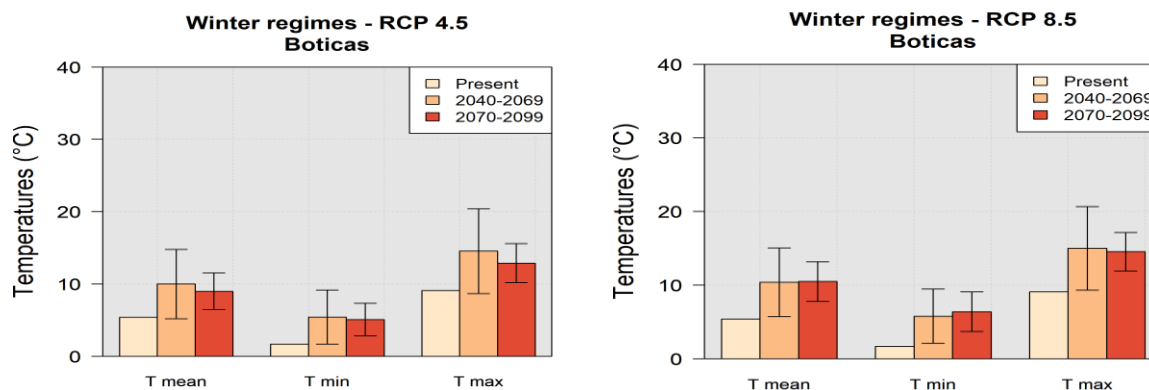


Figura 25- Regimes médios de Inverno para as temperaturas máxima, média e mínima de Boticas, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

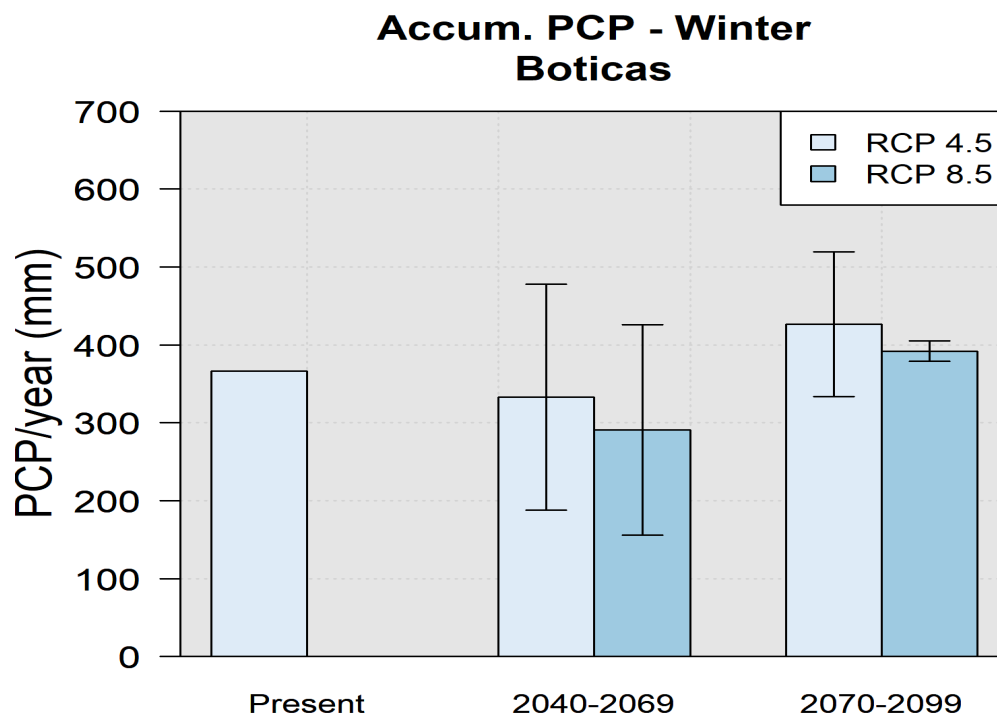


Figura 26- Regimes médios de Inverno para a precipitação, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

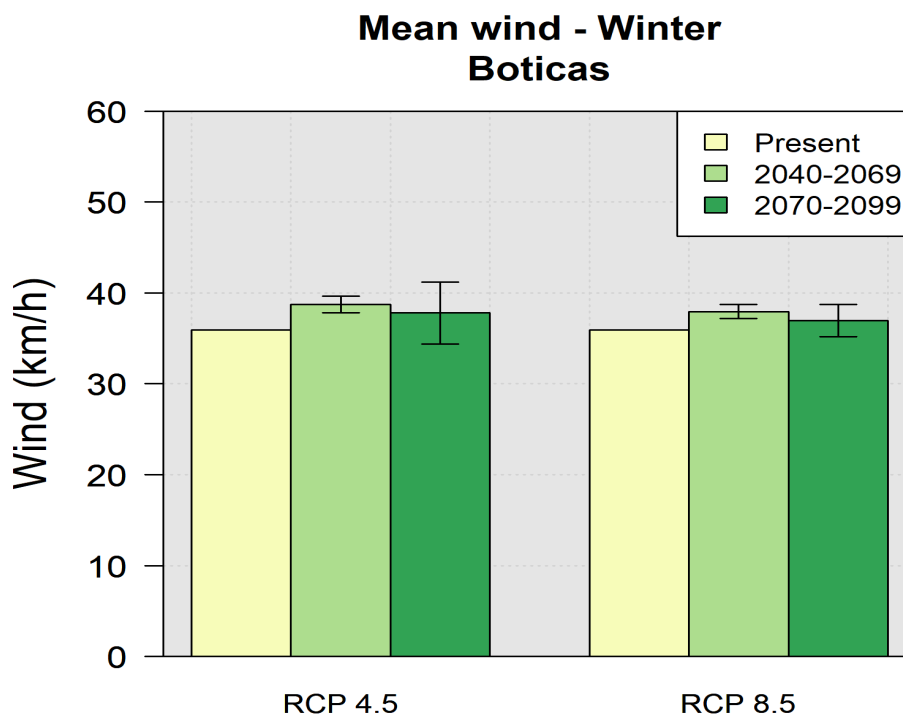




Figura 27- Regimes médios de Inverno para a média da velocidade máxima do vento , durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

Tabela 9- Regimes médios de Inverno e variações projetadas, para os períodos indicados, obtidos a partir das séries diárias regionalizadas, em Boticas

Boticas	1989-2018	2040-2069		2070-2099	
		RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
Temperatura média (°C)	5,3	10,0 (+4,7)	10,4 (+5,1)	9,0 (+3,7)	10,5 (+5,2)
Temperatura mínima (°C)	1,7	5,5 (+3,8)	5,8 (+4,1)	5,1 (+3,4)	6,4 (+4,7)
Temperatura máxima (°C)	9,1	14,6 (+5,5)	15,0 (+5,9)	12,9 (+3,8)	14,6 (+5,5)
Precipitação (mm)	364,3	333,1 (-8,6%)	291,0 (-20,1%)	426,2 (+17%)	392,1 (+7,6%)
Vento máximo (km/h)	35,9	38,8 (+2,9)	38,0 (+2,1)	37,8 (+1,9)	37,0 (+1,1)

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Em relação à temperatura média, a estação do Inverno apresenta um aumento médio da temperatura de +3,7°C no cenário RCP 4.5 e de +5,3°C no cenário RCP 8.5 no futuro a longo prazo. Este aumento da temperatura é ligeiramente inferior para as temperaturas mínimas e ligeiramente superior para as temperaturas máximas. No futuro a médio prazo, a precipitação apresenta um decréscimo e, num sentido contrário, um aumento a longo prazo, comparativamente com o clima atual. Não se verificam alterações assinaláveis na velocidade média do vento máximo.

4.3.2.3.2 Primavera (março a maio)

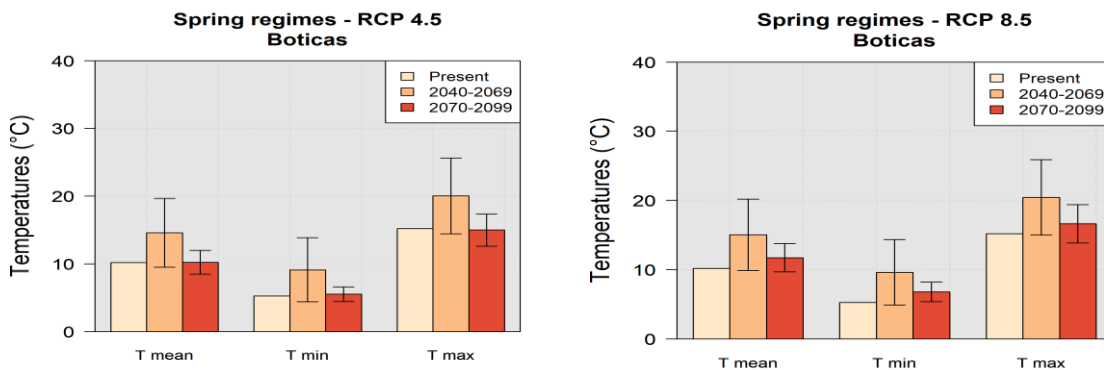


Figura 28- Regimes médios de Primavera para as temperaturas máxima, média e mínima de Boticas, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

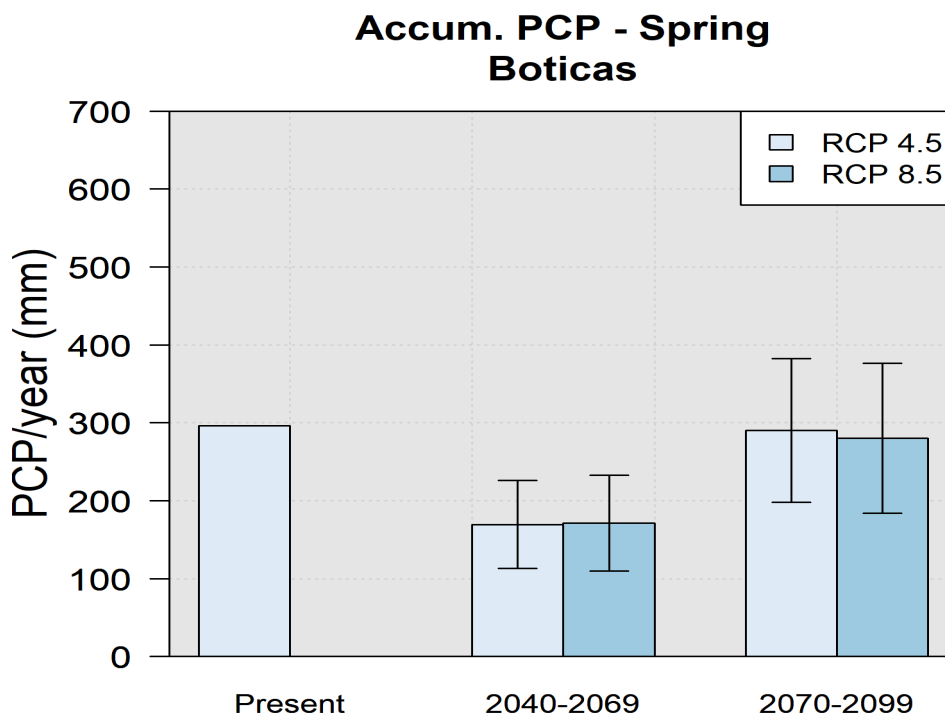


Figura 29- Regimes médios de Primavera para a precipitação, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

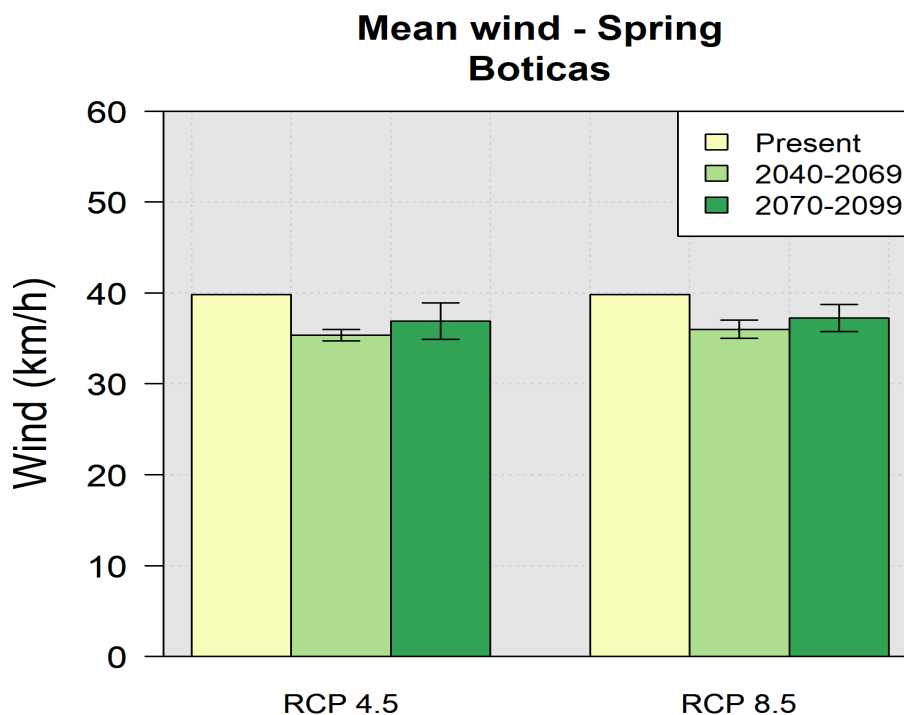





Figura 30- Regimes médios de Primavera para a média da velocidade máxima do vento , durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

Tabela 10- Regimes médios de Primavera e variações projetadas, para os períodos indicados, obtidos a partir das séries diárias regionalizadas, em Boticas

Boticas	1989-2018	2040-2069		2070-2099	
		RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
Temperatura média (°C)	10,3	14,6 (+4,3)	15,1 (+4,8)	10,3 (0,0)	11,8 (+1,5)
Temperatura mínima (°C)	5,3	9,2 (+3,9)	9,7 (+4,4)	5,6 (+3,3)	6,8 (+1,5)
Temperatura máxima (°C)	15,2	20,1 (+4,9)	20,5 (+5,3)	15,0 (-0,2)	16,7 (+1,5)
Precipitação (mm)	289,2	169,7 (-41,3%)	171,4 (-40,7%)	290,1 (+0,3%)	280,2 (-3,1%)
Vento máximo (km/h)	39,8	35,4 (-4,4)	35,4 (-4,4)	36,9 (-2,9)	37,5 (-2,3)

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Na estação da Primavera, verifica-se um aumento geral nas temperaturas a médio prazo de +4,0°C. Contudo, no futuro a longo prazo, as temperaturas aumentam apenas +1,5°C (aproximadamente) no cenário RCP 8.5, comparativamente ao clima atual. A tendência será similar no cenário RCP 4.5, ainda que o aumento das temperaturas no futuro a longo prazo seja pequeno, quando comparado com o clima atual.

Quanto à precipitação, verifica-se uma redução de 35% no futuro a médio prazo a um ligeiro aumento (comparativamente ao clima atual) no futuro a longo prazo. A velocidade máxima do vento sofre uma descida pouco significativa nos dois períodos e nos dois cenários.

4.3.2.3.3 Verão (junho a agosto)

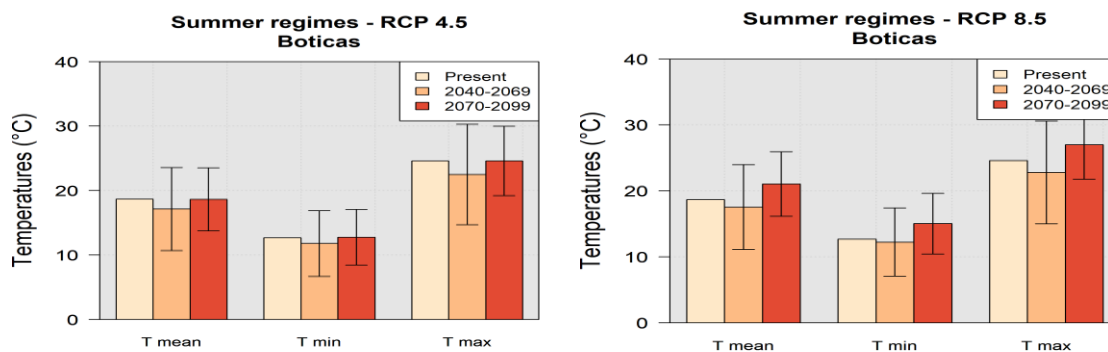


Figura 31- Regimes médios de Verão para as temperaturas máxima, média e mínima de Boticas, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099)

Accum. PCP - Summer Boticas

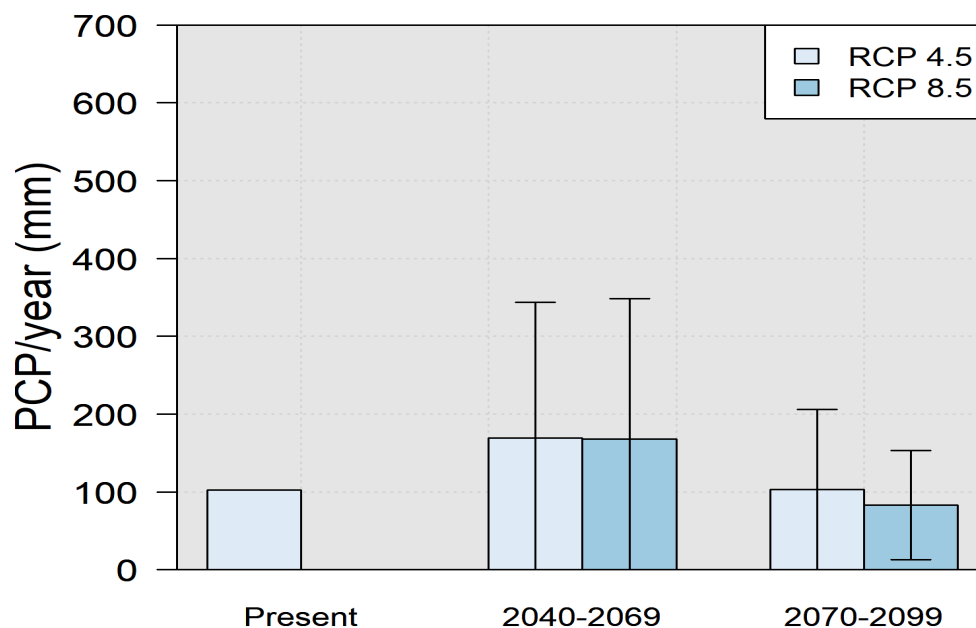


Figura 32- Regimes médios de Verão para a precipitação, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

Mean wind - Summer Boticas

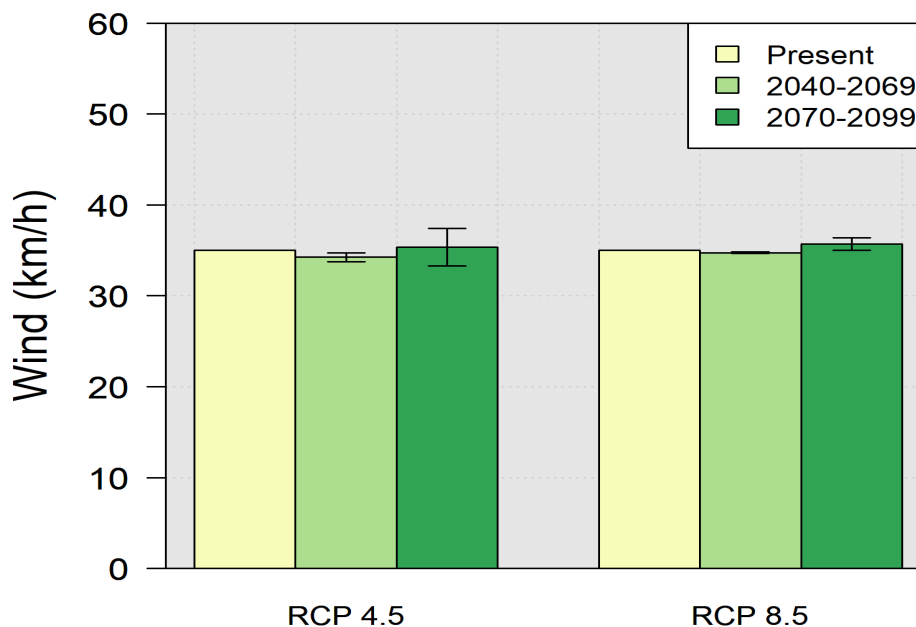




Figura 33- Regimes médios de Verão para a velocidade média do vento máximo, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

Tabela 11- Regimes médios de Verão e variações projetadas, para os períodos indicados, obtidos a partir das séries diárias regionalizadas, em Boticas

Boticas	1989-2018	2040-2069		2070-2099	
		RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
Temperatura média (°C)	18,6	17,2 (-1,4)	17,6 (-1,0)	18,7 (+0,1)	21,1 (+2,5)
Temperatura mínima (°C)	12,6	11,8 (-0,8)	12,3 (-0,3)	12,8 (+0,2)	15,1 (+2,5)
Temperatura máxima (°C)	24,6	22,5 (-2,1)	22,8 (-1,8)	24,6 (0,0)	27,0 (+2,4)
Precipitação (mm)	99,3	169,4 (+70,6%)	168,1 (+69,3%)	103,4 (+4,2%)	83,2 (-16,3%)
Vento máximo (km/h)	35,4	34,3 (-1,1)	34,8 (-0,6)	35,4 (0,0)	35,7 (+0,3)

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

No Verão, verifica-se uma diminuição das temperaturas no futuro a médio prazo de -1,2°C no cenário RCP 8.5 e de -1,6°C no cenário RCP 4.5. No entanto, no futuro a longo-prazo, as temperaturas aumentam para valores similares às do clima atual, de acordo com o cenário RCP 4.5, e de +2,3°C no cenário RCP 8.5.

A precipitação aumenta no futuro a médio prazo, mas o desvio padrão entre os dois modelos é muito elevado, o que impede a inferência de conclusões precisas. No futuro a longo prazo, a precipitação é ligeiramente superior à que ocorre atualmente. Não se observam alterações no que se refere à velocidade média do vento máximo.

3.3.2.3.4 Outono (setembro a novembro)

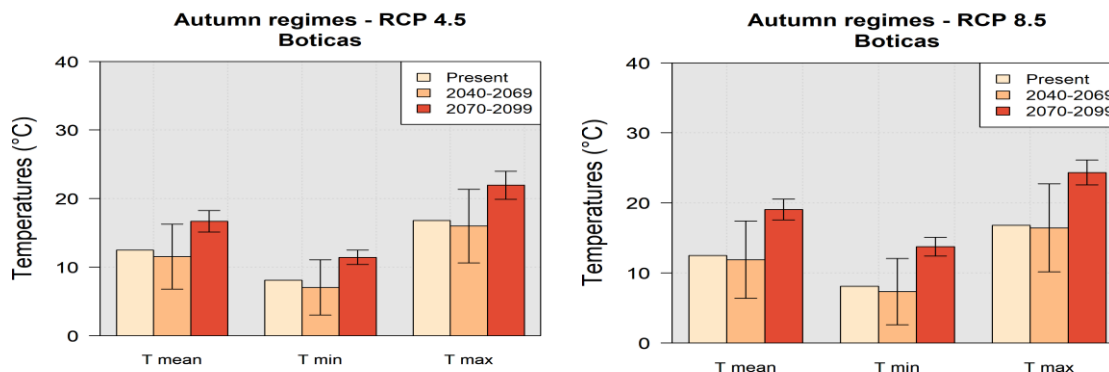


Figura 34- Regimes médios de Outono para as temperaturas máxima, média e mínima de Boticas, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

Accum. PCP - Autumn Boticas

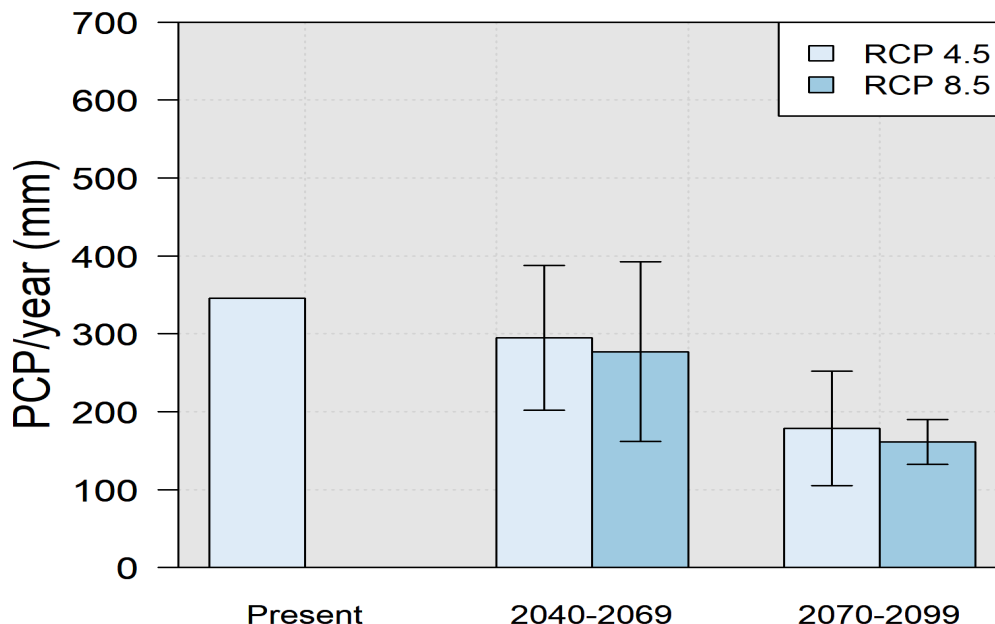


Figura 35- Regimes médios de Outono para a precipitação, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099)

Mean wind - Autumn Boticas

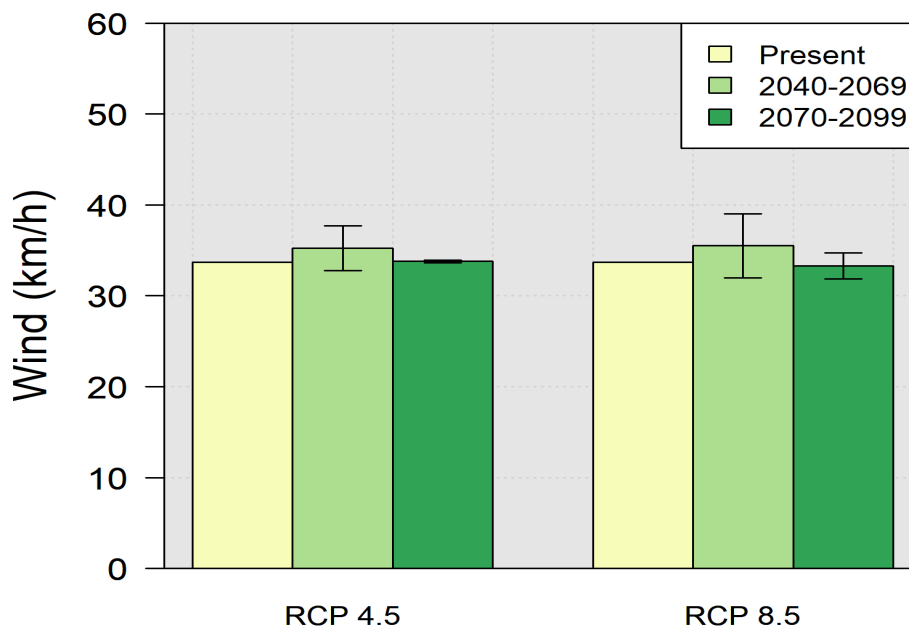


Figura 36- Regimes médios de Outono para a velocidade média do vento máximo, durante o período histórico (1989-2018) e a sua projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099)

Tabela 12- Regimes médios de Outono e variações projetadas, para os períodos indicados, obtidos a partir das séries diárias regionalizadas, em Boticas

Boticas	1989-2018	2040-2069		2070-2099	
		RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
Temperatura média (°C)	12,4	11,6 (-0,8)	11,9 (-0,5)	16,7 (+4,3)	19,1 (+6,7)
Temperatura mínima (°C)	8,1	7,1 (-1,0)	7,4 (-0,7)	11,5 (+3,4)	13,8 (+5,7)
Temperatura máxima (°C)	16,8	16,0 (-0,8)	16,5 (-0,3)	20,0 (+5,2)	24,4 (+7,6)
Precipitação (mm)	349,0	295,1 (-15,4%)	277,2 (-20,6%)	178,6 (-48,8%)	161,3 (-53,8%)
Vento máximo (km/h)	33,7	35,3 (+1,6)	35,5 (+1,8)	33,8 (+0,1)	33,3 (-0,4)

Na estação do Outono, há uma diminuição das temperaturas de $-0,8^{\circ}\text{C}$ no cenário RCP 4.5 e de $-0,4^{\circ}\text{C}$ no cenário RCP 8.5, no futuro a médio prazo. No futuro a longo prazo, no entanto, as temperaturas registam um aumento significativo de $+3,6^{\circ}\text{C}$ no cenário RCP 4.5 e de $+5,9^{\circ}\text{C}$ no cenário RCP 8.5.

Já no que se refere à precipitação, o declínio será de mais de 50% no futuro a longo prazo, comparativamente ao clima atual. Não se observam alterações no que se refere à velocidade média do vento máximo.

4.3.2.4 Índices climáticos

As figuras seguintes mostram as variáveis dos eventos que foram já definidos como índices climáticos. Estas apresentam o número médio de dias por ano de ocorrência de eventos no clima atual, no futuro a médio prazo e no futuro a longo prazo, nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5.

Em cada figura, as barras de erro mostram as incertezas associadas à técnica multimodelar. As incertezas foram calculadas como o desvio padrão.

No final desta secção, incluem-se tabelas com os valores das variáveis para Boticas, assim como uma descrição com as principais conclusões que se podem inferir acerca do comportamento futuro destas variáveis. Este foi analisado no contexto mais alargado dos seis municípios.

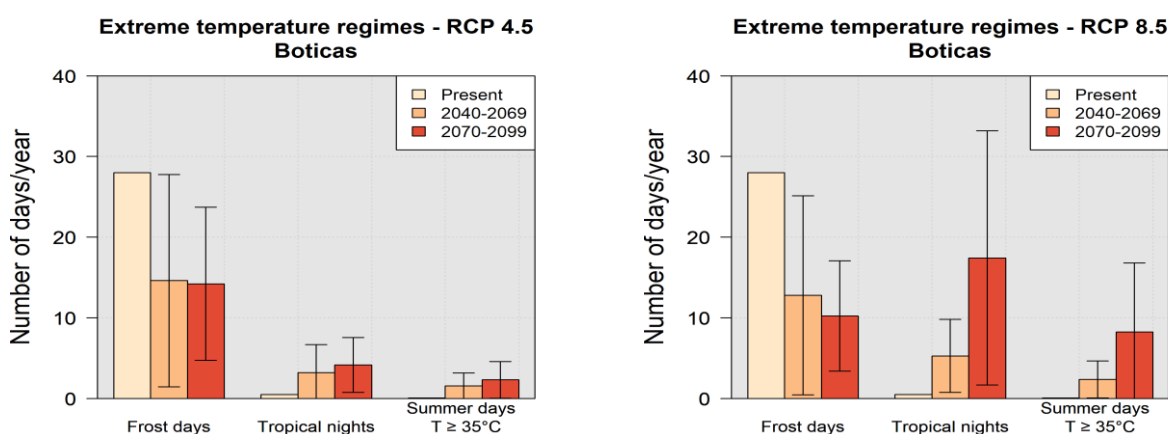


Figura 37- Dias de geada, noites tropicais e dias de Verão com $T \geq 35^{\circ}\text{C}$, para o município de Boticas, durante o período histórico (1989-2018) e a projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099)

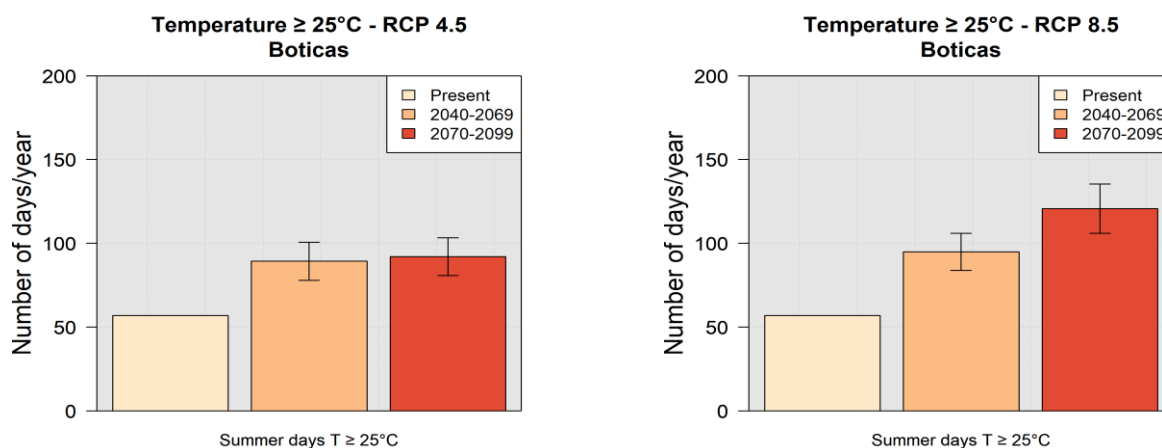


Figura 38- Dias de Verão $T \geq 25^{\circ}\text{C}$ para o município de Botica, durante o período histórico (1989-2018) e a projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

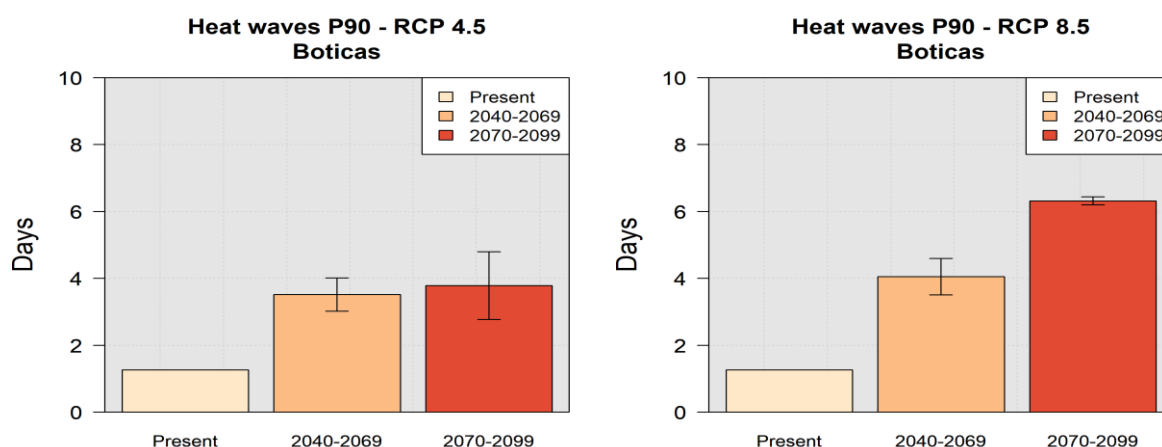


Figura 39- Ondas de calor $>90^{\text{th}}$ percentil, para o município de Boticas, durante o período histórico (1989-2018) e projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

PCP days Annual Boticas

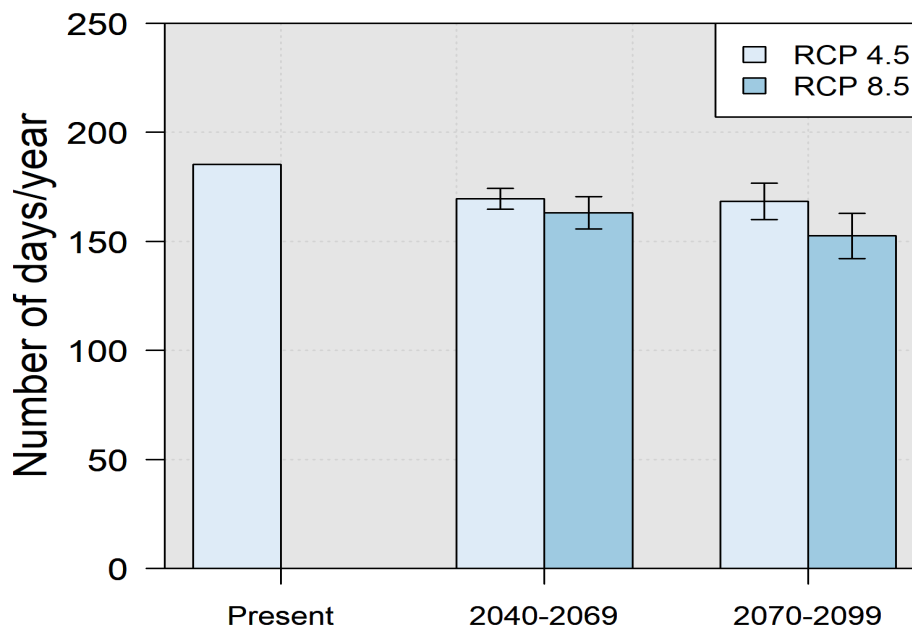


Figura 40- Dias de precipitação >1mm, durante o período histórico (1989-2018) e projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

Max. wind > 30km/h days - Annual Boticas

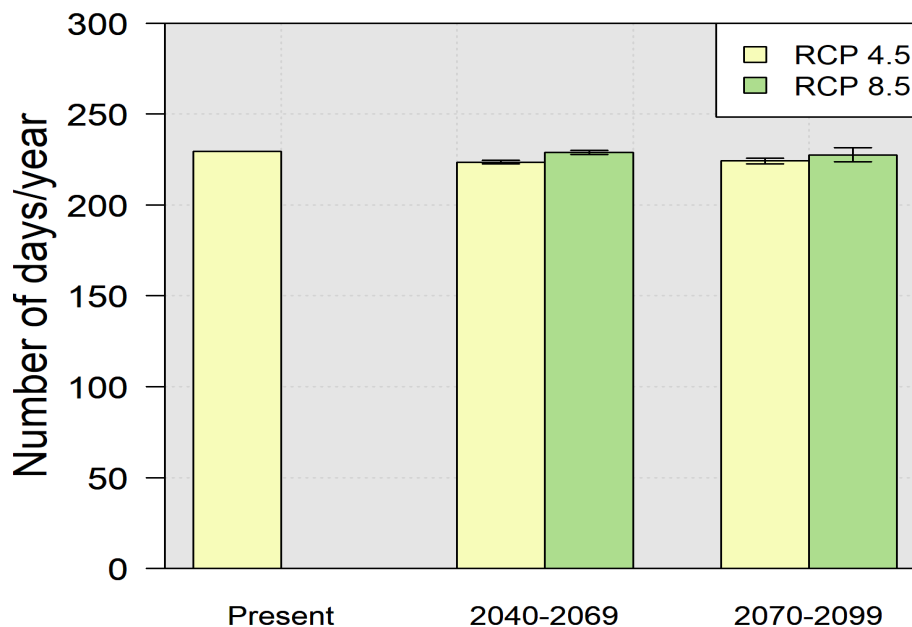





Figura 41- Dias de vento >30Km/h, durante o período histórico (1989-2018) e projeção climática nos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no futuro a médio prazo (2040-2069) e futuro a longo prazo (2070-2099).

Tabela 13- Dias médios dos índices climáticos e variações projetadas para os períodos indicados, obtidos a partir da série diária regionalizada, em Boticas



Boticas	1989-2018	2040-2069		2070-2099	
		RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
Dias de Verão $T_{max} \geq 25^{\circ}C$	56,4	89,3 (+32,9)	94,9 (+38,5)	92,0 (+35,6)	120,7 (+64,3)
Dias de Verão $T_{max} \geq 35^{\circ}C$	0,0	1,6 (+1,6)	2,4 (+2,4)	2,3 (+2,3)	8,3 (+8,3)
Dias de geada $T \leq 0^{\circ}C$	28,6	14,6 (-14,0)	12,8 (-15,8)	14,2 (-14,4)	10,2 (-18,4)
Noites tropicais $T_{min} \geq 20^{\circ}C$	0,5	3,2 (+2,7)	5,3 (+4,8)	4,2 (+3,7)	17,4 (+16,9)
Ondas de calor $T_{max} > 90^{th}$ percentil	1,3	3,5 (+2,2)	4,1 (+2,8)	3,8 (2,5)	6,3 (+5,0)

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Dias de precipitação \geq 1mm	185,1	169,4 (-15,7)	163,1 (-22,0)	168,3 (-16,8)	152,4 (-32,7)
Dias de vento >30 km/h	230,3	223,5 (-6,8)	228,9 (-1,4)	224,2 (-6,1)	227,6 (-2,7)

Os resultados obtidos nas projeções dos índices climáticos foram os seguintes:

- i. **Número de dias por ano em que se excede os 25°C:** os municípios localizados mais a Oeste (Montalegre, Boticas e Ribeira de Pena) registam o maior aumento. Em Montalegre este evento extremo aumenta em mais de 44% no futuro a longo prazo no cenário RCP 4.5 e mais de 59% no cenário RCP 8.5;
- ii. **Número de dias por ano em que se excede os 35°C:** todos os municípios experienciam um aumento deste evento extremo. Valpaços regista o maior aumento com +5,6 dias por ano no cenário RCP 4.5 e 17,5 dias por ano no cenário RCP 8.5 no futuro a longo prazo;
- iii. **Número de dias por ano com gelo:** todos os municípios apresentam uma diminuição de ocorrência deste evento extremo. Montalegre é o município onde os dias com gelo sofrem uma maior redução no futuro a longo prazo (-58% no cenário RCP 4.5 e -77% no cenário RCP 8.5), comparativamente com o período histórico;
- iv. **Número de dias por ano com noites tropicais:** todos os municípios apresentam um aumento do número de noite tropicais no futuro a longo prazo no cenário RCP 4.5 e um aumento mais significativo no cenário RCP 8.5. Valpaços regista mais de 7,1 noites tropicais por ano, no cenário RCP 4.5, e de 26,3 noites tropicais por ano, no cenário RCP 8.5. Contudo, o desvio padrão entre os dois modelos é elevado, o que não permite conclusões precisas;
- v. **Número de eventos de ondas de calor por ano:** no futuro a longo prazo, as ondas de calor registam um aumento em todos os municípios, aproximando-se de quatro (4) eventos por ano no cenário RCP 4.5 e de seis (6) eventos por ano no cenário RCP 8.5;
- vi. **Número de dias com precipitação por ano:** no futuro a longo prazo, todos os municípios observam uma redução no número de dias com precipitação por ano. Esta redução será mais acentuada em Vila Pouca de Aguiar: -18% no cenário RCP 4.5 e -26% no cenário RCP 8.5; e
- vii. **Número de dias por ano em que o vento médio excede os 30 km/h:** todos os municípios registam uma ligeira diminuição neste evento, aproximadamente - 4% ou menos.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

4.3.2.5 Principais conclusões

Esta secção descreve as principais alterações climáticas que são expectáveis no território da CIM-AT, de acordo com os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5.

No futuro a médio prazo (2040-2069), as temperaturas apresentam um ligeiro aumento no cenário RCP 4.5 e uma distribuição mensal semelhante ao padrão atual. Contudo, no cenário RCP 8.5 o aumento da temperatura média será mais elevado nos meses de julho a novembro.



Relativamente à precipitação acumulada, apesar de um decréscimo médio anual, observa-se uma distribuição mais homogénea ao longo do ano, com um aumento da precipitação durante os meses de Verão, fazendo com que estes meses deixem de coincidir com períodos de seca. No cenário RCP 8.5 a diminuição da precipitação será mais pronunciada relativamente ao cenário RCP 4.5.

No futuro a longo prazo (2070-2099), verifica-se um maior aumento da temperatura média no cenário RCP 8.5, quando comparado com o cenário RCP 4.5. Este aumento é mais elevado nos meses de julho a novembro. A distribuição da precipitação caracteriza-se por períodos de seca entre os meses de julho e setembro, tal como no clima atual, e um acentuado declínio da precipitação durante a estação do Outono. Em relação à média da velocidade máxima do vento, prevêem-se pequenas alterações no futuro, comparativamente ao período histórico ou clima atual.

O progressivo aumento das temperaturas influencia o aumento de eventos extremos relacionados com a temperatura. Assim, há um aumento no número de dias de Verão com temperaturas superiores a 25°C e a ocorrência de dias com temperaturas superiores a 35°C. As noites tropicais, em que a temperatura mínima é superior a 20°C, serão mais frequentes, ainda que o desvio padrão entre os dois modelos seja elevado e não permita conclusões precisas. Simultaneamente, as ondas de calor serão mais frequentes se comparadas com o clima atual.

Em relação aos dias com gelo, estes serão reduzidos para menos de metade. Numa extensão menor, os dias de precipitação serão igualmente reduzidos em mais de 26%. Relativamente ao número de dias com vento a exceder os 30 km/h, observa-se uma redução de cerca de 4%.

Deve ter-se em consideração que, apesar de se observar um aumento futuro da precipitação durante os meses de Verão, os resultados apresentam um desvio padrão elevado entre os dois modelos. No sentido contrário, a diminuição no número de dias de precipitação por ano apresenta um desvio padrão pequeno entre os dois modelos. Isto sugere




	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

que a ocorrência de um aumento da precipitação durante os meses de Verão estará associada com um aumento da precipitação do tipo convectiva, relacionada com o clima mais quente futuro. Apresenta-se, de seguida, as principais conclusões relativamente à temperatura e precipitação para cada um dos municípios do Alto Tâmega:

Boticas

Neste município verifica-se um contínuo aumento das temperaturas médias entre 1,6°C e 2,0°C no futuro a médio prazo e de 1,9°C a 3,9°C no futuro a longo prazo.

Adicionalmente, constata-se uma redução entre 9% e 17% da precipitação, sendo esta diminuição mais expressiva nos meses de Outono.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5. Vulnerabilidades futuras

5.1 Riscos Naturais e Tecnológicos e Segurança de Pessoas e Bens

5.1.1 Avaliação dos impactes e vulnerabilidades futuras



Com base nos cenários de evolução das principais variáveis climáticas, bem como no conjunto de eventos relevantes em matéria de segurança de pessoas e bens e riscos naturais e tecnológicos, pode-se antecipar um aumento dos impactes negativos (ameaças) diretos e indiretos sobre estes setores. Com o projetado agravamento da maior parte das variáveis associadas à ocorrência dos eventos climáticos identificadas, será expectável a intensificação e aumento futuros da capacidade destrutiva destes eventos. Mas, por outro lado, algumas das variáveis tenderão a desagravar-se, o que representará um impacte positivo (oportunidades) para a Segurança de Pessoas e Bens (SPB), ainda que os ganhos possam não ser muito expressivos, no balanço final das consequências e impactes esperados das alterações climáticas.

No PIC-L da CIM-AT, sobressaem os fenómenos de precipitação excessiva/inundações, no domínio dos fatores climáticos. As projeções climáticas apontam para uma redução generalizada da quantidade de precipitação média anual na CIM-AT. No entanto, as projeções também preveem a tendência para a concentração da ocorrência de precipitação no período de Inverno e a sua diluição nas restantes estações do ano.

Assim, serão esperados mais episódios de fenómenos de precipitação extrema, tal como se tem observado no decorrer das duas últimas décadas, aumentando a exposição e vulnerabilidade de pessoas e bens.

No entanto, conforme se constata e foi transmitido pelos diferentes interlocutores municipais, no decorrer dos trabalhos de campo, este fenómeno e as suas consequências adversas não incidem de igual modo nos seis (6) municípios da CIM-AT.

De acordo com os eventos identificados no primeiro ciclo de planeamento para a Região Hidrográfica 3 (RH3), as zonas em que, reconhecidamente, se verificaram cheias históricas de origem fluvial e/ou pluvial com danos patrimoniais e humanos significativos na Bacia do Douro afetaram a zona ribeirinha da cidade de Chaves e o concelho de Ribeira de Pena (APA 2018, Avaliação Preliminar dos Riscos de Inundações. Região Hidrográfica do Douro – RH3).

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Entre 2011 e 2018, foram reportados e caracterizados 46 eventos na RH3, dos quais 5 em Chaves. As cheias registadas em Chaves⁸ foram todas de origem fluvial, associadas a situações de forte precipitação, subida do nível da água do rio Tâmega e/ou deficiente drenagem. Os serviços afetados foram redes viárias e outros serviços públicos (APA, 2018).

A alteração nos regimes e quantitativos de precipitação conjugada com o aumento das temperaturas médias e o aumento significativo do número de dias com temperaturas $\geq 25^{\circ}\text{C}$ e do número, menos significativo, de dias com temperaturas $\geq 35^{\circ}\text{C}$ constituem, igualmente, um risco acrescido para a ocorrência de incêndios rurais / florestais com maior incidência no Verão, mas antecipando e alargando no tempo o período mais propício às suas deflagrações.

Assim, o alargamento do período de maior exposição e vulnerabilidade ao risco de incêndio terá implicações diretas e indiretas na afetação e emprego operacional dos meios de emergência, ao nível da mobilização dos Corpos de Bombeiros, disponibilidade de meios de combate a incêndios e emprego de meios aéreos.

O elevado número de incêndios (7 981) registado na região da CIM-AT, entre 2010 e 2019, tem comportado impactes diretos significativos sobre as pessoas, bens, equipamentos e infraestruturas, para além das consequências noutros setores, relacionados a montante e jusante, que se relacionam e impactam indiretamente na segurança de pessoas e bens.




Em termos do que se perspetiva como evolução “positiva” nos cenários climáticos, o aumento da temperatura média anual e do número de dias de noites tropicais, conjugada com a tendência de redução do número de dias com temperaturas negativas, tenderá a atenuar os impactes negativos relacionados com a ocorrência da queda de neve e formação de gelo e geada, mais frequentes no concelho de Montalegre, no âmbito da CIM-AT.

As projeções não permitem definir objetivamente tendências futuras de evolução das restantes tipologias de eventos climáticos, nomeadamente os ventos fortes e as tempestades/tornados, prevendo-se uma diminuição da média anual da velocidade máxima do vento e flutuações sazonais no regime de ventos.

Para além dos impactes diretos das alterações climáticas no Setor Segurança de Pessoas e Bens, as alterações climáticas projetadas resultarão em potenciais impactes negativos noutros setores, com relevância na segurança de pessoas e bens, nomeadamente:

- i. Agricultura e Florestas: as alterações no padrão médio anual e nos regimes sazonais de temperatura e precipitação, com implicação na duração e

⁸ Eventos reportados em: novembro de 2012, fevereiro de 2013, fevereiro de 2014, janeiro de 2016 e março de 2018.



	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

intensidade de situações de seca, poderão ter reflexos na produção agrícola de base familiar e afetar a segurança alimentar. Por outro lado, o aumento das condições de seca potencia o risco de deflagração e propagação de incêndios rurais / florestais e a escassez de água para consumo;

- ii. Segurança energética: a ocorrência de fenómenos climáticos extremos, pouco provável nos cenários para a CIM-AT, como precipitação excessiva e ventos fortes / tornados, poderão contribuir para um aumento de falhas intermitentes no fornecimento de energia elétrica, afetando o acesso a bens e serviços pela população e o funcionamento de equipamentos sociais e unidades de emergência e socorro. Por outro lado, a maior ocorrência de incêndios florestais também poderá ter implicações na segurança energética, pela afetação das redes de transporte e de distribuição de energia elétrica;
- iii. Produção de energia elétrica de origem hídrica: a redução da precipitação e consequentemente dos caudais dos principais cursos de água dos concelhos, poderá ter implicações na produção de energia elétrica nos aproveitamentos hidroelétricos existentes e em construção; e
- iv. Saúde humana: a afetação da qualidade do ar, associada às alterações nos padrões da temperatura, da precipitação, da ocorrência de ondas de calor e incêndios florestais, poderá potenciar o aumento de endemias, problemas respiratórios e cardiovasculares e o desconforto térmico, com efeitos na saúde humana e risco de perdas humanas, em particular nos segmentos da população considerados mais vulneráveis (idosos e crianças). A ocorrência de incêndios nas florestas contribui para a emissão de grandes quantidades de poluentes, com repercussões na qualidade do ar e com consequências na saúde das populações afetadas. O fumo é constituído por pequenas partículas, gases e vapor de água. O vapor de água constitui a maioria do fumo. O restante inclui monóxido de carbono (CO), óxido nítrico (NO₃), dióxido de carbono (CO₂), compostos orgânicos voláteis irritantes (COV) (tóxicos do ar e partículas muito pequenas: PM_{2,5} e PM₁₀)⁹.

A Tabela 14 apresenta, esquematicamente, a síntese dos principais impactes futuros no setor segurança de pessoas e bens e riscos naturais e tecnológicos, considerando, também, os impactes positivos (oportunidades) e os impactes negativos (ameaças),

⁹ <https://www.dgs.pt/saude-ambiental-calor/incendios-riscos.aspx>




	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

decorrentes das tendências de evolução dos riscos climáticos e dos riscos naturais e tecnológicos.




Tabela 14- Síntese dos principais impactes futuros-Segurança de Pessoas e Bens

Variáveis	Anomalia Climática	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
Precipitação	Diminuição da precipitação média anual	Diminuição da disponibilidade de águas superficiais e subterrâneas	Redução das disponibilidades hídricas para abastecimento público e para as atividades económicas	Identificação e exploração de novas origens de água
			Redução da disponibilidade hídrica para produção de energia hidroelétrica	Promoção de campanhas de sensibilização e implementação de estratégias para o uso eficiente da água
	Alteração do padrão de precipitação, com tendência para a concentração no Inverno e diminuição nas restantes estações do ano	Maior escassez de água na Primavera, Verão e Outono	Aumento da duração, intensidade e exposição a períodos prolongados de seca	Construção de soluções de armazenamento que não passem exclusivamente pela construção de novas albufeiras (por exemplo, pequenas barragens e/ou charcas de cariz privado)




Variáveis	Anomalia Climática	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
	Picos de precipitação excessiva	Aumento da frequência e intensidade de inundações	Aumento da frequência de cheias rápidas e inundações em meio urbano com afetações de pessoas, bens e infraestruturas	Rever nos instrumentos de gestão territorial as diretivas de uso e ocupação das áreas ameaçadas pelas cheias, atendendo a cartografia de risco desenvolvida tendo em consideração cenários de alterações climáticas
			População temporariamente desalojada, afetação e destruição de bens	Desenvolvimento e implementação em meio urbano de sistemas de alerta e aviso de inundações rápidas para reduzir a exposição de pessoas aos efeitos das cheias rápidas
			Aumento do risco de rotura de barragens e aproveitamentos hidroelétricos, com afetação de bens e equipamentos e potencial afetação de pessoas, no vale a jusante	Rever, difundir pela população e treinar a implementação dos Planos de Emergência Interna (PEI) das barragens

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Relatório de Vulnerabilidades Climáticas Futuras	




Variáveis	Anomalia Climática	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
	Diminuição da queda de neve e granizo	Diminuição das ocorrências de queda de neve e de granizo	-	<p>Redução da afetação de culturas agrícolas</p> <p>Redução da afetação de equipamentos e serviços (estradas, escolas, etc.).</p>
Temperatura	Aumento da temperatura média diária anual, da temperatura máxima e da temperatura mínima	Afetação da população e atividades económicas	Agravamento da escassez de água decorrente do aumento do consumo de água necessária para satisfazer as diferentes utilizações, com maior incidência no consumo humano e no setor agrícola	Oportunidade para fomentar a substituição progressiva das redes de distribuição gravítica do regadio por redes baseadas em estruturas hidropressoras com alimentação fotovoltaica
		Incremento das situações de seca e aridez dos solos.	Afetação negativa do coberto vegetal e favorecimento de condições propícias à propagação de incêndios rurais e florestais	Reforço da sensibilização da população e capacitação de produtores agroflorestais para a utilização e gestão segura do fogo, na queima de sobranes

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Relatório de Vulnerabilidades Climáticas Futuras	



Variáveis	Anomalia Climática	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
	Aumento do número de dias quentes, muito quentes e ondas de calor.	Afetação da saúde humana.	Aumento da mortalidade e morbilidade em grupos de risco definidos, nomeadamente idosos, doentes crónicos e indivíduos socialmente isolados	Oportunidade para reforçar os mecanismos de identificação e apoio de pessoas vulneráveis e/ou em situação de isolamento social
		Redução do conforto térmico no parque residencial e nos equipamentos de uso coletivo	Incremento da utilização de equipamentos para arrefecimento, com o inerente aumento de consumo energético	Oportunidade para a definição de normas construtivas bioclimáticas nos regulamentos urbanísticos (coberturas verdes, eficiência térmica...) e para fomentar incentivos financeiros e/ou fiscais, dirigidos à população mais carenciada, destinados à adaptação das habitações

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Relatório de Vulnerabilidades Climáticas Futuras	

Variáveis	Anomalia Climática	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
		Aumento das ocorrências e severidade dos incêndios rurais / florestais	Aumento das ignições e propagação de incêndios rurais/florestais, com afetação crescente de pessoas e bens	<p>Oportunidade para reforçar a articulação institucional entre o Município e as entidades da Administração Central responsáveis pelo ordenamento agroflorestal, nomeadamente os serviços desconcentrados do Ministério da Agricultura e do ICNF</p> <p>Oportunidade para reforçar a necessidade de implementar um programa de investimentos para reforço dos meios e sistemas municipais de prevenção de incêndios florestais</p>
	Diminuição do número de dias com temperaturas negativas / ondas de frio.	Diminuição de ocorrências de dias com temperaturas negativas / ondas de frio.	-	<p>Redução da morbilidade associada a temperaturas negativas / ondas de frio</p> <p>Redução do consumo energético e combustão de biomassa para aquecimento</p> <p>Melhoria das condições para fruição de espaços naturais e de lazer, criando oportunidades para a valorização dos recursos endógenos com aproveitamento turístico</p>

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Relatório de Vulnerabilidades Climáticas Futuras	

Variáveis	Anomalia Climática	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
	Diminuição das ocorrências de formação de gelo e geada.	Diminuição das ocorrências de formação de gelo e geada.	-	<p>Redução de acidentes rodoviários e de acidentes pessoais</p> <p>Redução da afetação de culturas agrícolas, com reflexo positivo na segurança alimentar de populações idosas e isoladas</p>
Vento	<p>Diminuição da média anual da velocidade máxima do vento;</p> <p>Flutuações sazonais no regime de ventos.</p>	Diminuição da ocorrência de ventos fortes.	-	<p>Desagravamento da afetação de edificações (coberturas)</p> <p>Desagravamento da ocorrência de queda de árvores</p>
Tempestades /tornados /trovoadas	Imprevisibilidade de manutenção/ocorrência de eventos meteorológicos extremos.	Ocorrência de tempestades/ Tornados/ Trovoadas.	<p>Aumento do risco de inundações súbitas.</p> <p>Afetação de redes aéreas de telecomunicações e de energia.</p> <p>Afetação de edificações.</p> <p>Queda de árvores.</p>	-

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	



O aumento da temperatura, com a inerente redução da humidade relativa do ar, conjugado com a ocorrência de dias consecutivos de temperaturas elevadas / muito elevadas e do período seco, potencia o risco dos incêndios florestais. Os incêndios florestais têm sido recorrentes ao longo dos últimos anos no território de Portugal Continental, com particular incidência durante o período de Verão. Com a intensificação dos incêndios, a capacidade de regeneração dos ecossistemas diminui, há perda de biodiversidade, escassez de água, alterações na temperatura, erosão do solo devido à destruição do coberto vegetal, e poluição dos recursos hídricos. Os incêndios prolongados e de maior duração afetam a saúde de quem está exposto, não só das populações, como de todos os agentes envolvidos na resposta.

Como principais impactes positivos (oportunidades) na região CIM-AT, identificaram-se os associados ao aumento do número de dias de noites tropicais e à redução do número de noites com temperaturas negativas, o que reduz as necessidades de aquecimento no Inverno e a ampliação do período de atividades turísticas mais repartido ao longo do ano, atenuando os efeitos da sazonalidade e dependência do Verão.

Associados aos impactes diretos nos fatores meteorológicos, associam-se a desertificação e a erosão dos solos, com a consequente afetação dos ecossistemas deles dependentes, que afetarão negativamente as atividades humanas.

À semelhança do estimado para as consequências de impactes diretos, também ao nível de consequências de impactes indiretos se identificam outros setores, cujos efeitos adversos podem ser relevantes para a Segurança de Pessoas e Bens, nomeadamente:

- i. Recursos hídricos – a concentração da precipitação no período de Inverno e a redução de precipitação nas estações de Primavera, Verão e Outono, aumentam a probabilidade de ocorrência de cheias e inundações, em situações extremas. A ocorrência de situações de precipitação intensa/extrema nos pós incêndios florestais severos intensifica a erosão hídrica dos solos e a possibilidade de contaminação de rios e albufeiras com as cinzas e outros contaminantes, transportados pela escorrência das águas, podendo afetar as próprias redes públicas de água para consumo;
- ii. Transportes e comunicações – em um cenário de maior probabilidade de frequência e intensidade de fenómenos climáticos extremos, os danos em infraestruturas de distribuição de energia elétrica, de telecomunicações e de transporte rodoviárias podem dificultar a resposta de emergência, dificultando a coordenação e ação dos meios de socorro, o que poderá constituir um fator de risco acrescido, principalmente sobre as populações envelhecidas e em situações de isolamento; e

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

- iii. Sistemas hidráulicos – situações de precipitação extrema poderão ter implicações na gestão de caudais nas barragens, aumentando o risco de cheias súbitas, com afetação de pessoas, bens e equipamentos.

No território da CIM-AT existem numerosas barragens em exploração e está em curso a construção de três novas barragens, duas no rio Tâmega e uma no rio Torno, as quais constituem perigosidade potencial para a população e para infraestruturas e atividades humanas dos vales a jusante e, também, das próprias albufeiras.

Na presente fase dos estudos, ainda não foram disponibilizados os respetivos Planos de Emergência, os quais permitiriam identificar com detalhe as vulnerabilidades futuras nos vales a jusante das barragens e também nas respetivas albufeiras.



As atividades e presença humanas nos vales a jusante das barragens e nas albufeiras e margens poderão ser afetadas em caso de rotura, considerando-se assim que existe uma vulnerabilidade significativa a este tipo de risco no território da CIM-AT, relacionado com eventos climáticos extremos (precipitação intensa), e com outros tipos de eventos como sismos de magnitude elevada, atos terroristas, manobra inadequada dos órgãos de segurança das barragens, entre outros, que possam desencadear processos que conduzam à rotura de barragens.

No contexto de alterações climáticas, e tendo presente os cenários estudados no âmbito do presente estudo, consideram-se as áreas potencialmente inundadas dos vales a jusante como as mais vulneráveis, devido a uma eventual rotura de barragens provocada por eventos extremos de precipitação.

Assumem particular relevância as vulnerabilidades futuras das captações de água localizadas nas albufeiras das referidas barragens, as quais constituem parte dos sistemas de abastecimento de água que servem os municípios da CIM-AT. Num cenário de uma eventual rotura de barragem, a inoperacionalidade dessas captações, tanto nas albufeiras como nos vales a jusante das barragens, afetará a população, atividades humanas, infraestruturas e ecossistemas.

5.1.2 Avaliação do risco climático setorial

A avaliação de riscos climáticos futuros na região da CIM-AT é um passo fundamental para o reconhecimento dos setores particularmente vulneráveis e para delinear as diferentes opções de adaptação, tendo em vista a mitigação das ameaças e vulnerabilidades identificadas e a potenciação de oportunidades.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

A determinação de risco foi obtida através da multiplicação da frequência de ocorrência de um determinado tipo de evento, pela magnitude das consequências causadas pelos impactes desse evento. Tanto a frequência de ocorrência (atual e futura) de um evento como a magnitude das suas consequências foram avaliadas numa escala de 1 (baixa) a 3 (alta).

Os riscos climáticos que apresentam um potencial de aumento mais acentuado são os relacionados com o aumento da temperatura média, com o acréscimo de dias muito quentes, dias de Verão e noites tropicais, e de dias de ondas de calor. Por outro lado, a precipitação total tenderá a diminuir nos dois cenários, quer no médio prazo, quer no longo prazo. O regime sazonal registará uma alteração no sentido de um provável alargamento e acentuação da severidade da estação seca, com maior concentração e picos elevados de precipitação no Inverno.

No âmbito do setor SPB, salientam-se os efeitos das alterações nos padrões de temperatura e precipitação na intensificação das situações de seca, de escassez e/ou degradação de recursos hídricos, desertificação e erosão do solo e no risco de incêndio, devido às condições dos combustíveis florestais. A escassez de água tenderá a agravar-se e constituirá um problema ambiental e humano de maior relevância.




Como salientado no relatório da Fase 1, a erosão dos solos pode levar à desertificação e consequente afetação dos ecossistemas deles dependentes, com reflexos nas atividades humanas.

As vulnerabilidades futuras, no contexto dos cenários considerados no presente estudo, estarão relacionadas com a maior suscetibilidade do território à desertificação dos solos, devido particularmente à erosividade da precipitação associada aos eventos extremos.

No território da CIM-AT a maior vulnerabilidade ocorrerá nas áreas de suscetibilidade elevada e moderada (66,5% e 14% da área da CIM-AT, respetivamente).

Como salientado no relatório da Fase 1, no horizonte temporal dos cenários considerados no presente estudo, o território exposto a esta tipologia de risco está associado principalmente às vertentes das principais elevações do território da CIM do Alto Tâmega. Relativamente ao risco de queda de neve e à queda de granizo, não são expeáveis alterações significativas aos padrões atuais, registando-se uma tendência generalizada aos seis municípios para um decréscimo de dias neste evento extremo.

As tempestades/tornados e as trovoadas/raios têm pouca expressão em matéria de segurança de pessoas e bens na CIM-AT, além de que as projeções não permitem avaliar tendências de evolução, pelo que para o perfil de risco não se identificam alterações ao longo do período de análise.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	




Por último, no que concerne aos ventos fortes, os cenários de evolução apontam para a redução do número de dias em que a velocidade máxima do vento excede os 30 km/h, todos os municípios deverão registar um decréscimo da ordem de 4%. No entanto, a incerteza associada a estes eventos, e considerando as características dos seus impactos e consequências, a projeção do nível de risco deverá ser observada com cautela, salvaguardando o princípio da precaução para acautelar as situações de incerteza.

Na Tabela 15 sintetizam-se os principais riscos climáticos identificados para o setor SPB e que poderão ocorrer como resultado das alterações climáticas nos territórios municipais da CIM-AT, do presente ao longo prazo, com a definição da tendência de risco.

A avaliação da potencial evolução dos riscos climáticos na região Alto Tâmega é indispensável para o passo seguinte, onde se procede à priorização dos riscos climáticos e, posterior, levantamento das necessidades de adaptação dos setores Segurança de Pessoas e Bens e Riscos Naturais e Tecnológicos.

Tabela 15- Avaliação do risco climático- Segurança de Pessoas e Bens

Risco climático	Avaliação	
	Médio Prazo (2040-2069)	Longo Prazo (2070-2099)
1A – Diminuição da disponibilidade de águas superficiais e subterrâneas.	4	6
1B – Maior escassez de água na Primavera, Verão e Outono.	6	9
1C – Aumento da frequência e intensidade de inundações.	4	6
1D – Diminuição das ocorrências de queda de neve e de granizo	3	3
2A – Afetação da população e atividades económicas	6	9
2B – Incremento das situações de seca e aridez dos solos	6	9
2C – Afetação da saúde humana	4	6
2D – Redução do conforto térmico do parque residencial e de equipamentos de uso coletivo	4	6

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Risco climático	Avaliação	
	Médio Prazo (2040-2069)	Longo Prazo (2070-2099)
2E – Aumento das ocorrências e severidade de incêndios rurais/florestais.	9	9
3A – Diminuição de ocorrências de dias com temperaturas negativas/ondas de frio.	3	2
3B – Diminuição de ocorrências de formação de gelo e geada.	4	3
4A – Diminuição da ocorrência de ventos fortes.	2	2
4B – Ocorrência de tempestades/tornados/trovoadas.	1	1

Perante esta avaliação do risco climático, no âmbito da Segurança de Pessoas e Bens, também são relevantes os fatores não climáticos. Da interação entre os dois tipos de fatores, a ocorrência de determinado evento pode ter consequências mais ou menos gravosas. Assim, a conjugação destes dois conjuntos de fatores deve, também, ser considerada em termos evolutivos, uma vez que a sua conjugação poderá potenciar os riscos e a afetação de vidas humanas e bens na região Alto Tâmega. Desta articulação, resultará a determinação das medidas de adaptação a implementar, pelo que desde já se identificam os fatores não-climáticos relevantes para este Setor:

- i. Aspectos demográficos – designadamente relacionados com a prevalência de índices de envelhecimento e isolamento da população residente, com menor autonomia e mobilidade, maior exposição e maior vulnerabilidade aos efeitos dos eventos extremos de origem climática, com implicações na saúde humana e segurança alimentar;
- ii. Aspectos sociais – decorrentes da menor capacidade de intervenção no território por parte da população idosa, refletindo-se na capacidade de resposta e na implementação eficaz de medidas de prevenção e mitigação;
- iii. Aspectos económicos – relacionados com as necessidades de financiamento e manutenção dos meios de resposta às várias tipologias de eventos climáticos extremos, o que pode influenciar de forma significativa os impactes resultantes da ocorrência destes eventos; e

- iv. Aspectos institucionais – designadamente no que concerne aos mecanismos de articulação entre serviços e entre as várias entidades regionais, municipais e locais envolvidas, refletindo-se na capacidade de resposta a emergências, principalmente face a eventos cujos impactes assumam uma dimensão territorial mais vasta.

5.1.3 Priorização dos riscos climáticos

Para a priorização dos riscos climáticos com maior incidência no Setor Segurança de Pessoas e Bens / Riscos Naturais e Tecnológicos procedeu-se à elaboração das respetivas matrizes de risco, considerando a situação atual, o médio termo e o longo termo.

Esta priorização permite identificar as vulnerabilidades futuras e que necessitam de respostas efetivas através da adaptação, a serem identificadas e implementadas globalmente no território da região Alto Tâmega e, especificamente, ao nível de cada um dos seis (6) municípios deste território.

A severidade de incêndios rurais/florestais, a maior escassez de água na Primavera, Verão e Outono e a redução da precipitação média anual, por um lado, e intensificação de picos de precipitação intensa, por outro, serão os novos desafios que apresentam um nível de risco mais elevado no médio e longo termo, no setor Segurança de Pessoas e Bens, e, assim, necessitam de ser equacionados desde já (Figura 42).

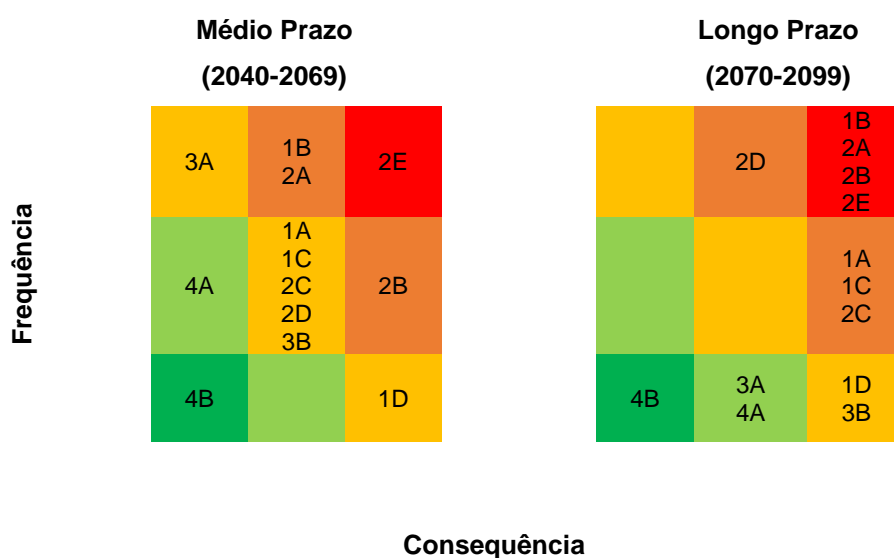





Figura 42- Matriz de risco para o setor Segurança de Pessoas e Bens

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

A priorização dos riscos e impactes (Tabela 15) associados às anomalias climáticas (Tabela 14) projetadas para o regime de precipitação terão incidências significativas na diminuição da disponibilidade de águas superficiais e subterrâneas (1A), decorrente da diminuição da precipitação média anual, e no aumento da escassez de água na Primavera, Verão e Outono (1B), decorrente da alteração sazonal do regime de precipitação. O aumento da frequência e intensidade de inundações (1C), associado a picos de precipitação excessiva, terá como impactes a afetação de infraestruturas e pessoas.



Os riscos associados ao aumento da temperatura média diária anual e das temperaturas máxima e mínima afetarão negativamente a população e as atividades económicas (2A) e levarão ao incremento das situações de seca e aridez dos solos (desertificação) (2B). O aumento previsto dos dias quentes, muito quentes e ondas de calor afetarão pessoas e bens, com incidência na afetação da saúde humana (2C), redução do conforto térmico do parque residencial e de equipamentos de uso coletivo (2D) e na ocorrência e intensidades de incêndios rurais/florestais (2E). De acordo com os cenários climáticos, estes riscos terão tendência para aumentar os seus impactes nos cenários de médio e longo prazo, tendo em conta a situação atual.

Por outro lado, os riscos associados às anomalias climáticas referentes à diminuição do número de dias com temperaturas negativas/ondas de frio (3A) e formação de gelo e geada (3B), terão uma tendência de desagravamento no médio e longo prazo. Em relação à queda de neve e granizo (1D), associados à variável precipitação, os cenários futuros não apontam para alterações significativas no médio e longo prazo, ainda que a sua imprevisibilidade já seja uma realidade no cenário atual, com as situações de queda de granizo a serem recorrentes na década transata, causando prejuízos avultados nas produções agrícolas.

Por último, os cenários climáticos não apontam para alterações significativas na ocorrência de situações de ventos fortes (4A), à semelhança das previsões para a evolução de ocorrência de fenómenos extremos, tais como tempestades/tornados/trovoadas (4B).

A Figura 42 representa a Matriz de Risco para o Setor Segurança de Pessoas e Bens, nos cenários de médio e longo termo, cruzando a frequência de ocorrência dos riscos identificados e a respetiva consequência dos seus impactes. No cenário de médio termo, os riscos prioritários estão relacionados com os aumentos significativos das temperaturas (média diária, máxima e mínima), que poderão levar ao aumento das ocorrências de incêndios rurais/florestais, apresentando a priorização mais elevada (9).

Por seu lado, no cenário de longo termo a priorização máxima é projetada para os riscos associados ao aumento das temperaturas, com o potencial aumento de ocorrências de

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

incêndios (2E), a afetação significativa das atividades económicas (2A), o agravamento das situações de maior escassez de água na Primavera, Verão e Outono (1B) e o incremento de secas e desertificação (2B). A afetação da saúde humana (2C), com uma priorização de 6, é uma matéria particularmente sensível em matéria de Segurança de Pessoas e Bens, considerando os cenários demográficos que apontam para a manutenção da tendência de envelhecimento e isolamento social da população residente.

5.1.4 Principais conclusões



A partir do conjunto de eventos climáticos ocorridos no Alto Tâmega, com relevância para os setores Segurança de Pessoas e Bens e Riscos Naturais e Tecnológicos, salientam-se que os impactes diretos associados a eventos de precipitação excessiva/cheias inundações (292 ocorrências), a situações de queda de gelo/neve/geada (45) e a situações de ocorrência de tempestades/tornados (11) foram os mais significativos no período considerado, que é a base da avaliação do risco presente.

A médio e a longo prazo, os impactes diretos decorrentes do aumento da temperatura média e do número de dias com temperaturas elevadas, em conjugação com a redução dos quantitativos anuais de precipitação e a sua concentração na estação do Inverno, levarão ao agravamento das situações de seca e de escassez de água, com afetação direta das populações.

Em termos de impactes indiretos, com incidência na segurança de pessoas e bens, a elevação da temperatura, aumento dos períodos de seca e concentração da precipitação, potenciarão a ignição de incêndios rurais/florestais que, para além da afetação de pessoas e bens, também terão impactes negativos pela afetação de infraestruturas e equipamentos.

As situações de precipitação extrema também terão impactes indiretos na segurança de pessoas e bens e nos riscos naturais e tecnológicos que, para além das cheias/inundações, tenderão a aumentar os riscos de erosão hídrica de solos, afetação de infraestruturas rodoviárias, deslizamento de vertentes, afetação de construções (risco de derrocada) e os riscos de acidentes hidráulicos, decorrentes de uma forte presença de barragens de várias dimensões no Alto Tâmega.

Para além dos impactes diretos e indiretos dos fenómenos climáticos extremos na segurança de pessoas e bens e nos riscos naturais e tecnológicos, também se identificaram fatores não-climáticos relevantes para estes setores, nomeadamente os aspetos demográficos (envelhecimento e isolamento), aspetos económicos para a necessária adaptação (onde se identificaram oportunidades), e aspetos institucionais, onde se destacam

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

o relacionamento de entidades aos diferentes níveis espaciais e a alocação de meios de emergência em situações de grande abrangência territorial.

A visita realizada à região em estudo permitiu ver no terreno a especificidade de cada um dos seis municípios e auscultar a sensibilidade dos representantes municipais para a questão das alterações climáticas e respetivos impactes no desenvolvimento futuro da região CIM-AT.

As diferenças nos efetivos populacionais e usos e ocupação predominantes do solo em cada um dos municípios, ainda que apresentem aspetos comuns, comportam uma grande diversidade.

O concelho de Chaves, sendo o mais populoso, concentra uma parte significativa da população residente e das atividades empresarias na cidade de Chaves e nos seus arredores, nas duas margens do rio Tâmega.

Os impactes identificados e avaliados das alterações climáticas terão, assim, dimensões diversificadas nos municípios, decorrentes da especificidade e diversidade presente em cada um deles.

Um fator de preocupação comum a todos os municípios, referido na visita, será o risco associado ao aumento das temperaturas e alteração nos padrões de precipitação, que terão repercussões na erosão dos solos, baixa de produtividade agrícola e abastecimento de água para consumo.

Os riscos mistos e tecnológicos não foram valorizados pelos municípios, sendo apontados alguns riscos associados ao abandono de antigas pedreiras, sem os respetivos planos de segurança e de recuperação, e os riscos associados ao transporte rodoviário de mercadorias perigosas, como na estrada N213, entre Valpaços e Mirandela.

Segundo se apurou localmente, as unidades autónomas de regaseificação (UAG's) de gás natural liquefeito (GNL) existentes na CIM-AT não levantam preocupações acrescidas, tendo em conta a sua localização e pouca vulnerabilidade face aos cenários de alterações climáticas.

De seguida apresenta-se um pequeno enquadramento de aspetos em destaque em cada um dos seis municípios da CIM-AT, que também procura refletir a informação veiculada em cada município no decorrer da visita efetuada pela equipa do Plano.

Para o presente relatório municipal apenas são considerados os dados referente ao município de Boticas.







	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tabela 16- Ficha síntese do município de Boticas

Riscos Climáticos e Mistos	Impactes: diretos e indiretos
Precipitação	<p>A redução da precipitação média e da sua repartição ao longo do ano poderá ter consequências na exploração hidroelétrica na Barragem do Canedo e no Aproveitamento hidroelétrico de Covas do Barroso, para assegurar outros usos da água.</p> <p>Poderá acrescer o risco de deflagração e propagação de incêndios florestais.</p>
Temperatura	<p>O aumento das temperaturas médias, associado à diminuição da precipitação, darão origem a secas e escassez de água, com afetação de pessoas e bens.</p> <p>Risco moderado de afeção da saúde humana, em consequência de dias contínuos de temperaturas elevadas e muito elevadas e possibilidade de ondas de calor.</p>
Secas	<p>A seca associada à redução de precipitação poderá implicar a afetação da distribuição de água para consumo humano e atividades económicas.</p> <p>Aumenta a vulnerabilidade aos riscos futuros de erosão dos solos na maioria da extensão do território, excetuando-se o setor nordeste.</p>
Incêndios	<p>Aumento de ocorrências de incêndios agrícolas / florestais.</p> <p>Emissão de grandes quantidades de poluentes, com repercussões na qualidade do ar e com consequências na saúde das populações afetadas.</p> <p>Agravamento de problemas respiratórios e cardiovasculares devido aos fumos dos incêndios de grande dimensão e duração.</p>
Tecnológicos	<p>Risco de falhas nos sistemas de recolha e drenagem de águas pluviais e lixivantes no Aterro Sanitário de Boticas, em situações de precipitação intensa e concentrada.</p> <p>Risco de derrame de lixiviados (líquidos) e acidentes rodoviários no transporte de resíduos, associados a situações de condições meteorológicas extremas.</p> <p>Risco do aumento da incidência de vetores transmissores dos perigos associados ao depósito de resíduos, por via do aumento da temperatura média e das temperaturas máximas.</p>



A Marca “Carne Barrosã” – DOP, um dos produtos emblemáticos no município de Boticas

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.2 Ordenamento de território, cidade e vulnerabilidades urbanas

5.2.1 Avaliação dos impactes e vulnerabilidades futuras

Como referido no relatório da Fase 1, o PNPOT 2019 introduz o conceito das Mudanças Críticas, dando relevância às Mudanças Ambientais e Climáticas, as quais são transversais às outras mudanças críticas identificadas naquele Plano de âmbito nacional.



No âmbito do território da CIM-AT, entre as Mudanças Ambientais e Climáticas previstas (secção 4), destacam-se os fatores aumento da temperatura média diária e variações nas temperaturas médias máximas e mínimas, assim como no aumento da ocorrência de noites tropicais, e alteração dos padrões de precipitação, cujos impactes serão mais prováveis de afetar a Região do Alto Tâmega, provocando a degradação e perda de recursos ambientais, atuando nos riscos e vulnerabilidades e induzindo alterações económicas e sociais no âmbito territorial da CIM-AT.

As cidades e outras áreas urbanas, como os aglomerados populacionais, enquanto espaços privilegiados de concentração da maior parte da população no território, são particularmente vulneráveis às alterações climáticas, em resultado de fatores como a artificialização do território, da dependência de sistemas de infraestruturas e de recursos exteriores. Estes espaços de intensa atividade humana contribuem para emissões gasosas e de partículas, com efeitos acentuados pelo aumento da temperatura e diminuição da precipitação, os quais têm incidência na saúde humana.

Por outro lado, as cidades têm uma influência importante no seu próprio clima, gerando “ilhas de calor” no espaço territorial urbano devido às modificações dos balanços radiativos e energéticos. Estas modificações traduzem-se pelo aumento da temperatura do ar, particularmente no centro das cidades, interferindo também com a velocidade e direção do vento, determinando por um lado a redução da velocidade e por outro lado criando corredores de aceleração do vento em função da morfologia urbana, e por vezes contribuindo para o aumento localizado da precipitação.

Como salientado nas previsões de alteração das variáveis climáticas no âmbito do presente estudo, o vento, a frequência de ondas de calor e de frio registarão variações pouco expressivas.

A estas variações corresponderão impactes nas cidades e espaços urbanos e relacionados com o Ordenamento do Território, devido às alterações climáticas e considerando os cenários desenvolvidos no presente estudo. Alguns serão manifestamente negativos, constituindo ameaças nos territórios urbanos (como a redução da precipitação

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

anual ou o aumento das ocorrências de precipitação extrema e da temperatura/ondas de calor), outros poderão considerar-se como tendo uma incidência positiva (caso do aumento da temperatura), atenuando a expressão negativa atual e futura de algumas variáveis como as vagas de frio, ou as ocorrências de geada, queda de neve ou granizo, e ainda as trovoadas/tempestades.

Como salientado no capítulo dos riscos naturais, sobressaem os fenómenos de precipitação excessiva / inundações, no domínio dos fatores climáticos. A maior frequência de ocorrência de fenómenos de precipitação extrema, como se tem observado, aumentam a exposição e vulnerabilidade dos espaços urbanos. Nos anos mais recentes, as repetições de cheias/inundações na região, com maior preponderância na cidade de Chaves, têm demonstrado a crescente afetação de espaços urbanos e particularmente das cidades.

Na Tabela 17 sintetizam-se os impactes futuros mais relevantes no setor Ordenamento do Território, cidades e vulnerabilidades urbanas (negativos e positivos), tendo em conta as projeções efetuadas no âmbito do presente estudo e descritas na secção 4. Os impactes positivos traduzem-se por oportunidades a ter em consideração nas ações de planeamento e ordenamento territorial (sobretudo nos planos municipais de ordenamento do território), com especial incidência nas áreas urbanas, embora sejam transversais a todo o território, alguns comuns a vários setores.










	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tabela 17- Síntese dos principais impactes futuros - Ordenamento De Território, Cidades e Vulnerabilidades Urbanas




Variáveis	Anomalia Climática	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
Precipitação	Diminuição da precipitação média anual	Afetação das disponibilidades hídricas anuais	Diminuição das disponibilidades hídricas para abastecimento público e para as atividades económicas	Criação de novas origens de água e reforço das atuais
			Redução da disponibilidade hídrica para produção de energia hidroelétrica	Necessidade de revisão das estratégias de promoção da eficiência energética
	Alteração do padrão de precipitação, com tendência para a concentração no Inverno e diminuição nas restantes estações do ano	Maior escassez de água na Primavera, Verão e Outono	Aumento da exposição a períodos prolongados de seca	Necessidade de revisão das estratégias de promoção do uso eficiente da água

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	




Variáveis	Anomalia Climática	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
	Picos de precipitação excessiva	Agravamento das Inundações	<p>Aumento da frequência de cheias rápidas e inundações em meio urbano com afetações no património edificado e atividades económicas e sociais;</p> <p>Aumento da exposição dos vales a jusante dos aproveitamentos hidroelétricos em caso de rotura de barragens, com potenciais afetações de população, atividades humanas, infraestruturas e ecossistemas ribeirinhos.</p>	Oportunidade para desenvolver sistemas de aviso e alerta em meio urbano para mitigação dos efeitos das inundações no património construído e nas atividades económicas e sociais.
		Agravamento da erosão hídrica	<p>Aumento da erosão hídrica do solo (perda de solo);</p> <p>Aumento do assoreamento de passagens hidráulicas e da rede de drenagem pluvial e de sumidouros em meio urbano.</p>	Oportunidade para desenvolver estudos hidrológicos/hidráulicos para criação de bacias de retenção a montante dos sistemas de drenagem pluvial em meio urbano com vista a retardar a chegada da ponta de cheia

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	




Variáveis	Anomalia Climática	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
	Diminuição das ocorrências de queda de neve e de granizo	Diminuição da queda de neve e de granizo	-	<p>Redução da frequência de obstrução dos sumidouros da rede de drenagem pluvial em meio urbano motivado pela acumulação esporádica de gelo provocada pela queda de granizo;</p> <p>Redução da afetação de culturas agrícolas.</p>
Temperatura	Aumento da temperatura média diária anual, da temperatura máxima e da temperatura mínima	Afetação das atividades económicas	Aumento da escassez de água para consumo humano e atividades económicas	<p>Promoção do uso eficiente da água</p> <p>Melhoria e diversificação das atividades turísticas e de lazer nos espaços naturais</p>
		Desertificação	<p>Agravamento das situações de aridez;</p> <p>Perdas de produtividade das culturas e do rendimento agrícola e florestal;</p> <p>Aumento do consumo de água.</p>	<p>Introdução de novas espécies/variedades nos espaços verdes urbanos, adaptadas a temperaturas mais elevadas e menos exigentes em água</p>

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	




Variáveis	Anomalia Climática	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
	Aumento do número de dias quentes, muito quentes e ondas de calor	Afetação do conforto humano	Diminuição do conforto térmico das habitações; Diminuição da qualidade de vida da população.	Inclusão nos IGT (particularmente nos regulamentos dos planos municipais de ordenamento do território) da utilização de materiais e equipamentos de maior eficiência energética beneficiando o conforto térmico dos edifícios tanto nos espaços urbanos como nos espaços rurais
		Afetação da saúde humana	Aumento de problemas respiratórios e propagação de vetores de doença sobretudo nos espaços urbanos.	
		Aumento do risco de incêndio	Aumento dos incêndios florestais.	

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Variáveis	Anomalia Climática	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
	Diminuição do número de dias com temperaturas negativas / ondas de frio	Ocorrências de temperaturas baixas / ondas de frio	-	<p>Redução da morbilidade associada a ondas de frio</p> <p>Redução dos consumos energéticos para aquecimento</p>
	Diminuição das ocorrências de formação de gelo e geada	Formação de gelo / geada	-	Redução da afetação de culturas agrícolas
Vento	Diminuição da média anual da velocidade máxima do vento e flutuações sazonais do regime de ventos	Diminuição da ocorrência de ventos fortes	Queda de árvores	Oportunidade para monitorização do estado de conservação das árvores em meio urbano

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Variáveis	Anomalia Climática	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
			Afetação de edificações	Oportunidade para monitorização do estado de conservação de edificações antigas
Tempestades/ tornados/trovoadas	Imprevisibilidade de manutenção / ocorrência de eventos meteorológicos extremos	Ocorrência de tempestades/tornados/trovoadas	Queda de árvores Afetação de edificações Inundações Cortes de energia e de telecomunicações	-




	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.2.2 Avaliação do risco climático setorial

Sintetiza-se na tabela 18 os principais riscos climáticos considerados no presente estudo. A ponderação do risco efetuada resulta do produto da frequência de ocorrência de um determinado tipo de evento, pela magnitude das consequências causadas pelos impactes desse evento. Tanto a frequência de ocorrência (atual e futura) de um evento, como a magnitude das suas consequências, foram avaliadas numa escala de 1 (baixa) a 3 (alta).

Tabela 18- Avaliação do risco climático – Ordenamento De Território, Cidades e Vulnerabilidades Urbanas

Risco climático	Avaliação	
	Médio Prazo (2040-2069)	Longo Prazo (2070-2099)
1A - Afetação das disponibilidades hídricas anuais	6	9
1B - Maior escassez de água na Primavera, Verão e Outono	6	9
1C – Agravamento das inundações	4	6
1D – Agravamento da erosão hídrica	4	6
1E - Diminuição da queda de neve e granizo	3	3
2A - Afetação das atividades económicas	6	9
2B - Desertificação	9	9
2C - Afetação do conforto humano	4	6
2D - Afetação da saúde humana	4	6
2E - Aumento do risco de incêndio	6	9
3A - Ocorrências de temperaturas baixas/ondas de frio	3	2

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Risco climático	Avaliação	
	Médio Prazo (2040-2069)	Longo Prazo (2070-2099)
3B - Formação de gelo/geadas	4	3
4A – Diminuição da ocorrência de ventos fortes	2	2
4B - Ocorrência de tempestades/tornados/trovoadas	1	1

O aumento dos fenómenos extremos, que podem conduzir à desertificação (2B), corresponderá a risco alto nos dois cenários estudados. O aumento das temperaturas elevadas/ondas de calor que podem afetar as atividades económicas (2A), da redução da precipitação anual média e escassez hídrica sazonal (1A e 1B) corresponderá a risco moderado a alto nos dois cenários. O aumento da ocorrência de precipitação intensa que provoca agravamento das inundações e do risco de erosão (1C e 1D), apresentará um nível de risco moderado no médio e longo termo, embora com intensidade crescente do médio para o longo termo.

Por outro lado, a diminuição das ocorrências de ondas de frio e diminuição do número de dias com temperaturas baixas (risco moderado a baixo), menores ocorrências de precipitação sob a forma de neve e redução da formação de geada e gelo, constituem fatores de menor risco (risco moderado a baixo) que tenderão a diminuir nos dois cenários climáticos como assinalado na Tabela 18.

As variáveis precipitação sob a forma de granizo (risco baixo), os ventos fortes ou as tempestades/tornados/trovoadas (risco baixo) manterão o padrão atual nos dois cenários de médio e longo termo considerados no âmbito do presente estudo.

Face a estes incrementos nas variáveis climáticas e respetivo risco associado, assim como na redução de outros riscos assinalados, importa estabelecer a priorização das intervenções a realizar no território da CIM-AT com vista a mitigar ou potenciar os efeitos das alterações climáticas identificadas.

5.2.3 Priorização dos riscos climáticos

Para a priorização dos riscos climáticos com maior incidência no Setor Ordenamento do Território, cidades e vulnerabilidades urbanas, elaboraram-se as respetivas matrizes de risco, considerando a situação atual, o médio termo e o longo termo para os riscos climáticos avaliados no capítulo anterior (4) e esquematizados na Tabela 18.

Esta priorização permite estabelecer, para os riscos climáticos futuros previstos no presente estudo, aqueles que deverão ser objeto prioritário de medidas de mitigação e adaptação dos seus efeitos, a desenvolver em fases subsequentes do presente estudo (Figura 43).

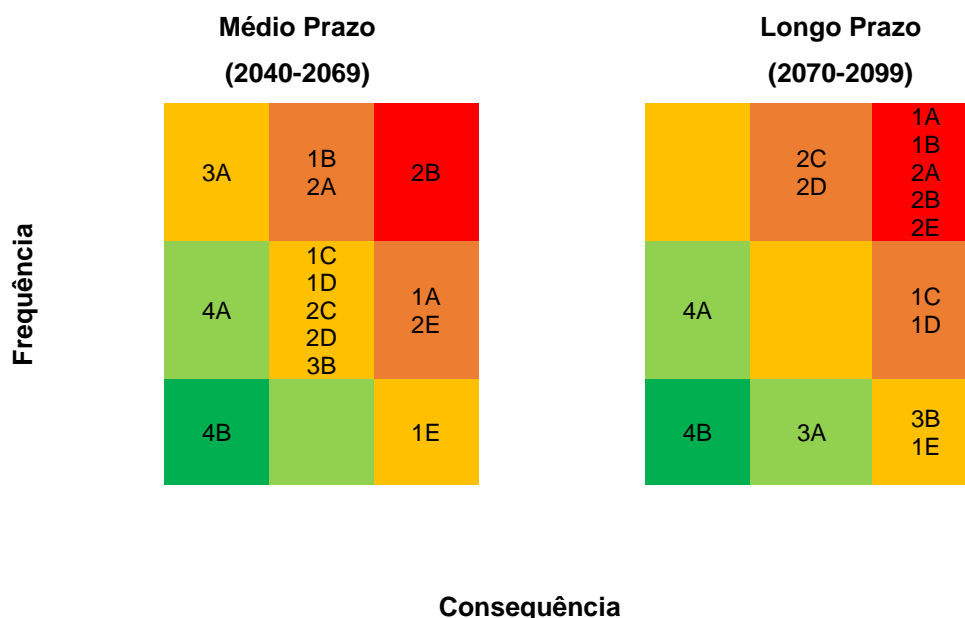




Figura 43- Matriz de Risco - Ordenamento De Território, Cidades e Vulnerabilidades Urbanas.

Como referido anteriormente, o risco de desertificação corresponde a risco alto nos dois cenários estudados, pelo que devem ser enquadradas medidas prioritárias para atenuar/mitigar os seus impactes no território rural e urbano.

O aumento das temperaturas elevadas/ondas de calor e a redução da precipitação anual média e escassez sazonal corresponderão a risco moderado a alto nos dois cenários, o que configura também a necessidade de enquadrar medidas prioritárias que mitiguem os seus impactes.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

O aumento da ocorrência de precipitação intensa apresentará um nível de risco moderado no médio e longo termo, embora com intensidade crescente do médio para o longo termo, havendo necessidade de considerar os correspondentes impactes com prioridade intermédia.

A diminuição das ocorrências de ondas de frio e diminuição do número de dias com temperaturas baixas apresentam risco moderado a baixo e as menores ocorrências de precipitação sob a forma de neve e redução da formação de geada e gelo, constituem fatores de menor risco (risco moderado a baixo) que tenderão a diminuir nos dois cenários climáticos como assinalado na Tabela 18. Para estes riscos, considera-se que os seus impactes são positivos e manifestam-se de forma indireta no território, não se considerando prioritária a sua abordagem enquanto risco, mas sim enquanto tendência positiva que atenua outros impactes como as ondas de calor e a tendência para aumento da temperatura.



As variáveis precipitação sob a forma de granizo (risco baixo), os ventos fortes ou as tempestades/tornados/trovoadas (risco baixo) manterão o padrão atual nos dois cenários de médio e longo termo considerados no âmbito do presente estudo. Para estes riscos a abordagem de medidas de mitigação terá prioridade baixa.

5.2.4 Principais conclusões

No contexto da previsão das variações da temperatura (aumento) e da precipitação (redução) tendo em conta os cenários climáticos considerados no presente estudo, as vulnerabilidades urbanas futuras apontam para uma maior exigência em termos de disponibilidades hídricas para fazer face aos acréscimos dos consumos devido ao aumento da temperatura. Este acréscimo no consumo de água estará intimamente ligado à necessidade de a população fazer face ao aumento da temperatura, assim como à maior exigência de água por parte dos espaços verdes das cidades enquanto consumidores de água, particularmente os espaços verdes de grandes dimensões.

Outro aspeto relevante quanto às vulnerabilidades das cidades e espaços urbanos está relacionado com o acréscimo dos consumos energéticos dos equipamentos de arrefecimento, nos setores da indústria, comércio, serviços e doméstico para fazer face ao aumento da temperatura.

A consideração das referidas vulnerabilidades futuras às alterações climáticas nos instrumentos de gestão territorial (IGT), particularmente nos PDM, será o elemento chave para a mitigação dos efeitos/impactes (Tabela 17) da alteração das variáveis climáticas

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

previstos no presente estudo (Tabela 18) e conseqüentemente na necessária adaptação a essas alterações.

De facto, considera-se que os Planos Municipais, particularmente o PDM, por se tratar de um IGT de cobertura territorial mais abrangente, de elaboração obrigatória e que vincula a atuação das entidades públicas e ainda direta e imediatamente os particulares, são os instrumentos mais adequados para a execução das políticas de ordenamento dos espaços urbanos, as quais são enquadradas por planos, programas e estratégias de nível hierárquico superior.



Estas políticas de ordenamento e gestão dos espaços podem contrariar os impactes no conforto bioclimático percebido pela população, na produtividade e economia urbana e no aumento da morbidade e mortalidades devido ao aumento da temperatura, e sobretudo às ondas de calor (mais acentuadas nas cidades).

Os PDM são assim os instrumentos de gestão territorial mais adequados para enquadrar as estratégias de gestão e qualificação dos espaços urbanos das cidades, uma vez que poderão intervir nas opções de localização dos diversos espaços destinados às atividades económicas, de empresas e indústrias, dos espaços destinados a funções residenciais, ou equipamentos de serviços e desportivos, definindo assim a morfologia urbana mais adequada para fazer face às previsíveis alterações climáticas identificadas no presente estudo.

Estes planos municipais acabam por enquadrar de forma integrada o planeamento estratégico e a gestão do uso do solo, a regulamentação dos índices de construção e a gestão do espaço público das cidades, assim como a gestão da água e dos resíduos, entre outros, podendo assim contribuir para a mitigação e adaptação às alterações climáticas.

No território da CIM-AT constata-se que alguns municípios já contemplam, no âmbito da revisão dos correspondentes PDM, aspetos relacionados com as vulnerabilidades territoriais face às alterações climáticas. Como exemplo refere-se o concelho de Chaves que contempla no estudo prévio da revisão do PDM um capítulo específico sobre riscos (estudo de caracterização de riscos de Chaves), onde se incluem os riscos climáticos.

No entanto, outros municípios, embora não contemplando ainda nos seus PDM abordagens relacionadas com as alterações climáticas devido ao longo processo de revisão em que se encontram, têm presente a sua importância desenvolvendo ações concretas de mitigação/adaptação dos efeitos das alterações climáticas, como se indica seguidamente, embora de forma não exaustiva:

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Município de Boticas

i. PDM Boticas, 8 de outubro de 2008

1. No município de Boticas salienta-se o Pacto de Autarcas para o Clima e Energia, no âmbito do qual tem desenvolvido implementação do Pacto. O 4º relatório de implementação (janeiro de 2020), no seguimento dos relatórios de implementação anteriores, aponta para medidas de sustentabilidade, como:



Eficiência Energética

- Adaptação da iluminação pública e de alguns equipamentos e infraestruturas municipais para maior eficiência energética;
- Promoção da mobilidade sustentável; e
- Adaptação da frota municipal ao contexto de eficiência energética.

Sensibilização Ambiental

- Com objetivo implícito de mitigar as emissões de CO₂ e alterar comportamentos, a autarquia organizou várias ações de sensibilização; e
- Prevê ainda um conjunto de ações futuras de adaptação para fazer face às alterações climáticas

Para o presente relatório municipal apenas são considerados os dados referente ao município de Boticas.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.3 Agricultura

5.3.1 Sistemas agrícolas



A atividade agrícola está intrinsecamente relacionada com as condições meteorológicas, motivo pelo qual foi cunhado o termo agrometeorologia. Para além dos parâmetros como a temperatura do ar e a quantidade de precipitação, determinação de parâmetros específicos, como as temperaturas acumuladas, a água no solo, ou a evapotranspiração potencial são da maior importância no planeamento agrícola. No contexto das alterações dos padrões climáticos locais, a análise destes parâmetros em face dos modelos de clima futuros poderá fornecer indicações a ter em consideração no ordenamento do território, na tomada de decisões estratégicas e em última análise da segurança alimentar.

Nesse sentido, a monitorização local de diversos parâmetros agroclimáticos, com análise continuada e com partilha de dados a nível local, distrital e nacional é essencial na tomada de decisão com base em conhecimento. Devidamente enquadrada, e considerando o nível do utilizador, essa informação poderá ser utilizada pelos decisores políticos, pelos técnicos e pelos agricultores. A título de exemplo, refere-se à utilização de informação agrometeorológica para modelação da disseminação de doenças, sabendo-se que tipicamente a combinação de elevadas temperaturas e elevada humidade favorece a sua disseminação. A previsão de disseminação potencial das doenças de plantas favorecerá uma maior racionalidade e eficácia no controlo fitossanitário (Gommes *et al.*, 2010 e, Gillespie & Sentelhas, 2008).

5.3.1.1 Avaliação dos impactes e vulnerabilidades futuras

5.3.1.1.1 Índices bioclimáticos

No contexto agrícola, a análise quantitativa dos efeitos das alterações nos padrões de temperatura e precipitação requer informação detalhada não só sobre cada cultura, mas também sobre as especificidades de resposta de cada variedade, cultivar ou clone às alterações previstas. A existência desta informação prévia, resultantes de ensaios de campo sob diversas condições edafo-climáticas, permitiria simular respostas das culturas agrícolas às alterações climáticas. Para além da componente biológica e meteorológica, também as



	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

componentes de gestão agrícola (e.g. métodos de cultivo, métodos de colheita, fitossanidade), impactam na produção e qualidade e devem ser considerados nos modelos.

Na sua ausência, a análise de índices bioclimáticos, de natureza agrometeorológica, utilizados pelas comunidades agrícolas na sua atividade para clima atual e o clima futuro seriam ferramentas úteis na projeção de alterações futuras. A temperatura, a precipitação, o número de horas de luz e a exposição solar são fatores determinantes no crescimento e desenvolvimento vegetal e como tal estão na base de diversos índices bioclimáticos. No âmbito das alterações climáticas, e atendendo aos cenários climáticos identificados, na região da CIM-AT registar-se-ão alterações nos padrões de temperatura e precipitação (ver secção 4).

A disponibilização dos seguintes índices seria do maior interesse:

- i. Número de dias com temperatura média superior a 10°C e sua distribuição ao longo do ano. Este índice aponta para o número de dias favorável ao desenvolvimento vegetativo das culturas da região da CIM-AT;
- ii. Número de dias com temperatura média superior a 10°C e inferior a 30°C e sua distribuição ao longo do ano. Por comparação com o índice anterior permite inferir sobre a proporção e distribuição de dias com temperaturas que comprometem o metabolismo das plantas;
- iii. Graus-dia. Este índice reporta à temperatura acumulada, permitindo avaliar transições entre estados de desenvolvimento, nomeadamente do vegetativo para o reprodutivo. Poderá ser utilizada de forma mais geral, por exemplo alterações dos graus-dia anuais, ou pode ser calculada para culturas específicas. Atualmente, na região da CIM-AT, são de especial relevância o milho (*Zea mays*), centeio (*Secale cereale*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), batata (*Solanum tuberosum*), vinha (*Vitis vinifera*), oliveira (*Olea europea*), castanheiro (*Castanea sativa*) e amendoeira (*Prunus dulcis*);
- iv. Número de dias de geada e sua distribuição ao longo do ano. Este índice aponta para o número de dias desfavoráveis ao desenvolvimento vegetativo das culturas da região da CIM-AT devido ao congelamento dos tecidos vegetais. As geadas podem provocar a morte das plantas ou de parte das plantas (folhas, ramos, frutos);
- v. Índice de horas de frio. Este índice é relevante para calcular o período de quebra de dormência de muitas espécies vegetais e como tal impacta no rendimento da cultura; e

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

- vi. Índice de secura. Este índice é relevante para avaliar a disponibilidade hídrica nos solos sem recurso à rega.

5.3.1.1.2 Avaliações qualitativas

Com múltiplas espécies e variedades (algumas locais, outras comerciais) e com distintos objetivos de produção (pastagem, silagem, alimentação humana) a análise incidirá sobre aspetos gerais do desenvolvimento vegetal e sua modulação por fatores abióticos e bióticos. No entanto, e sempre que possível, serão considerados aspetos particulares das culturas identificadas como predominantes e mais relevantes para a região do Alto-Tâmega.

Na região da CIM-AT estão identificadas várias culturas de interesse (p/ vide relatório de vulnerabilidades atuais e o relatório “Estratégia integrada de desenvolvimento territorial do Alto Tâmega” (CIM-AT, 2014), o que foi validado através do contacto com representantes das seis câmaras municipais. A nível de culturas perenes sobressaem as seguintes espécies: vinha (*Vitis vinifera*), oliveira (*Olea europea*), castanheiro (*Castanea sativa*) e amendoeira (*Prunus dulcis*). Os soutos são característicos dos municípios de Valpaços, Vila Pouca de Aguiar e Chaves. O município de Valpaços distingue-se dos restantes nesta componente uma vez que para além dos soutos tem uma forte componente de olival, prunóideas (amendoeira, cerejeira e pessegueiro), de vinha e de pequenos frutos (goji, mirtilos).

No que respeita a culturas anuais, o cultivo do milho (*Zea mays*) e do centeio (*Secale cereale*) são também identificados como culturas de elevada relevância na região. A relevância local, e nacional, destas espécies sobressai quando se analisam os espécimes recolhidos nas missões de colheitas de germoplasma (Ana Barata, Comunicação Pessoal). Nestas missões, efetuadas pelo Banco Português de Germoplasma Vegetal (BPGV¹⁰), os espécimes de milho e centeio representam cerca de 31% do total de espécimes recolhidos (Tabela 19). Entre 1970 e até ao final de 2010, o BPGV efetuou diversas missões nos seis concelhos integrantes da CIM-AT, tendo recolhido no total 924 espécimes (*taxa*), correspondentes a 128 espécies.



¹⁰ <http://bpgv.inia.v.pt>

Tabela 19- Missões de colheita de germoplasma vegetal efetuadas pelo Banco Português de Germoplasma Vegetal (BPGV) entre 1970 e 2010 nos municípios integrantes da CIM-AT. Dados gentilmente cedidos pelo Banco Português de Germoplasma Vegetal em junho de 2020.

Municípios	Nº de espécies	Nº de Famílias	Nª de taxa recolhidos	Nª de taxa recolhidos		
				<i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>Secale cereale</i>	<i>Zea mays</i>
Boticas	15	6	75	30	9	22
Chaves	35	10	215	44	23	25
Montalegre	36	16	402	129	93	78
Ribeira de Pena	26	12	111	11	7	6
Valpaços	24	10	66	15	8	13
Vila Pouca de Aguiar	22	11	55	6	3	4
Total	158	17	924	235	143	148

A outra espécie mais representada é o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*; 25% do total de espécimes recolhidos), e que, à semelhança do milho, foi introduzido em Portugal no século XVI a partir do Novo Mundo. Portugal é um centro secundário de diversidade para estas duas espécies (Pinheiro *et al.*, 2010; 2013). As variedades tradicionais destas espécies foram selecionadas ao longo de séculos atendendo a critérios de qualidade locais, exibindo elevada diversidade genética e elevada plasticidade fenotípica.

Nas colheitas de germoplasma efetuadas, espécimes de leguminosas (*Fabaceae*) e de gramíneas (*Poaceae*) são as mais representadas, correspondendo respetivamente a 44 e 26 espécies. Estas observações estão em linha com o inventário de flora realizado (relatório das vulnerabilidades atuais). As espécies destas duas famílias são largamente maioritárias, ilustrando a elevada diversidade fenotípica para este tipo de plantas na região.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.3.1.1.3 Desafios abióticos

A distribuição geográfica das comunidades biológicas é condicionada por variáveis climáticas e topográficas, sendo utilizada a classificação climática de Köppen-Geiger na análise das alterações climáticas na distribuição das diversas espécies e ecótipos. Atendendo à classificação climática de Köppen-Geiger, seria de interesse a disponibilização de um mapa local para os climas futuros modelados para a região CIM-AT. No entanto, estão disponíveis mapas globais para climas futuros (2071-2100, cenário RCP8.5) que apontam para que a região da CIM-AT exiba clima tipo Csa (Beck *et al.*, 2018), enquanto o mapa para a situação atual refere os subtipos Csa e Csb.



O sub-tipo Csa, designado por clima Mediterrânico típico, é caracterizado por verões secos e quentes com elevada probabilidade de ocorrência de secas. A disponibilidade hídrica está identificada como um fator de risco elevado (cf. relatório de vulnerabilidades atuais e de vulnerabilidades futuras, o relatório “Estratégia integrada de desenvolvimento territorial do Alto Tâmega” e o relatório “Investigação, Determinação e Avaliação de Impactes das Alterações Climáticas no Alto Tâmega” (GeoAtributo, 2020 e CIM-AT, 2014). Existindo recursos hídricos disponíveis, a baixa disponibilidade hídrica nos solos poderá ser mitigada pelo recurso à rega, as elevadas temperaturas (e conseqüente exigência evapotranspirativa) e stress foto-oxidativo requerem por parte das plantas de mecanismos de ajuste de tolerância e/ou escape (Costa *et al.*, 2019). Estes mecanismos são essenciais à sobrevivência das plantas, sendo descrita a existência de um *trade-off*, isto é, plantas com maior capacidade produtiva são mais suscetíveis a fatores de stress ambiental (a maioria das variedades agrícolas comerciais atuais foram selecionadas no sentido de maximizar o potencial de produção) (Chaves *et al.*, 2016). Por outro lado, para além da manutenção da capacidade produtiva, a manutenção das propriedades organolépticas e nutricionais são também afetados pelos fatores de stress ambiental. É importante realçar que situações de stress abiótico levam muitas vezes a uma maior suscetibilidade das plantas a pragas e doenças.

Os cenários climáticos produzidos para a região do Alto-Tâmega (ver secção 4) apontam para alterações significativas dos padrões de precipitação (diminuição no total anual entre 5 a 20%) e temperatura (aumento da temperatura média, máxima e mínima). Atendendo à estação do ano (Figura 44), verifica-se que a diminuição de precipitação será particularmente elevada na Primavera, podendo aumentar no Verão.

		RCP4.5		RCP8.5	
		2040-2069	2070-2099	2040-2069	2070-2099
Boticas	Inverno	-8,56%	17,00%	-20,14%	7,61%
	Primavera	-41,33%	0,34%	-40,72%	-3,09%
	Verão	70,57%	4,16%	69,32%	-16,26%
	Outono	-15,44%	-48,83%	-20,58%	-53,78%
	Anual	-12,00%	-9,38%	-17,62%	-16,79%
Chaves	Inverno	-6,75%	21,77%	-18,09%	12,98%
	Primavera	-40,29%	-1,89%	-39,44%	-3,99%
	Verão	73,22%	12,77%	71,96%	-4,80%
	Outono	-13,98%	-18,45%	-42,07%	-43,98%
	Anual	-10,83%	-5,94%	-15,80%	-11,82%
Montalagre	Inverno	-14,17%	10,94%	-24,94%	-0,15%
	Primavera	-37,31%	2,28%	-38,72%	1,09%
	Verão	73,93%	8,94%	72,05%	-6,77%
	Outono	-12,45%	-49,79%	-19,70%	-53,41%
	Anual	-11,21%	-10,78%	-17,38%	-17,10%
Ribeira de Pena	Inverno	-14,01%	11,34%	-23,84%	1,77%
	Primavera	-42,44%	2,29%	-42,39%	-2,00%
	Verão	79,56%	5,87%	77,95%	-16,96%
	Outono	-19,90%	-51,04%	-20,65%	-56,45%
	Anual	-15,33%	-11,13%	-19,08%	-19,14%
Valpaços	Inverno	-16,60%	8,84%	-24,02%	2,34%
	Primavera	-30,16%	6,49%	-30,35%	2,94%
	Verão	101,03%	35,53%	93,68%	20,71%
	Outono	10,03%	-38,04%	-15,82%	-40,53%
	Anual	-7,78%	-4,94%	-12,87%	-9,97%
Vila Pouca de Aguiar	Inverno	-19,46%	4,71%	-28,78%	-5,29%
	Primavera	-34,25%	5,32%	-37,59%	0,34%
	Verão	105,30%	31,81%	100,82%	14,62%
	Outono	-14,97%	-48,05%	-17,68%	-50,41%
	Anual	-11,50%	-9,68%	-16,75%	-16,53%

Figura 44- Precipitação ($\Delta\%$) projetada para os municípios da CIM-AT. A variação reporta ao histórico para cada município (1989-2018). Elaborado a partir dos dados presentes na secção 3.

Registam-se grandes diferenças nas projeções a médio (2040-2069) e a longo prazo (2070-2099) para um mesmo cenário climático e um mesmo concelho. Numa abordagem genérica, poderá assumir-se que para o período 2070-2099 será mantida a tendência para o

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

aumento das temperaturas em ambos os cenários. No entanto, e para os padrões de precipitação, é projetada uma diminuição da disponibilidade hídrica para o Verão (em relação ao período 2040-2069, mas uma maior precipitação para o Inverno e a Primavera. Assim, é lógico assumir que o período 2070-2099 não será uma continuação do período anterior consubstanciando-se num cenário novo. Desta forma é particularmente desafiante a elaboração das vulnerabilidades futuras pois a situação de referência para 2070 é desconhecida, i.e., a situação agrícola em 2070 será o resultado das alterações climáticas e das medidas adotadas até lá. Para além disso, o processo agrícola (e pecuário) está intimamente ligado à presença humana pelo que nesta componente é necessário incorporar tendências demográficas, sendo que se projeta um cenário de contração demográfica (CIM-AT, 2014).



Ressalvando casos particulares que requeiram análise ao nível do concelho será efetuada uma análise intermunicipal por estação do ano e cenário climático. Os desafios abióticos a considerar na elaboração de tabelas de risco são:

Número de dias com temperaturas superiores a 10°C

Temperaturas compreendidas entre os 10°C e os 25-30°C são consideradas como favoráveis ao crescimento das plantas. As alterações na temperatura vão afetar a temperatura acumulada (graus-dia), sendo que o desenvolvimento das plantas é regulado por este parâmetro. A disponibilização deste índice bioclimático para uma análise mais detalhada é essencial. No entanto, atendendo que os cenários considerados (RCP4.5 e RCP8.5) apontam para o aumento da temperatura média, máxima e mínima (ver secção 4) poderá depreender-se um aumento no número de dias favoráveis ao crescimento das plantas e consequentes alterações na progressão temporal entre estados fenológicos.

Redução da disponibilidade hídrica no período favorável ao crescimento

Ambos os cenários considerados (RCP4.5 e RCP8.5) apontam para redução da precipitação a médio e a longo prazo em todos os municípios. Para o período 2040-2069, a projeção de redução de precipitação (entre 30 a 40%) é particularmente acentuada na Primavera. Assim, poderá registar-se restrições hídricas na fase de germinação. Esta fase particularmente sensível à falta de água quer em termos quantitativos quer em termos de sincronização, parâmetro importante na produção agrícola (por exemplo condiciona a época de colheita). A disponibilidade hídrica está identificada como um fator de risco elevada (cf. relatório de vulnerabilidades atuais e de vulnerabilidades futuras, o relatório “Estratégia integrada de desenvolvimento territorial do Alto Tâmega” e o relatório “Investigação,

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Determinação e Avaliação de Impactes das Alterações Climáticas no Alto Tâmega” (GeoAtributo, 2020 e CIM-AT, 2014)). Existindo recursos hídricos disponíveis, o recurso à rega poderá diminuir o impacto negativo da menor precipitação, onerando, no entanto, a produção e aumentando os riscos de salinização dos solos.

Para o período 2070-2099, a projeção de redução de precipitação (entre 20 a 50%) é particularmente acentuada no Outono.

Aumento da disponibilidade hídrica no Verão




Por outro lado, aponta-se para um aumento da precipitação no Verão (70 a 100%; período 2040-2069), sendo que as chuvas deverão poderão comprometer a produção em espécies indeterminadas, i.e., a produção vegetativa é favorecida sempre que há disponibilidade hídrica. Algumas espécies de *Phaseolus vulgaris* (feijoeiro), entre outras *Fabaceae* (leguminosas), são disso um exemplo. Para além disso a chuva de Verão, poderá comprometer a colheita de culturas de sequeiro como o centeio. Este aumento de precipitação não é reportado para o longo prazo.

Número de dias com temperaturas superiores a 35°C

Ambos os cenários considerados (RCP4.5 e RCP8.5) apontam para o aumento do número de dias nos quais a temperatura de 35°C é ultrapassada (ver secção 4).

Projeta-se ainda o aumento da ocorrência de ondas de calor. As elevadas temperaturas poderão comprometer a capacidade de fixação de CO₂ atmosférico (i.e., fotossíntese) e como tal comprometer o crescimento e a produção. Em espécies com metabolismo C3 (como por exemplo o feijoeiro e o centeio) são particularmente sensíveis a este aumento, sendo a taxa de fixação fotossintética reduzida devido à disponibilidade relativa de O₂ e CO₂ que se torna favorável ao O₂ (Chaves *et al.*, 2016). Em espécies com metabolismo C4 (como o milho) o efeito não é tão negativo uma vez que as plantas C4 têm origem em climas quentes e desenvolveram mecanismos de adaptação a elevadas temperaturas. Para além dos efeitos na fixação de CO₂, a temperatura influencia a estabilidade das enzimas envolvidas na assimilação do carbono. Acima dos 35°C há um forte impacto na assimilação e redistribuição de carbono quer em espécies C3 quer em espécies C4 (Chaves *et al.*, 2016).

Para além do crescimento vegetativo, temperaturas acima dos 35°C são também prejudiciais ao desenvolvimento dos frutos. A título de exemplo, o mecanismo de produção de compostos do metabolismo secundário nas uvas é comprometido e como tal afeta diversos parâmetros de qualidade do vinho produzido (Poni *et al.*, 2018).

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Redução da disponibilidade hídrica em combinação com elevadas temperaturas

Em situações de restrição hídrica, as plantas fecham os estomas o que tem como consequência o aumento da temperatura das folhas. A conjugação destes dois fatores abióticos é tipicamente muito negativa do ponto de vista de crescimento, produção e qualidade (Poni *et al.*, 2018 e Chaves *et al.*, 2016). Adicionalmente, as variedades agrícolas são particularmente sensíveis a ondas de calor uma vez que os mecanismos de aclimação precisam de tempo para serem ativados. O recurso à rega só parcialmente mitiga os efeitos combinados destes dois fatores de stress, tipicamente permitindo a sobrevivência das plantas, mas comprometendo a sua produção.




Aumento de CO₂

Em ambos os cenários considerados (RCP4.5 e RCP8.5) é considerado o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera. Em maio de 2020 foram registados 417 ppm de CO₂ na atmosfera¹¹ sendo previsto aumentos até cerca de 525 ppm (RCP4.5) e cerca de 800 ppm (RCP8.5) para 2069 (ver secção 4). Numa primeira análise, o aumento de CO₂ na atmosfera é favorável à fixação fotossintética em plantas com metabolismo C3, não sendo tão relevante em plantas com metabolismo em C4 (ver explicação no ponto anterior). Assim, apesar de o crescimento vegetativo poder ser favorecido, o investimento das plantas em sementes ou frutos terá de ser estabelecido. Por outro lado, a qualidade nutricional das sementes de cereais e leguminosas utilizadas para alimentação humana ou do gado poderá ser comprometida.

Aumento de CO₂ em combinação com aumento de temperatura e menor disponibilidade hídrica

A combinação de aumento de CO₂, aumento de temperatura e menor disponibilidade hídrica representam um cenário provável. O impacto no crescimento e produção é extremamente gravoso. No entanto, pelo menos uma referência bibliográfica indica que no que respeita à composição das sementes em elementos minerais poderá haver um efeito compensatório entre aumento de temperatura e o aumento de CO₂ (Köhler *et al.*, 2019). Os dados existentes mostram que a previsão dos efeitos das alterações climáticas na segurança alimentar é particularmente desafiante uma vez que a combinação de diversas variáveis ambientais poderá levar a efeitos inesperados.

¹¹ www.co2.earth/

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Diminuição dos dias de geada

Ambos os cenários considerados (RCP4.5 e RCP8.5) apontam para redução do número de dias com geada a médio prazo em todos os municípios (2040-2069), o que poderá ter impactos positivos na produção agrícola. No cenário RCP4.5, as reduções do número de dias de geada situam-se entre os 48% e 62% (este último valor é projetado para o município de Ribeira de Pena no longo prazo); no cenário RCP8.5, as reduções do número de dias de geada situam-se entre os 55% e 78% (este último valor é também projetado para o município de Ribeira de Pena no longo prazo).



Temperatura demasiado alta para a quebra da dormência

O número de horas de frio acumulado (total de horas com temperaturas inferiores a 7,2°C) é um importante parâmetro agrometeorológico a ter em consideração na quebra de dormência nas árvores produtoras de fruto e também na vernalização dos cereais. Sendo que a vernalização de sementes pode ser feita artificialmente, a quebra da dormência necessária para o abrolhamento dos gomos em árvores adultas é realizada no campo (responde às condições climáticas locais e às características de cada genótipo). Na Tabela 20 reporta-se mínimos e máximos descritos na literatura, devendo ser entendidos como valores de referência já que a necessidade em horas de frio depende de variedade para variedade.

Tabela 20- Número de horas de frio (< 7,2°C) para quebrar a dormência em árvores de fruto relevantes na região da CIM-AT (valores indicativos para regiões de climas temperados. A necessidade em horas de frio depende de variedade para variedade).

Árvores de fruto		Nº de horas de frio	Fonte
Oliveira		300-800	(Maia, 2010)
Castanheiro		300-500*	(Jones, 2007)
Vinha		100-1400	(Carbó, 2010)
Prunus	Amendoeira	350-500	(Aguiar <i>et al.</i> , 2017)
	Cerejeira	500-1500	(Carbó, 2010)
	Pessegueiro	<600; 600-800; >800	(Melgarejo, 1996)

A indicação de diversos intervalos revela a existência de variedades com distintas necessidades. dados para a Califórnia (clima tipo mediterrâneo)

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Em Portugal, e em termos genéricos, o abrolhamento do castanheiro, da oliveira e da videira dá-se em fevereiro-março. Nos *Prunus* (amendoeira, cerejeira, pessegueiro) as exigências em horas de frio são muito variáveis, mas em geral o abrolhamento inicia-se em fevereiro (amendoeira) e vai até março (cerejeira).

A disponibilização do índice de horas de frio para uma análise mais detalhada é essencial. No entanto, e com os aumentos previstos de temperatura (ver secção 4), as épocas de floração poderão ser alteradas (avançando no ano), o que implica alterações nos sistemas de produção, colheita e distribuição.




Eventos extremos de precipitação, granizo ou vento

Para a componente agrícola, o maior risco estará associado à queda de granizo e ventos fortes que conduzem a quebras de produção. Na região do Alto-Tâmega, as inundações são reportadas, essencialmente, em território urbano, o que poderá suportar a assunção de que a sua expressão agrícola será residual. Os cenários climáticos apontam para uma tendência para menores velocidades de vento e para um menor número de dias com chuva (precipitação diária > 1mm) (ver secção 4). Como as temperaturas tenderão a aumentar (incluindo a mínima) poder-se-á assumir um menor risco de queda de granizo. No entanto, quando ocorrer, terá um elevado potencial para causar estragos.

5.3.1.1.4 Desafios bióticos

Alterações nos perfis de temperatura irão influenciar o desenvolvimento de insetos, fungos e outros agentes bióticos responsáveis, direta ou indiretamente, por pragas e doenças. No outro lado do espectro, estes parâmetros também influenciam o desenvolvimento de agentes bióticos benéficos para as plantas (polinizadores e agentes de controlo biológico). A componente de competição com outras plantas (por espaço, luz e nutrientes) não se enquadra na componente agrícola, mas será de relevância no que respeita à flora silvestre.

Os cenários climáticos produzidos para a região do Alto-Tâmega (ver secção 4) apontam para alterações significativas dos padrões de precipitação (diminuição no total anual entre 5 a 20%) e temperatura (aumento da temperatura média, máxima e mínima). As alterações na temperatura vão afetar a temperatura acumulada (graus-dia). O desenvolvimento de animais invertebrados é regulado por este parâmetro, estando descritos patamar mínimo (abaixo do qual o ciclo está bloqueado) e máximo (acima do qual o ciclo desacelera ou para). A transição entre estádios de desenvolvimento requer uma determinada

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

quantidade de calor, o que implica que, dentro dos patamares de temperatura, dias mais quentes aceleram o ciclo e que dias mais frios o retardam.

As pragas e doenças já identificadas na região colocam sérios problemas na produção agrícola e florestal (SNAA¹²; GeoAtributo, 2020a), sendo desconhecido até que ponto o aumento de temperatura projetada irá interferir com o seu ciclo de vida e na sua carga biótica nas plantas agrícolas (Gomme *et al.*, 2010 e Gillespie & Sentelhas, 2008). A antevisão de aumento de temperatura e aumento de precipitação (projetado para o Verão) poderá resultar em condições mais propícias ao desenvolvimento de doenças e pragas com origem em regiões com esta tipologia meteorológica.

Para além das pragas e doenças já identificadas na região como problema fitossanitário (Tabela 21), e atendendo aos climas futuros projetados, poderá haver uma maior suscetibilidade a pragas e a doenças (Deutsch *et al.*, 2018). Será de analisar em detalhe o ciclo de vida de cada um destes agentes para poder fundamentar uma análise mais profunda. A modelação da dinâmica das populações de insetos nos agro-sistemas torna-se assim uma ferramenta essencial na avaliação e previsão do risco fitossanitário. Prevê-se que a perda de produção de cereais (trigo, arroz e milho) devido a pragas aumente entre a 10 a 25% por cada grau Celsius (Deutsch *et al.*, 2018).

Assim, as relações bióticas das culturas agrícolas atualmente existentes poderão ser alteradas uma vez que alterações nas temperaturas afetam não só o desenvolvimento das pragas e insetos, mas também alteram as suas áreas geográficas de distribuição. A introdução de pragas e doenças é uma questão que levanta muitas preocupações, registando-se a progressão de agentes patogénicos e pragas em diversos territórios, incluindo Portugal. A vespa-das-galhas (introduzida em 2014) e o nematode da madeira do pinheiro (identificado em 1999) são apenas dois exemplos de introduções no território e que exibem um potencial destrutivo muito elevado.

¹² https://snaa.dgav.pt/Mapa_Rede_EA.aspx









	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tabela 21- Agentes bióticos nocivos implantados na região da CIM-AT.

Agente biótico	Nome comum	Hospedeiro vegetal reportado	Fonte
<i>Doenças</i>			
<i>Cryphonectria parasitica</i>	cancro	Castanheiro	3; 4
<i>Mycosphaerella maculiformis</i>	septoriose	Castanheiro	2
<i>Phytophthora cinnamomi</i>	tinta	Castanheiro	2; 4
<i>Pseudomonas savastanoi</i>	tuberculose-da-oliveira	Oliveira	1
<i>Spilocaea oleagina</i>	olho-de-pavão	Oliveira	1
<i>Colletotrichum acutatum</i> ; <i>C. gloeosporioides</i>	gafa	Oliveira	1
<i>Cercospora cladosporioides</i>	cercosporiose	Oliveira	1
<i>Fusicoccum amygdali</i>	cancro-da-amendoeira	Amendoeira	1
<i>Taphrina deformans</i>	lepra	Amendoeira	1
<i>Coryneum beijerinckii</i>	crivado	Amendoeira	1
<i>Monilia laxa</i>	moniliose	Amendoeira	1
<i>Fusicoccum amygdali</i>	fusicocum	Amendoeira	1
<i>Plasmopara viticola</i>	míldio	Videira	2; 3

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Agente biótico	Nome comum	Hospedeiro vegetal reportado	Fonte
<i>Erysiphe necator</i>	oídio	Videira	2; 3
<i>Phomopsis viticola</i>	escoriose	Videira	2
<i>Botrytis cinerea</i>	podridão cinzenta	Videira	3
<i>Guignardia bidwellii</i>	podridão negra	Videira	3
<i>Phaeomoniella chlamydospora</i> ; <i>Phaeoacremonium spp.</i> ; <i>Fomitiporia mediterranea</i>	esca	Videira	3
<i>Pragas</i>			
<i>Xyleborus dispar</i>	xileboro	Castanheiro; Árvores de fruto	2
<i>Dryocosmus kuriphilus</i>	vespa-das-galhas	Castanheiro	2; 3; 4
<i>Euphyllura olivina</i>	algodão-da-oliveira	Oliveira	1
<i>Phloeotribus scarabaeoides</i>	caruncho-da-oliveira	Oliveira	1
<i>Bactrocera oleae</i>	mosca-da-azeitona	Oliveira	1
<i>Prays oleae</i>	traça-da-oliveira	Oliveira	1
<i>Anarsia lineatella</i>	anarsia	Amendoeira	1
<i>Disaphis plantaginea</i>	piolho cinzento	Amendoeira	1

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	



Agente biótico	Nome comum	Hospedeiro vegetal reportado	Fonte
<i>Aphis pomi</i>	piolho verde	Amendoeira	1
<i>Eriosoma lanigerum</i>	pulgão lanígero	Amendoeira	1
<i>Scaphoideus titanus</i> (vetor do fitoplasma)	cigarrinha da flavescência dourada	Videira	2; 3
<i>Lobesia botrana</i>	traça da uva	Videira	3
<i>Empoasca vitis</i>	cigarrinha verde	Videira	3
<i>Colomerus vitis</i>	erinose	Videira	3

Estação de Avisos do Serviço Nacional de Avisos Agrícolas¹³. 1. EA da Terra Quente (representativo para Valpaços); 2. EA do Norte Transmontano (representativo para Chaves e Vila Pouca de Aguiar); 3 Estação de Avisos de Entre Douro e Minho (para comparação); 4. Agente biótico referenciado por representantes dos municípios da CIM-AT.

A EPPO (*European and Mediterranean Plant Protection Organization*¹⁴) disponibiliza mapas de distribuição de pragas, patógenos e plantas exóticas. Atendendo apenas aos “*First Report of occurrence in Portugal*”, e entre junho de 1996 a abril de 2020 foram detetadas 37 novas espécies (8 entre 1996 e 2004; 13 entre 2005 e 2014; 16 entre 2015 e 2020), sendo atualmente a progressão das espécies muito acelerada. A título de exemplo, a cigarrinha flavescência dourada foi introduzida em Portugal em 2007, mas detetada na Europa desde os anos 50 do século XX. A vespa-das-galhas foi primeiramente detetada na Europa em 2002 tendo chegado a Portugal em 2014. A *Xylella fastidiosa* foi detetada em Portugal em 2019, tendo entrado na Europa através da Itália em 2013. Sendo que os veículos de introdução de novas espécies são diversos, não será de descurar o efeito das alterações na temperatura e o alargamento das áreas ecológicas para estes agentes bióticos. Assim, e atendendo aos climas futuros projetados poderá haver uma maior suscetibilidade a pragas e a doenças sendo necessário maximizar as medidas de deteção, contenção e controlo.

¹³ https://snaa.dgav.pt/Mapa_Rede_EA.aspx

¹⁴ <https://gd.eppo.int/>

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Numa outra perspetiva, deverá enquadrar-se a competição entre insetos, por exemplo polinizadores e não polinizadores, que poderão ter um impacto significativo na polinização (componente agrícola), produção de flores e produção de mel. Foi identificado, por todos os municípios, o impacto negativo da presença da *Vespa velutina* (vespa-asiática) na produção de mel e produtos relacionados. A necessidade de efetuar controlo desta espécie, sem destruir ninhos de vespas autóctones é uma necessidade premente.

Será também necessário aferir o efeito do aumento da concentração de CO₂ em pragas, doenças bem como microrganismos pois este fator poderá afetar a sua fisiologia.

5.3.1.1.5 Desafios antropogénicos

A atividade agrícola é indissociável da presença humana. As práticas locais conduzem a fenómenos de coevolução entre plantas, animais e humanos. O sistema Agro-Silvo-Pastoril estabelecido na região do Barroso (património agrícola da humanidade) é disso um exemplo. Assim, a contração demográfica registada na região da CIM-AT é uma séria ameaça à atividade agrícola. Por outro lado, através da presença humana e atividades económicas associadas é potenciada a introdução de novas espécies, espécies estas que poderão ter um impacto (positivo ou negativo) na atividade agrícola.

5.3.1.1.6 Síntese dos impactes e vulnerabilidades futuras

Na tabela 22 encontram-se resumidos os principais impactes futuros no setor agrícola bem como das oportunidades decorrentes das alterações nos padrões de precipitação e de temperatura e do aumento da concentração de CO₂ na atmosfera.










	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tabela 22- Síntese dos principais impactes futuros dos sistemas agrícolas




Variáveis	Anomalias climáticas	Riscos	Impactos negativos (ameaças)	Impactos positivos (oportunidades)
Precipitação	Diminuição da precipitação média anual, em particular na Primavera.	Diminuição da produtividade agrícola (a1)	Diminuição da taxa de germinação; Diminuição na sincronização da germinação	Alteração das espécies e/ou variedades agrícolas utilizadas; Alteração das práticas agrícolas utilizadas
		Aumento do consumo de água	Aumento do consumo de água para rega e oneração da produção; Aumento da probabilidade da salinização dos solos	-
	Alteração do padrão de precipitação, com aumento da precipitação no Verão.	Diminuição da produtividade agrícola (a2)	Interferência na floração e na produção de semente.	Alteração das espécies e/ou variedades agrícolas utilizadas; Maior probabilidade de existência de charcas e ribeiros com água corrente para rega.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	



Variáveis	Anomalias climáticas	Riscos	Impactos negativos (ameaças)	Impactos positivos (oportunidades)
		Alteração da produtividade agrícola (b1)	-	Maior probabilidade de crescimento de pastagens que proporcionem alimentação em verde para o gado
Temperatura	Aumento da temperatura mínima.	Diminuição da produtividade agrícola (a3)	Adiantamento na estação do ano para o abrolhamento das espécies agrícolas lenhosas comprometendo a produção (temperatura demasiado alta para a quebra da dormência); Alterações nos padrões de floração (período de floração e sua sincronização) comprometendo a produção.	Aumento do número de dias favoráveis ao crescimento vegetativo (utilização para forragem e pastagem).

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Variáveis	Anomalias climáticas	Riscos	Impactos negativos (ameaças)	Impactos positivos (oportunidades)
		Alteração da produtividade agrícola (b2)	-	Aumento do número de dias favoráveis ao crescimento vegetativo.
Tempestades/ tornados	Exposição a ventos fortes, precipitação excessiva e/ou granizo	Diminuição da produtividade agrícola (a4)	Diminuição no crescimento e produção das espécies agrícolas.	-
CO ₂	Aumento de CO ₂ na atmosfera.	Diminuição da qualidade nutricional e/ou organoléptica (c1)	Empobrecimento nutricional de sementes utilizadas na alimentação.	-

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Variáveis	Anomalias climáticas	Riscos	Impactos negativos (ameaças)	Impactos positivos (oportunidades)
CO ₂ , Precipitação e Temperatura	<p>Aumento da temperatura média anual e do número de dias com temperatura > 35°C.</p> <p>Diminuição da disponibilidade hídrica</p> <p>Aumento de CO₂ na atmosfera</p>	Diminuição da produtividade agrícola (a5)	<p>Diminuição no crescimento e produção;</p> <p>Aumento da exposição e/ou incidência de pragas e doenças (introdução acidental ou alargamento da distribuição ecológica);</p> <p>Aumento do risco de incêndios florestais /rurais.</p>	-
		Diminuição da qualidade nutricional e/ou organolética (c2)	Empobrecimento nutricional de sementes utilizadas na alimentação.	-

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.3.1.2 Avaliação do risco climático setorial

Na tabela 23 resumem-se as avaliações de risco consideradas anteriormente para o setor agrícola da região da CIM-AT. Considerando os cenários RCP4.5 e RCP8.5, será de reforçar que os cenários exibem tendências semelhantes para ambos os períodos em consideração (2040-2069 e 2070-2099). No entanto, exibem amplitudes de diferenças distintas que serão significativas no contexto agrícola. Atendendo à ausência de informação quantitativa, detalhada e de nível local, torna-se altamente especulativo o exercício de previsão de vulnerabilidades futuras. Assim, opta-se por considerar o cenário RCP8.5 como introduzindo alterações mais drásticas no médio prazo (2040-2069) mas que estão em linha com as previstas com o cenário RCP4.5.

Tabela 23- Avaliação de Riscos associados às projeções climáticas – Produção Agrícola.

Risco climático	Avaliação	
	Médio Prazo (2040-2069)	Longo Prazo (2070-2099)
1A Diminuição da produtividade agrícola (a1)	6	6
1B Aumento do consumo de água	6	6
1C Diminuição da produtividade agrícola (a2)	3	3
1D Alteração da produtividade agrícola (b1)	2	2
2A Diminuição da produtividade agrícola (a3)	3	3
2B Alteração da produtividade agrícola (b2)	2	2
3A Diminuição da produtividade agrícola (a4)	6	6
4A Diminuição da qualidade nutricional e/ou organolética (c1)	6	6
5.A Diminuição da produtividade agrícola por diminuição da presença humana (a5)	9	9
5B Diminuição da qualidade nutricional e/ou organolética (c2)	9	9

*Considera-se que as projeções de longo prazo consideram a progressão a partir da projeção considerada para o período anterior.

5.3.1.3 Priorização dos riscos climáticos

Para a priorização dos riscos climáticos com maior incidência no setor agrícola procedeu-se à elaboração das respetivas matrizes de risco (Figura 45), considerando a situação a médio e a longo prazo. Em relação às projeções de longo prazo, considera-se que será uma progressão a partir da projeção considerada para o período anterior. Em linhas gerais, estas preveem tendencialmente um agravamento das situações. No entanto, poderão ter-se registado mecanismos de ajuste bioquímico e morfológico que de alguma forma reduzam os efeitos negativos.

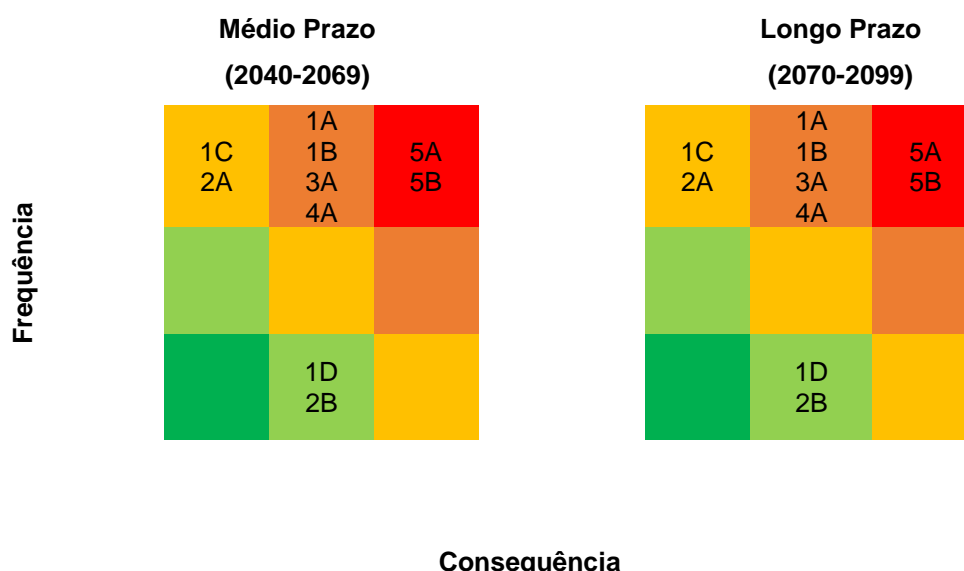





Figura 45- Matriz de Risco para a atividade agrícola

A matriz de risco ilustra as vulnerabilidades futuras para as quais será necessário desenvolver medidas de adaptação e/ou mitigação. A monitorização em contínuo, comunicação entre as diversas entidades e partilha de dados são fatores essenciais à identificação e implementação de tais medidas. Estas deverão ser identificadas e implementadas quer a nível intermunicipal (território da região do Alto Tâmega) quer especificamente, ao nível de cada um dos seis municípios deste território.




	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.3.2 Sistemas pecuários

À semelhança do discutido para a atividade agrícola, a análise quantitativa dos efeitos das alterações nos padrões de temperatura e precipitação requer informação sobre cada espécie pecuária, e as especificidades de resposta de cada raça, às alterações previstas. A existência desta informação permitiria simular respostas às alterações climáticas. Para além da componente biológica, também as componentes de gestão da exploração pecuária, impactam na produção e qualidade e devem ser considerados nos modelos. No contexto das alterações dos padrões climáticos locais, a análise destes parâmetros em face dos modelos de clima futuros poderá fornecer indicações a ter em consideração no ordenamento do território, na tomada de decisões estratégicas e em última análise da segurança alimentar. Nesse sentido, a monitorização local continuada e com partilha de dados a nível local, distrital e nacional é essencial na tomada de decisão com base em conhecimento. Devidamente enquadrada, e considerando o nível do utilizador, essa informação poderá ser utilizada pelos decisores políticos, técnicos e agricultores.

Na análise e discussão das vulnerabilidades futuras dos sistemas pecuários aos climas futuros serão efetuadas considerações qualitativas, sendo o nível de detalhe o possibilitado pela informação existente e fornecida.

Registam-se grandes diferenças nas projeções a médio (2040-2069) e a longo prazo (2070-2099) para um mesmo cenário climático e um mesmo concelho (ver secção 4). Numa abordagem genérica, poderá assumir-se que para o período 2070-2099 será mantida a tendência para o aumento das temperaturas em ambos os cenários. No entanto, e para os padrões de precipitação, é projetada uma diminuição da disponibilidade hídrica para o Verão (em relação ao período 2040-2069), mas uma maior precipitação para o Inverno e a Primavera. Assim, é lógico assumir que o período 2070-2099 não será uma continuação do período anterior consubstanciando-se num cenário novo. Desta forma é particularmente desafiante a elaboração das vulnerabilidades futuras pois a situação de referência em 2070 é desconhecida, i.e., a situação agrícola em 2070 será o resultado das alterações climáticas e das medidas adotadas até lá. Para além disso, a produção pecuária está intimamente ligada à presença humana pelo que nesta componente é necessário incorporar tendências demográficas, sendo que se projeta um cenário de contração demográfica (CIM-AT, 2014).

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.3.2.1 Avaliação dos impactes e vulnerabilidades futuras

5.3.2.1.1 Desafios abióticos



Aumento da temperatura (média, máxima e mínima).

Ambos os cenários considerados (RCP4.5 e RCP8.5) apontam para redução da precipitação a médio prazo em todos os municípios. A atividade pecuária na região do Alto Tâmega centra-se na criação em regime extensivo, ou semiextensivo de raças autóctones. Atendendo às projeções climáticas, o aumento de temperatura será um fator a ter em atenção podendo causar stress térmico nos animais. Este ocorre em situações em que os animais não conseguem dissipar o calor que produzem devido ao aumento da temperatura atmosférica. Nestas condições o bem-estar dos animais diminui e a sua produtividade também (Silanikove & Koluman, 2015; Avendano-Reyes, 2012 e Marai *et al.*, 2007). Assim, os índices de conforto térmico aplicados a animais de produção terão de ser equacionados.

Redução da disponibilidade hídrica

Ambos os cenários considerados (RCP4.5 e RCP8.5) apontam para redução da precipitação a médio prazo em todos os municípios (2040-2069). No contexto pecuário, a redução de precipitação particularmente acentuada na Primavera (redução entre 30 a 40%) terá implicações na alimentação do gado à base de vegetação espontânea existente nos lameiros de sequeiro e imperfeitos e prados temporários. O recurso à rega poderá diminuir o impacto negativo da menor precipitação, onerando, no entanto, a produção e aumento os riscos de salinização dos solos. No entanto, a disponibilidade hídrica está identificada como um fator de risco elevada (*cf.* relatório de vulnerabilidades atuais e de vulnerabilidades futuras, o relatório “Estratégia integrada de desenvolvimento territorial do Alto Tâmega” e o relatório “Investigação, Determinação e Avaliação de Impactes das Alterações Climáticas no Alto Tâmega” (GeoAtributo, 2020 e CIM-AT, 2014;), podendo não ser possível recorrer a esta técnica.

Se a redução da disponibilidade hídrica ocorrer em combinação com elevadas temperaturas, este será um cenário muito negativo. As consequências combinadas destes dois fatores são muito superiores às consequências de cada um dos fatores isolados e requer medidas de mitigação particulares, por exemplo de rega e de reforço de abrigo.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Aumento da disponibilidade hídrica no Verão

Aponta-se para um aumento da precipitação no Verão (70 a 100%), o que poderá promover o crescimento do pasto nesta estação, fornecendo alimentação em verde ao gado. Por outro lado, as chuvas deverão poderão comprometer a produção e colheita de culturas de sequeiro como o centeio, componente essencial, por exemplo, na produção de bovinos.

Aumento de CO₂

Em ambos os cenários considerados (RCP4.5 e RCP8.5) é considerado o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera. Em maio de 2020 foram registados 417 ppm de CO₂ na atmosfera¹⁵ sendo previsto aumentos até cerca de 525 ppm (RCP4.5) e cerca de 800 ppm (RCP8.5) para 2069 (ver secção 3). Tanto quanto nos foi possível verificar, a bibliografia disponível sobre os efeitos de elevado CO₂ em espécies pecuárias é muito reduzida. Considerando o efeito de elevado CO₂ em mamíferos, está reportado a diminuição do pH do sangue, causa de acidose e hipertensão (Robertson, 2006), e alterações respiratórias (Cummins *et al.*, 2014). Alterações na resposta imune, função muscular e divisão celular são também referidos por estes últimos autores. Neste contexto, é necessária informação sobre a fisiologia do gado sob condições de elevado CO₂, sendo que se perspetiva uma elevada probabilidade para a ocorrência de efeitos negativos.

5.3.2.1.2 Desafios bióticos

No relatório “Investigação, Determinação e Avaliação de Impactes das Alterações Climáticas no Alto Tâmega - Caderno IV” (GeoAtributo, 2020b), a sanidade animal é considerada um fator de risco a considerar, dando particular ênfase aos impactes nos apiários.

Para além de espécies exóticas competidoras (e.g. *Vespa velutina*), parasitas e doenças de origem bacteriana e viral são os principais desafios bióticos nos apiários (DGAV, 2016). Estão definidas doenças e pragas de declaração obrigatória em Portugal (Tabela 24), sendo a varrose o agente biótico mais comum nos apiários nacionais.




¹⁵ www.co2.earth/

Tabela 24- Doenças e pragas de declaração obrigatória em Portugal (DGAV, 2019 e DGAV, 2016)

Agente biótico	Nome-comum	Presente em Portugal
<i>Pragas</i>		
<i>Varroa destructor</i>	varrose	sim
<i>Nosema sp</i>	nosemose	sim
<i>Aethina tumida</i> (exótica)	aethinose	não
<i>Tropilaelaps sp</i> (exótica)	tropilaelaps	não
<i>Acarapis woodi</i>	acarapisose	sim
<i>Doenças</i>		
<i>Ascosphaera sp</i>	ascosferiose	sim
<i>Paenibacillus larvae</i>	loque americana	sim
<i>Melissococcus pluton</i>	loque europeia	não

*em 2004 uma remessa de abelhas acusou a presença de larvas de *Aethina tumida* tendo o apiário onde foram introduzidas as abelhas rainhas sido destruído.

À semelhança do referido para as espécies vegetais, alterações nos perfis de temperatura irão influenciar o desenvolvimento de insetos, fungos e outros agentes bióticos responsáveis, direta ou indiretamente, por pragas e doenças. Especificamente, as alterações na temperatura vão afetar a temperatura acumulada (graus-dia) e o desenvolvimento de animais invertebrados. Por outro lado, a antevisão de aumento de temperatura e aumento de precipitação (projetado para o Verão) poderá resultar em condições mais propícias ao desenvolvimento de pragas e doenças bem como o aumento da área geográfica de incidência. Sendo que os veículos de introdução de novas espécies são diversos, será de atender ao efeito das alterações na temperatura no alargamento das áreas ecológicas destes agentes bióticos. Assim, e atendendo aos climas futuros projetados poderá haver uma maior

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

suscetibilidade a pragas e a doenças sendo necessário maximizar as medidas de deteção, contenção e controlo.

Será também necessário aferir o efeito do aumento da concentração de CO₂ em pragas, doenças bem como microrganismos pois este fator poderá afetar a sua fisiologia.

No que respeita à pecuária, encontram-se ativos em Portugal diversos programas de controlo de saúde animal¹⁶, que incluem a tuberculose bovina (em bovinos e em animais de caça de grande porte), brucelose bovina (tendo sido desenvolvido em 2012 um programa especial de controlo e erradicação nos concelhos de Montalegre e de Ribeira de Pena), leucose enzoótica bovina, língua azul, brucelose dos pequenos ruminantes, gripe aviária e salmonelas. No relatório “Investigação, Determinação e Avaliação de Impactes das Alterações Climáticas no Alto Tâmega - Caderno III” (GeoAtributo, 2020a) está disponível uma lista exaustiva com os agentes bióticos a ter em particular atenção. A incidência e distribuição destes agentes infecciosos poderá ser modificada devido às alterações de temperatura e precipitação projetadas. Para além disso, a combinação deste fator com o aumento de CO₂ poderá fragilizar os animais, tornando-os mais suscetíveis. É assim essencial manter a monitorização das zoonoses pecuárias e à possível introdução de novos vetores/agentes de transmissão de doenças.

5.3.2.1.3 Desafios antropogénicos

A atividade pecuária é indissociável da presença humana. Assim, a contração demográfica registada na região da CIM-AT é uma séria ameaça a esta atividade. Por outro lado, através da presença humana e atividades económicas associadas é potenciada a introdução de novas espécies, espécies estas que poderão ter impacto (positivo ou negativo).

5.3.2.1.4 Síntese dos impactes e vulnerabilidades futuras

Na tabela 25 encontram-se resumidos os principais impactes futuros no setor pecuário bem como das oportunidades decorrentes das alterações nos padrões de precipitação e de temperatura e do aumento da concentração de CO₂ na atmosfera.

¹⁶ <http://srvbamid.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV/genericos?actualmenu=23822&generico=3180076&cboui=3180076>










	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tabela 25- Síntese dos principais impactes futuros no sistema pecuário




Variáveis	Vulnerabilidades	Riscos	Impactos negativos (ameaças)	Impactos positivos (oportunidades)
Precipitação	Diminuição da precipitação média anual, em particular na Primavera.	Diminuição da disponibilidade de pastagens	<p>Limitação ao crescimento de pastagens que proporcionem alimentação em verde para o gado;</p> <p>Diminuição da disponibilidade hídrica para consumo do gado</p>	-
		Aumento do consumo de água	<p>Aumento do consumo de água para rega e para consumo do gado com oneração da produção;</p> <p>Aumento da probabilidade da salinização dos solos</p>	-
	Alteração do padrão de precipitação, com aumento da precipitação no Verão.	Fitossanidade animal	Aumento da exposição e/ou incidência de pragas e doenças (introdução acidental ou alargamento da distribuição ecológica);	<p>Maior probabilidade de existência de charcas e ribeiros com água corrente;</p> <p>Maior probabilidade de crescimento de pastagens que proporcionem alimentação em verde para o gado.</p>

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Variáveis	Vulnerabilidades	Riscos	Impactos negativos (ameaças)	Impactos positivos (oportunidades)
Temperatura	Aumento da temperatura mínima.	Alteração da produtividade agrícola	-	<p>Aumento do número de dias favoráveis ao crescimento vegetativo das espécies agrícolas;</p> <p>Maior disponibilidade de alimentação em verde para o gado.</p>
Precipitação e Temperatura	<p>Diminuição da disponibilidade hídrica</p> <p>Aumento da temperatura média anual e do número de dias com temperatura > 35°C</p>	Diminuição da produtividade pecuária (a1)	<p>Diminuição no bem-estar animal e da sua produtividade;</p> <p>Aumento da exposição e/ou incidência de pragas e doenças (introdução acidental ou alargamento da distribuição ecológica);</p> <p>Aumento do risco de exposição a incêndios florestais /rurais.</p>	Seleção de indivíduos melhor adaptados às novas condições.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Variáveis	Vulnerabilidades	Riscos	Impactos negativos (ameaças)	Impactos positivos (oportunidades)
CO ₂	Aumento de CO ₂ na atmosfera	Diminuição da produtividade pecuária (a2)	Alterações fisiológicas com impacto no bem-estar animal e na sua produtividade.	Seleção de indivíduos melhor adaptados às novas condições.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.3.2.2 Avaliação do risco climático setorial

Na Tabela 26 resumem-se as avaliações de risco consideradas anteriormente para o setor pecuário da região da CIM-AT. Considerando os cenários RCP4.5 e RCP8.5, será reforçar que os cenários exibem tendências semelhantes para ambos os períodos em consideração (2040-2069 e 2070-2099). No entanto, exibem amplitudes de diferenças distintas que serão significativas no contexto pecuário. Atendendo à ausência de informação quantitativa, detalhada e de nível local, torna-se altamente especulativo o exercício de previsão de vulnerabilidades futuras. Assim, opta-se por considerar o cenário RCP8.5 como introduzindo alterações mais drásticas no médio prazo (2040-2069) mas que estão em linha com as previstas com o cenário RCP4.5.

Tabela 26- Avaliação de Riscos associados às projeções climáticas – Produção Pecuária.

Risco Climático	Avaliação	
	Médio Prazo (2040-2069)	Longo Prazo (2070-2099)
1A Diminuição da disponibilidade de pastagens	6	6
1B Aumento do consumo de água	6	6
1C Fitossanidade animal	2	4
2A Alteração da produtividade agrícola	1	1
3A Diminuição da produtividade pecuária (a1)	9	9
4A Diminuição da produtividade pecuária (a2)	9	9

*Considera-se que as projeções de longo prazo consideram a progressão a partir da projeção considerada para o período anterior.

5.3.2.3 Priorização dos riscos climáticos

Para a priorização dos riscos climáticos com maior incidência no setor pecuário procedeu-se à elaboração das respetivas matrizes de risco (Figura 46), considerando a situação a médio e a longo prazo.

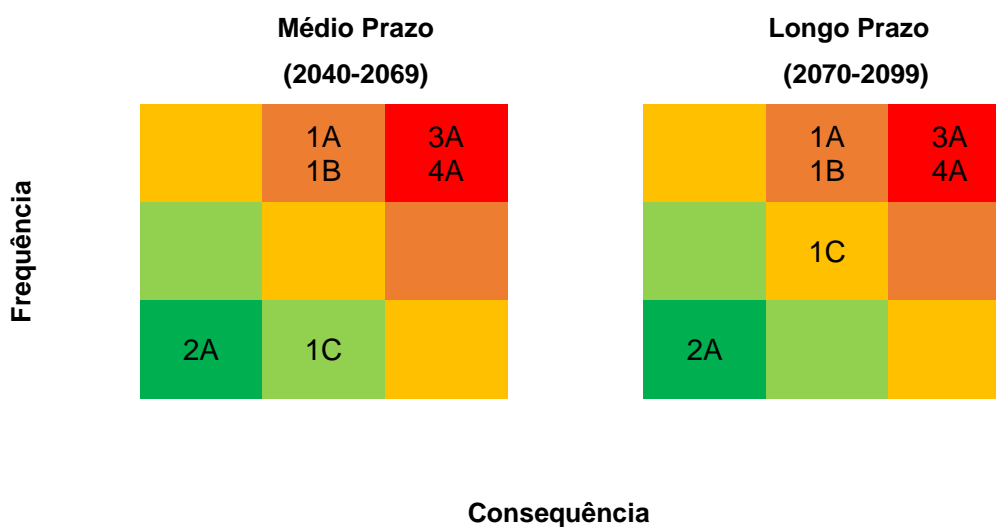




Figura 46- Matriz de risco para a atividade pecuária

As projeções de longo prazo não têm como aferir a linha de base para 2070 e consideram a progressão a partir da projeção considerada para o período anterior. Em linhas gerais, estas preveem tendencialmente um agravamento das situações.

A matriz de risco ilustra as vulnerabilidades futuras para as quais será necessário desenvolver medidas de adaptação e/ou mitigação. Estas deverão ser identificadas e implementadas quer a nível intermunicipal (território da região do Alto Tâmega) quer especificamente, ao nível de cada um dos seis municípios deste território. A monitorização em contínuo, comunicação entre as diversas entidades e partilha de dados são fatores essenciais à identificação e implementação de tais medidas.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.4 Biodiversidade

No relatório de vulnerabilidade atuais, e fazendo uso de diversos atlas, relatórios e bases de dados, foram inventariadas 1513 espécies de plantas vasculares (agrupadas em 116 famílias), 62 espécies de mamíferos (distribuídas por 20 famílias), 156 espécies de aves (55 famílias), 25 espécies de répteis (8 famílias), 15 de anfíbios (6 famílias), 20 de peixes (11 famílias) e 12 de bivalves (4 famílias). O inventário demonstra uma elevada biodiversidade e regista múltiplos endemismos ibéricos. Demonstra ainda que diversos *taxa* exibem estatuto de conservação de ameaçadas ou quase ameaçadas (categorias CR, EN, VU, NT), requerendo atenção redobrada.



É prioritário aumentar a perceção das populações locais para a importância da Biodiversidade, quer do ponto de vista da conservação da natureza, quer do ponto de vista do usufruto, da identidade cultural, da valorização paisagística e como fonte de produtos naturais (por exemplo medicinais e cosméticos). A título de exemplo referem-se as missões de colheita de germoplasma de plantas aromáticas e medicinais realizadas pelo Banco Português de Germoplasma Vegetal (BPGV¹⁷) nos seis municípios do Alto-Tâmega. Diversos espécimes de espécies das famílias das *Lamiaceae*, *Hypericaceae* e *Cannabaceae*, comumente utilizadas na extração de produtos naturais foram recolhidas e estão conservados no BPGV (Ana Barata, Comunicação Pessoal).

Nesse sentido, é essencial prosseguir com as campanhas de sensibilização e de valorização dos recursos silvestres sendo que os seis municípios da região da CIM-AT desenvolvem atividades de educação e valorização ambiental. Estas atividades fazem uso de diversos recursos, nomeadamente de infraestruturas como: Boticas Parque - Natureza e Biodiversidade (Boticas); Parque Botânico e Zoológico da Quinta do Rebentão (Chaves); Ecomuseu do Barroso (Montalegre); Parque Ambiental do Bucheiro (Ribeira de Pena); Ecovia do Rabaçal (Valpaços); Parque Florestal e Rede de Trilhos de Interpretação de Espaços Naturais¹⁸ (Vila Pouca de Aguiar).

A existência de diversos espaços municipais, nos quais se valoriza o património natural ilustra que há oportunidade para aprofundar: a perceção da dependência humana dos espaços silvestres; da necessidade de manter espaços de intervenção humana reduzida; da monitorização e estudo das comunidades silvestres.

¹⁷ <http://bpgv.inia.v.pt>

¹⁸ https://www.alberguesdeaguiar.pt/datafiles/files/ATLAS_AMBIENTAL.pdf



	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

À semelhança do descrito para a atividade agropecuária, a distribuição de fauna e flora silvestres num determinado território está intimamente relacionada com as condições meteorológicas, nomeadamente a temperatura do ar e a quantidade de precipitação. No que respeita à flora, e em paralelo à flora agrícola, parâmetros específicos, como as temperaturas acumuladas, a água no solo, ou a evapotranspiração potencial são da maior importância. No que respeita à fauna invertebrada, padrões de temperatura são importantes no controlo do ciclo de vida e na sua distribuição no globo, sendo que nos vertebrados o conforto térmico é um importante parâmetro a considerar.

Para além do binómio temperatura-disponibilidade de água, também o aumento de CO₂ na atmosfera coloca desafios adicionais: nas plantas induz importantes alterações nas dinâmicas de assimilação de CO₂ (fotossíntese) e distribuição de reservas; nos mamíferos poderá induzir alterações fisiológicas que fragilizam os organismos. Por outro lado, o efeito do aumento do CO₂ nas comunidades microbianas no solo (e nas propriedades dos solos), nos insetos polinizadores, nos agentes causadores de pragas e de doenças está ainda por revelar. Acresce ainda que o efeito combinado destes fatores (elevado CO₂, aumento da temperatura, menor disponibilidade hídrica) está ainda largamente por determinar, sendo, no entanto, possível admitir que os seus efeitos serão mais negativos do que apenas a soma dos três fatores de stress isoladamente. As relações ecológicas existentes estão assim sob desafio, sendo que este cenário comporta o que é designado por alguns autores como a “tempestade perfeita”.

As ferramentas para diminuir os efeitos dessa “tempestade perfeita” baseiam-se no conhecimento. Conhecimento milenar do território por parte das populações locais e conhecimento gerado pelas comunidades científicas seguindo protocolos rastreáveis e quantificáveis. Em conjunto, será possível encontrar soluções que funcionem a nível local e sensibilizar os decisores políticos de forma a implementá-las. As informações atuais, fragmentadas e disponíveis para outras regiões que não o Alto-Tâmega, apontam que o aumento da biodiversidade de um dado ecossistema aumenta a sua resiliência e como tal contribui para a superação de desafios causados por elevado CO₂, aumento da temperatura, menor disponibilidade hídrica. Nesse contexto, e pelos padrões europeus, Portugal e a região da CIM-AT estão particularmente bem posicionados devido à sua riqueza e diversidade de flora e fauna (IUCN, 2013).

De acordo com o PIACC-AT, os padrões de temperatura e precipitação serão os parâmetros meteorológicos que maiores alterações registarão nos cenários RCP4.5 e RCP8.5 para o médio e para o longo prazo (ver secção 4). No contexto da biodiversidade, a análise quantitativa dos efeitos das alterações nos padrões de temperatura e precipitação

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

requer informação detalhada não só sobre cada habitat, mas também sobre as espécies que o integram e as relações ecológicas estabelecidas. A utilização de índices bioclimáticos relacionados com a temperatura e precipitação também seria útil na análise de vulnerabilidades futuras.



Na sua ausência destes dados, serão efetuadas considerações qualitativas considerando aspetos gerais, particularizando sempre que possível.

5.4.1 Avaliação dos impactes e vulnerabilidades futuras

De acordo com a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas para Sector da Biodiversidade (ICNF 2013), os efeitos das alterações climáticas nas espécies podem ser divididas em:

- i. Alterações na fenologia devido às alterações das características das estações do ano, nomeadamente o adiantamento da Primavera e do Verão, por exemplo aumento da temperatura média, mínima e máxima; e
- ii. Alterações na distribuição / declínios populacionais ou extinções locais de populações devido a deslocação em latitude e altitude das espécies sensíveis às alterações climáticas. Por exemplo, os morcegos de dieta especializada (insetos) e sensíveis a temperaturas elevadas são vulneráveis às alterações climáticas.

A vulnerabilidade de uma determinada espécie ou grupo de espécies às alterações climáticas é tanto menor quanto menor for sua diversidade genética e plasticidade fenotípica que influenciam a sua capacidade adaptativa a mudanças ambientais. As espécies mais vulneráveis serão, por exemplo, as que ocupam nichos climáticos estreitos e apresentam uma baixa capacidade de dispersão. Exemplos por excelência de *taxa* de nicho ecológico estreito são as espécies de anfíbios e de morcegos (devido à dieta especializada). No relatório de vulnerabilidade atuais para o Alto-Tâmega, o inventário releva a presença de diversas espécies endémicas com estatuto de conservação ameaçado quer no reino Animal quer no reino Vegetal.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.4.1.1 Desafios abióticos e bióticos

A distribuição geográfica das comunidades biológicas é condicionada por variáveis climáticas e topográficas, sendo utilizada a classificação climática de Köppen-Geiger na análise das alterações climáticas na distribuição das diversas espécies e ecótipos. Atendendo aos mapas globais para climas futuros disponíveis (2071-2100, cenário RCP8.5), apontam que a região CIM-AT exibirá um clima sub-tipo Csa (Beck *et al.* 2018), enquanto o mapa para a situação atual refere os subtipos Csa e Csb.

Designado por clima Mediterrânico típico, o sub-tipo Csa, é caracterizado por verões secos e quentes com elevada probabilidade de ocorrência de secas. Os cenários climáticos produzidos para a região do Alto-Tâmega (ver secção 4) apontam para alterações significativas dos padrões de precipitação (diminuição no total anual entre 5 a 20%) e temperatura (aumento da temperatura média, máxima e mínima). Atendendo à estação do ano, verifica-se que a diminuição de precipitação será particularmente elevada na Primavera, podendo aumentar no Verão.



Registam-se grandes diferenças nas projeções a médio (2040-2069) e a longo prazo (2070-2099) para um mesmo cenário climático e um mesmo concelho.

Numa abordagem genérica, poderá assumir-se que para o período 2070-2099 será mantida a tendência para o aumento das temperaturas em ambos os cenários. No entanto, e para os padrões de precipitação, é projetada uma diminuição da disponibilidade hídrica para o Verão (em relação ao período 2040-2069, mas uma maior precipitação para o Inverno e a Primavera. Assim, é lógico assumir que o período 2070-2099 não será uma continuação do período anterior consubstanciando-se num cenário novo. Desta forma é particularmente desafiante a elaboração das vulnerabilidades futuras pois a situação de referência para 2070 é desconhecida, i.e., a situação agrícola em 2070 será o resultado das alterações climáticas e das medidas adotadas até lá. Para além disso, o processo agrícola (e pecuário) está intimamente ligado à presença humana pelo que nesta componente é necessário incorporar tendências demográficas, sendo que se projeta um cenário de contração demográfica (CIM-AT, 2014).

Ressalvando casos particulares que requeiram análise ao nível do concelho será efetuada uma análise intermunicipal por estação do ano e cenário climático.

Redução da disponibilidade hídrica

Ambos os cenários considerados (RCP4.5 e RCP8.5) apontam para redução da precipitação a médio e a longo prazo em todos os municípios. Para o período 2040-2069, a



	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

projeção de redução de precipitação (entre 30 a 40%) é particularmente acentuada na Primavera. Para o período 2070-2099, a projeção de redução de precipitação (entre 20 a 50%) é particularmente acentuada na Outono.

a. Flora

Poderão registar-se restrições hídricas na fase de germinação das sementes que ocorre caracteristicamente na Primavera. Poderá ser limitada ou impedida a germinação das plantas anuais uma vez que a germinação é particularmente sensível à falta de água. Quanto a espécimes de espécies arbóreas e arbustivas já implementadas, o sistema radicular poderá ter a capacidade para captar água em profundidade. No entanto, a existência de anos consecutivos de baixa disponibilidade hídrica muito possivelmente favorecerá as espécies com uma maior eficiência na utilização do uso da água. Tipicamente, espécies de metabolismo C4 e de metabolismo CAM são mais eficientes que as espécies de metabolismo C3. São conhecidas espécies com metabolismo em C4 e em CAM em famílias (Mauseth 1998). Várias destas famílias estão identificadas no inventário de flora realizado para a região CIM-AT no âmbito do Relatório das Vulnerabilidades Atuais. *Asteraceae* (186 espécies, 26 delas são endemismos ibéricos, 16 são exóticas sendo que cinco são consideradas invasoras (Marchante *et al.* 2015)) e *Euphorbiaceae* (18 espécies, um endemismos ibérico; duas espécies exóticas) são famílias para as quais estão registadas espécies com metabolismo C3, C4 e CAM. *Amaranthaceae* (10 espécies, cinco delas exóticas); *Cyperaceae* (42 espécies, duas delas sendo endemismos ibéricos); *Poaceae* (163 espécies, 11 endemismos ibéricos, cinco exóticas sendo que uma delas é descrita como invasora); *Portulacaceae* (duas espécies) e *Zygophyllaceae* (uma espécie) são famílias para as quais estão registadas espécies com metabolismo C3, C4. *Crassulaceae* (22 espécies, três endemismos ibéricos); *Cucurbitaceae* (duas espécies); *Geraniaceae* (15 espécies, um endemismo ibérico); *Liliaceae* (oito espécies); *Orchidaceae* (26 espécies); *Oxalidaceae* (seis espécies, três das quais exóticas sendo que uma delas é descrita como invasora); *Polypodiaceae* (quatro espécies); *Vitaceae* (duas espécies) são famílias para as quais estão registadas espécies com metabolismo CAM.

É necessária uma análise bibliográfica e/ou bioquímica para averiguação do tipo de metabolismo fotossintético das espécies destas famílias. No entanto, é possível avançar com prováveis alterações na abundância relativa das espécies vegetais se se atender unicamente a este critério devido a fenómenos de competição com outras plantas (por espaço, luz e nutrientes). Tal alteração poderá ter impactes no tipo de flores disponíveis para os polinizadores, no tipo de alimentação disponível para os herbívoros e na camuflagem providenciada.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

b. Fauna

Charcas, ribeiros e rios com água corrente são utilizados pelos animais silvestres. A diminuição da precipitação poderá levar à redução da sua disponibilidade e qualidade. Será necessária a monitorização de forma a assegurar a existência de água para os animais silvestres.

Aumento da disponibilidade hídrica no Verão

Está projetado um aumento da precipitação no Verão (70 a 100%).

a. Flora

Este cenário favorecerá o crescimento vegetativo das espécies vegetais. No entanto, e em associação com elevadas temperaturas poderá comprometer a floração de algumas espécies bem como promover a taxa de incidência de pragas e patógenos que sejam favorecidas por temperatura e humidades elevadas. No outro lado do espectro, estes parâmetros também influenciam o desenvolvimento de agentes bióticos benéficos para as plantas (polinizadores e agentes de controlo biológico).

b. Fauna



O aumento da disponibilidade hídrica no Verão será favorável à existência de charcas, e de ribeiros e rios com água corrente. Assim será favorável aos animais silvestres. No entanto, e em associação com elevadas temperaturas esta situação pode (?) promover a taxa de incidência de pragas e patogénicos e assim debilitar os animais.

Aumento da temperatura (média, máxima e mínima) e do número de dias com temperaturas superiores a 35°C

Ambos os cenários considerados (RCP4.5 e RCP8.5) apontam para o aumento da temperatura bem como do número de dias nos quais a temperatura de 35°C é ultrapassada (ver secção 3). Projeta-se ainda o aumento da ocorrência de ondas de calor.

a. Flora

Estes cenários são também propícios a alterações na distribuição de espécies vegetais uma vez que as plantas com metabolismo CAM estão particularmente bem adaptadas a existência de temperaturas elevadas e baixas disponibilidades hídricas (Mauseth 1998). Numa outra perspetiva, o aumento da temperatura poderá resultar numa maior produção de metabolitos secundários. Estes metabolitos exibem bioatividade e podem ser considerados para a cosmética e farmacopeia. Ressalva-se que a utilização de recursos silvestres para a extração a nível comercial de produtos naturais terá de respeitar critérios e sustentabilidade de forma a evitar sobre-exploração e degradação dos ecossistemas.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	



b. Fauna

Estes cenários são prejudiciais para os animais silvestres, podendo consubstanciar-se em stress térmico. A situação será agravada em situações combinadas com reduzida disponibilidade de água. A temperatura é também muito relevante nos padrões de migração das aves (Horton *et al.* 2020), potenciando alterações ecológicas significativas quer na sua estrutura quer na sua função. A título de exemplo, se a altura de a migração não coincidir a uma maior disponibilidade de presas no local de destino poderá haver falta de alimento. Acresce que o desenvolvimento de insetos é regulado pela temperatura. As alterações na temperatura vão afetar a temperatura acumulada (graus-dia). O desenvolvimento de animais invertebrados é regulado por este parâmetro, estando descritos patamar mínimo (abaixo do qual o ciclo está bloqueado) e máximo (acima do qual o ciclo desacelera ou para). A transição entre estádios de desenvolvimento requer uma determinada quantidade de calor, o que implica que, dentro dos patamares de temperatura, dias mais quentes aceleram o ciclo e que dias mais frios o retardam.

Numa outra perspetiva, deverá enquadrar-se a competição entre insetos, por exemplo polinizadores e não polinizadores, que poderão ter um impacto significativo na polinização. Foi identificado, por todos os municípios, o impacto negativo da presença da *Vespa velutina* (vespa-asiática) na produção de mel e produtos relacionados. A *Vespa velutina* é muitas vezes confundida com a *Vespa crabro*, uma espécie autóctone que desempenha um reconhecido papel como controlador das populações de outros insetos. A necessidade de efetuar controlo da *Vespa velutina*, sem destruir ninhos de vespas autóctones é uma necessidade premente. Ainda na linha da introdução de espécies, e sendo que os veículos de introdução de novas espécies são diversos, não será de descurar o efeito das alterações na temperatura e o alargamento das áreas ecológicas para estes agentes bióticos. Assim, e atendendo aos climas futuros projetados poderá haver uma maior suscetibilidade a pragas e a doenças sendo necessário maximizar as medidas de deteção, contenção e controlo. A título de exemplo, no corredor fluvial do rio Tâmega (a montante da cidade de Chaves) foi referenciada pelo representante da ADRAT, a presença de *Phytophthora alni*, patógeno dos amieiros. Este organismo encontra-se na lista A1 da EPPO (*European and Mediterranean Plant Protection Organization*¹⁹), i.e., é recomendada para organismo de quarentena.

Também para espécies de aves, existem evidências de que o aumento da temperatura poderá favorecer espécimes com corpos mais pequenos e asas maiores (Weeks *et al.*

¹⁹ <https://gd.eppo.int/>

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

2020). Nesse sentido, perspetivam-se alterações significativas sendo necessário monitorizar as alterações (ou a sua ausência) nos ecossistemas e habitats da região CIM-AT.

Em termos genéricos, a redução da disponibilidade hídrica e o aumento das temperaturas percecionam um aumento do risco de incêndio, com impactes muito significativos nas comunidades silvestres.

Aumento de CO₂

Em ambos os cenários considerados (RCP4.5 e RCP8.5) é considerado o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera. Em maio de 2020 foram registados 417 ppm de CO₂ na atmosfera²⁰ sendo previsto aumentos até cerca de 525 ppm (RCP4.5) e cerca de 800 ppm (RCP8.5) para 2069 (ver secção 3).

a. Flora



Numa primeira análise, o aumento de CO₂ na atmosfera é favorável à fixação fotossintética em plantas com metabolismo C₃, não sendo tão relevante em plantas com metabolismo em C₄ (ver explicação ponto anterior). No entanto, a qualidade nutricional das sementes utilizadas para alimentação por animais silvestres poderá ser negativamente afetada (Augustine *et al.*, 2018;²¹). Será também necessário aferir o efeito do aumento da concentração de CO₂ em pragas, doenças bem como microrganismos e os seus impactes nas plantas silvestres.

b. Fauna

A bibliografia disponível sobre os efeitos de elevado CO₂ em espécies de mamíferos reporta a diminuição do pH do sangue, acidose e hipertensão (Robertson, 2006) bem como alterações respiratórias (Cummins *et al.*, 2014). Alterações na resposta imune, função muscular e divisão celular são também referidos por estes últimos autores. Neste contexto, é necessária informação sobre a fisiologia das diversas espécies sob condições de elevado CO₂, sendo que se perspetiva uma elevada probabilidade para a alteração da dinâmica populacional devido a alterações no funcionamento do ecossistema.

²⁰ www.co2.earth/

²¹ <http://www.co2science.org/subject/m/summaries/mammals.php>

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.4.1.2 Desafios antropogénicos

Sendo que os veículos de introdução de novas espécies são diversos, através da presença humana e atividades económicas associadas, é potenciada a introdução de novas espécies nos ecossistemas. Tal terá sido o caso do lagostim vermelho (*Procambarus clarkii*), da tartaruga de orelha vermelha (*Trachemys scripta*), do caracol dos Balcãs (*Physa* sp). Entre outras espécies exóticas, estas foram introduzidas na região e podem ser encontradas quer no corredor fluvial do rio Tâmega (no troço a montante da cidade de Chaves) quer nas áreas adjacentes. O lagostim-vermelho desenvolve-se particularmente bem sob temperaturas elevadas, competindo com as espécies nativas de lagostins, nomeadamente de *Austropotamobius pallipes lusitanicus* que se encontra em risco de extinção. Também o uso de herbicidas e pesticidas constitui potencial ameaça à biodiversidade. Regista-se também um grande aumento nas espécies de plantas vasculares introduzidas em Portugal: cerca de 500 novas espécies foram introduzidas entre 1999 e 2018 (Almeida, 2018). A introdução de espécies vegetais representa desafios ecológicos relevantes na competição de recursos com as espécies já existentes.

A diminuição da presença humana poderá ser entendida como uma menor pressão sobre os ecossistemas, sendo que é de ressaltar que os espaços silvestres foram modulados ao longo de séculos pelas populações humanas e como tal esta é também parte integrante no ecossistema.

5.4.1.3 Síntese dos impactes e vulnerabilidades futuras

Na Tabela 27 encontram-se resumidos os principais impactes futuros no setor da biodiversidade bem como das oportunidades decorrentes das alterações nos padrões de precipitação e de temperatura e do aumento da concentração de CO₂ na atmosfera.










	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tabela 27- Síntese dos principais impactes futuros na Biodiversidade




Variáveis	Anomalia climáticas	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
Precipitação	Diminuição da precipitação média anual, em particular na Primavera.	Alterações de habitat (a1)	<p><i>Fauna e Flora</i></p> <p>Aumento da competição interespecífica entre espécies locais;</p> <p>Aumento da competição interespecífica entre espécies locais e introduzidas;</p> <p>Redução da disponibilidade hídrica para as comunidades silvestres;</p> <p>Aumento da exposição às consequências dos incêndios rurais /florestais.</p>	-

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Variáveis	Anomalia climáticas	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
	Alteração do padrão de precipitação, com aumento da precipitação no Verão.	Alterações de habitat (a2)	<p><i>Flora</i></p> <p>Interferência na floração de espécies vegetais;</p> <p>Interferência nos padrões de floração.</p> <p><i>Fauna e Flora</i></p> <p>Alteração das relações plantas-polinizadores.</p>	<p><i>Fauna</i></p> <p>Maior probabilidade de existência de charcas e ribeiros com água corrente;</p> <p>Maior probabilidade de crescimento de pastagens que proporcionem alimentação.</p>
Temperatura	Aumento da temperatura mínima.	Alterações de habitat (a3)	-	<p><i>Fauna</i></p> <p>Permite maior crescimento vegetativo das plantas e maior disponibilização de alimento;</p> <p>Maior disponibilidade de alimento poderá ser favorável à sobrevivência das crias de diversas espécies</p>

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Variáveis	Anomalia climáticas	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
CO ₂	Aumento de CO ₂ na atmosfera.	Alterações de habitat (a4)	<p><i>Fauna</i></p> <p>Aumento de problemas respiratórios nos mamíferos</p>	-
Temperatura, Precipitação e CO ₂	Aumento da temperatura média anual e do número de dias com temperatura > 35°C em combinação com menor disponibilidade hídrica e aumento do CO ₂ na atmosfera	Alterações de habitat (a5)	<p><i>Fauna e Flora</i></p> <p>Alterações na distribuição / declínios populacionais ou extinções locais de populações;</p> <p>Aumento da exposição e/ou incidência de pragas e doenças (introdução acidental ou alargamento da distribuição ecológica);</p> <p>Aumento do risco de incêndios florestais /rurais.</p>	<p><i>Fauna e Flora</i></p> <p>Acesso a programas de financiamento de mitigação dos efeitos das alterações climáticas;</p> <p>Possibilidade de identificação de espécies úteis no controlo biológico de pragas e doenças;</p>

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.4.2. Avaliação do risco climático setorial

Na Tabela 28 resumem-se as avaliações de risco consideradas anteriormente para o setor da biodiversidade para a região da CIM-AT. Considerando os cenários RCP4.5 e RCP8.5, será de reforçar que os cenários exibem tendências semelhantes para ambos os períodos em consideração (2040-2069 e 2070-2099). No entanto, exibem amplitudes de diferenças distintas que serão significativas no contexto da biodiversidade. Atendendo à ausência de informação quantitativa, detalhada e de nível local, torna-se altamente especulativo o exercício de previsão de vulnerabilidades futuras. Assim, opta-se por considerar o cenário RCP8.5 como introduzindo alterações mais drásticas no médio prazo (2040-2069) mas que estão em linha com as previstas com o cenário RCP4.5. Sendo que em linhas gerais, o cenário RCP8.5 pressupõe, tendencialmente, um agravamento das situações climáticas, poderão ter-se registado mecanismos de ajuste bioquímico e morfológico nas comunidades biológicas. Ajustes morfológicos e anatómicos bem como ajustes nas estratégias de utilização de água poderão, de alguma forma, reduzir os efeitos negativos.

Tabela 28- Avaliação de Riscos associados às projeções climáticas – Biodiversidade.

Risco Climático		Avaliação	
		Médio Prazo (2040-2069)	Longo Prazo (2070-2099)
1A Alterações de habitat (a1)	1.Aa Flora	6	6
	1.Ab Fauna	6	6
1B Alterações de habitat (a2)	1.Ba Flora	4	2
	1.Bb Fauna	2	1
2A Alterações de habitat (a3)	2.Aa Flora	6	6
	2.Ab Fauna	2	2
3A Alterações de habitat (a4)	3.Aa Flora	6	6

	3.Ab Fauna	6	6
4A Alterações de habitat (a5)	4.Aa Flora	9	9
	4.Ab Fauna	9	9

*Considera-se que as projeções de longo prazo consideram a progressão a partir da projeção considerada para o período anterior

5.4.3 Priorização dos riscos climáticos

Para a priorização dos riscos climáticos com maior incidência na área da biodiversidade procedeu-se à elaboração das respetivas matrizes de risco (Figura 47), considerando a situação a médio e a longo prazo.

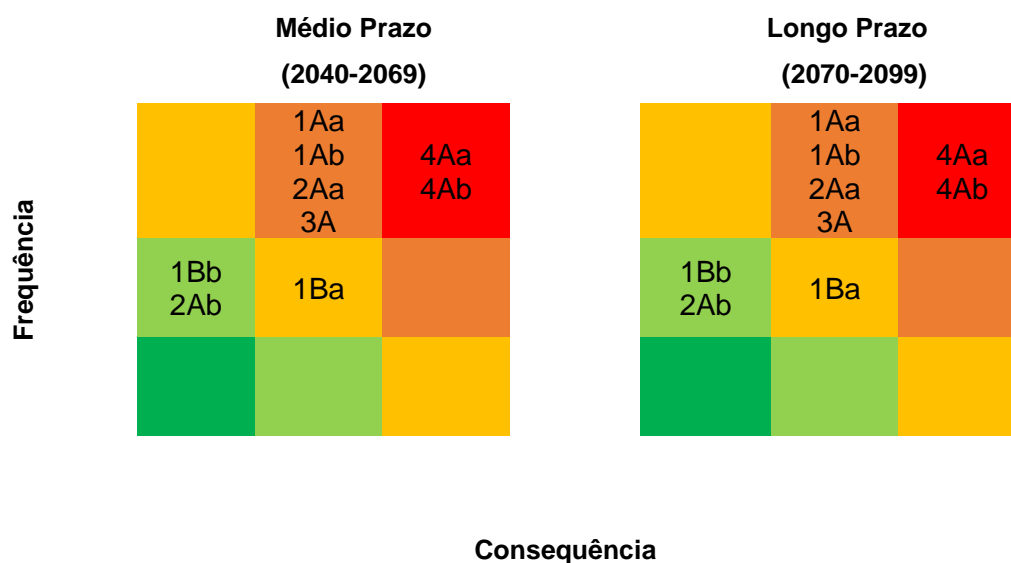






Figura 47- Matriz de risco – Biodiversidade.

A matriz de risco ilustra as vulnerabilidades futuras para as quais serão necessárias desenvolver medidas de adaptação e/ou mitigação. Estas deverão ser identificadas e implementadas quer a nível intermunicipal (território da região do Alto Tâmega) quer especificamente, ao nível de cada um dos seis municípios deste território. A monitorização

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

em contínuo, comunicação entre as diversas entidades e partilha de dados são fatores essenciais à identificação e implementação de tais medidas.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	




5.5 Florestas

5.5.1 Avaliação dos impactes e vulnerabilidades futuras

Um dos dados biogeográficos fundamentais da região do Alto Tâmega é a sua posição de transição entre a Região Eurosiberiana e a Região Mediterrânica. O limite entre estes dois domínios bioclimáticos coincide, de forma aproximada, com a vertente ocidental do vale do Tâmega (J. C. Costa, Aguiar, Capelo, Lousã, & Neto, 1998). Com efeito, o gradiente climático da região do Alto Tâmega apresenta um sentido NW>SE, desde os concelhos de Montalegre e Boticas, até ao concelho de Valpaços, ao longo do qual a precipitação total vai diminuindo e a temperatura aumentando, tal como é demonstrado pela análise climática desenvolvida na secção 3. A este quadro regional sobrepõem-se as condições específicas do vale do Tâmega, como um corredor microclimático que atravessa a região na direção NE>SW, evidenciado pela classificação climática de Köppen para Portugal continental (IPMA apud Salado, *et al.*, 2020). A especificidade deste corredor fluvial é também reconhecida na proposta de tipologia fitogeográfica de Portugal continental (Franco, 1994). As mudanças climáticas futuras podem alterar este quadro bioclimático e, portanto, modificar as condições ecológicas em que se desenvolvem as florestas da região. Face aos cenários climáticos futuros desenvolvidos na secção 3 deste documento, é necessário analisar eventuais alterações ao contexto bioclimático e projetar seus impactos, a vários níveis, nas florestas da região.

No período de médio prazo (2040-2069), em ambos os cenários climáticos considerados (RCP 4.5 e RCP 8.5), a temperatura média na região do Alto Tâmega irá aumentar ligeiramente e a precipitação acumulada reduzir-se-á, mas sofrendo uma redistribuição sazonal que anulará o *deficit* hídrico estival, devido ao aumento da precipitação nesta época do ano. O regime de ventos não apresentará alterações significativas. O gradiente de temperatura aumentará no sentido NW>SE e o de pluviosidade reduzir-se-á na mesma direção.



No período de longo prazo (2070-2099), em ambos os cenários considerados (RCP 4.5 e RCP 8.5), a temperatura média continuará a aumentar (+1,9°C e +4,0°C, respetivamente) e a precipitação acumulada a reduzir-se (-8,6% e -15,2%, respetivamente), reaparecendo um período de *deficit* hídrico estival, devido à redução da precipitação nesta época do ano. O regime de ventos não apresentará alterações significativas. O gradiente de temperatura aumentará no sentido NW>SE e o de pluviosidade reduzir-se-á na mesma direção.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Na Tabela 29 apresenta-se uma síntese das principais anomalias climáticas da região, a médio e longo prazo, desagregada ao nível municipal.

Tabela 29- Síntese dos principais resultados da análise climática, a médio e longo prazo, nos municípios do Alto Tâmega

Município	Síntese climática
Boticas	<p>Aumento contínuo da temperatura média, entre +1,6°C e +2,0°C (médio prazo) e entre +1,9°C e +3,9°C (longo prazo).</p> <p>Redução da precipitação entre 9% e 17%, mais pronunciada nos meses de Outono.</p>
Chaves	<p>Aumento contínuo da temperatura média, entre +1,7°C e +2,1°C (médio prazo) e entre +2,1°C e +4,0°C (longo prazo).</p> <p>Redução da precipitação entre 5% e 16%, mais pronunciada nos meses de Outono.</p>
Montalegre	<p>Aumento contínuo da temperatura média, entre +1,7°C e +2,1°C (médio prazo) e entre +2,1°C e +4,0°C (longo prazo).</p> <p>Redução da precipitação entre 10% e 17%, mais pronunciada nos meses de Outono.</p> <p>Município onde será maior o aumento do n.º de dias por ano em que a temperatura excederá 25°C e maior a redução do n.º de dias de geada.</p>
Ribeira de Pena	<p>Aumento contínuo da temperatura média, entre +1,1°C e +1,4°C (médio prazo) e entre +1,4°C e +3,4°C (longo prazo).</p> <p>Redução da precipitação entre 11% e 19%, mais pronunciada nos meses de Outono.</p>
Valpaços	<p>Aumento contínuo da temperatura média, entre +1,7°C e +2,2°C (médio prazo) e entre +2,1°C e +4,1°C (longo prazo).</p> <p>Redução da precipitação entre 4% e 12%, mais pronunciada nos meses de Outono.</p> <p>Município onde será maior o aumento do n.º de dias por ano em que a temperatura excederá 35°C.</p>
Vila Pouca de Aguiar	<p>Aumento contínuo da temperatura média, entre +1,8°C e +2,2°C (médio prazo) e entre +2,1°C e +4,0°C (longo prazo).</p> <p>Redução da precipitação entre 9% e 16%, mais pronunciada nos meses de Outono.</p> <p>Município onde será maior a redução do n.º de dias de precipitação por ano.</p>




	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.5.1.1 Ciclos climáticos e espécies florestais

As espécies florestais que ocorrem na região do Alto Tâmega, especialmente as que constituem bosques de origem autóctone, como *Pinus sylvestris* e *Quercus* spp., têm origem antiga, em termos evolutivos, tendo atravessado vários períodos geológicos, a que corresponderam tipos de clima diferenciados e contrastantes (Pais, 2010). A presença destas espécies na região remonta, pelo menos, a vários milhares de anos antes do presente, e está documentada por material polínico sedimentado em turfeiras da serra do Gerês (Coudé-Gaussen, 1981; Ramil Rego, Gómez-Orellana, Muñoz Sobrino, & Tereso, 2011) e por vestígios de madeiras semicarbonizadas, exumadas em sítios arqueológicos dos concelhos de Chaves e de Vila Pouca de Aguiar (Jorge, 1986). Podemos admitir que a capacidade intrínseca de resistência e de adaptação destas espécies florestais a alterações ambientais foi posta à prova nos ciclos climáticos do passado, ainda que os bosques de origem autóctone ocupem atualmente áreas relativamente restritas da região, devido à desflorestação antropogénica (Reboredo & Pais, 2014; Tereso, Ramil Rego, & Almeida da Silva, 2011).

No que respeita aos cenários climáticos futuros, e aos seus impactos na floresta, em complemento à análise climática demonstrada na secção 4, consideramos a análise desenvolvida por Costa, Fraga, Fernandes, & Santos (2017), relativa às variações futuras de dois índices, o Índice de Aridez (IA) e o Índice de Termicidade (IT), e as correspondentes alterações nos pisos bioclimáticos mais propícios às espécies florestais em Portugal continental. Tais alterações podem ser sumariadas do seguinte modo:

- i. Quanto ao IA, espera-se um aumento generalizado das condições de secura, excetuando-se áreas muito restritas de clima hiper-húmido, nas regiões montanhosas mais elevadas do norte e centro de Portugal; as condições de crescimento serão alteradas para situações de maior secura, com impactos significativos no desenvolvimento de espécies florestais que ocorrem atualmente em regiões frias e húmidas;
- ii. Quanto ao IT, o piso bioclimático supramediterrânico desaparecerá virtualmente e, no norte do país, assistir-se-á a um predomínio dos pisos mesomediterrânico e termomediterrânico superior;
- iii. A análise combinada de IA e IT revela que um clima futuro mais quente e seco poderá ameaçar, ou mesmo extinguir, espécies como *Betula alba* e *Pinus sylvestris*, ambas com ocorrência atual na região do Alto Tâmega, como se referiu no relatório de vulnerabilidades climáticas atuais (Relatório 1); e

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

- iv. Outras espécies, como *Quercus pyrenaica* e *Castanea sativa*, poderão sofrer uma redução de 7% na sua área atual de ocorrência, e os pisos bioclimáticos associados a espécies como *Quercus robur*, *Q. suber* e *Pinus pinaster* sofrerão uma realocização, com uma redução de 13% da sua área de aptidão atual. Estas espécies continuarão a ocorrer nas condições climáticas futuras, mas em localizações diferentes das atuais, uma alteração que afetará igualmente espécies infestantes em meios florestais, como *Acacia dealbata* e *Hakea sericea*.



O Programa Regional de Ordenamento Florestal (PROF) de Trás-os-Montes e Alto Douro assume este cenário de alteração climática e as implicações sobre as condições florestais da região, assinalando, no entanto, que o sobreiro (*Quercus suber*) é a espécie que mais poderá aumentar a área favorável de ocorrência nesta região (ICNF, 2018b).

Apresenta-se na Tabela 30 a evolução do IT na região do Alto Tâmega, para o cenário climático RCP 4.5, com base nos dados do Portal do Clima (<http://portaldoclima.pt/pt/>). Como se observa, o aumento do valor de IT levará a uma alteração a longo prazo nos pisos bioclimáticos da região, especialmente na sua parte ocidental, atualmente abrangida pela Região Eurosiberiana, onde o piso Montano dará lugar ao piso Colino, posteriormente substituído pelo piso Supramediterrânico. Na parte oriental da região do Alto Tâmega, enquadrada na Região Mediterrânica, o piso Supramediterrânico dará lugar ao piso Mesomediterrânico, à medida que aumenta o valor de IT. Esta variação indica uma deslocação para ocidente do limite entre a Região Eurosiberiana e a Região Mediterrânica. Portanto, as condições mediterrânicas da região serão mais acentuadas a longo prazo. Se considerarmos o cenário climático RCP 8.5, esta evolução será ainda mais acentuada, com toda a região do Alto Tâmega enquadrada no piso Mesomediterrânico a partir de 2041.

Tabela 30- Evolução do Índice de Termicidade (IT) e respetivos pisos bioclimáticos, na região do Alto Tâmega, para o cenário climático RCP 4.5 (Portal do Clima, n.d.)

Região	Histórico		2040/2069		2070/2099	
	IT	Piso bioclimático	IT	Piso bioclimático	IT	Piso bioclimático
Alto Tâmega	165,8	Montano Supramediterrânico	200,4	Colino Supramediterrânico	212,3	Supramediterrânico Mesomediterrânico

Estas considerações apontam para a necessidade de efetuar uma análise posterior, mais detalhada, da variação de índices bioclimáticos na região do Alto Tâmega, que permita



	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

prever alterações futuras nas condições de desenvolvimento das espécies florestais da região e das áreas mais favoráveis para cada espécie. Dois aspetos deverão ser tidos em especial consideração neste exercício: por um lado, a morfologia do vale do Tâmega, formando um corredor que atravessa a região na direção NE>SW, cujas vertentes íngremes apresentam condições mais termófilas, distintas das áreas envolventes, propícias à expansão de espécies como o sobreiro (*Quercus suber*) e o medronheiro (*Arbutus unedo*), que poderão substituir parte da área atualmente ocupada por pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*), ou constituir faixas de compartimentação; por outro lado, encontram-se atualmente em construção as barragens do sistema eletroprodutor do Tâmega, que será constituído pelos aproveitamentos hidroelétricos do Alto Tâmega, de Daivões e de Gouvães, cujas albufeiras ocuparão, respetivamente, 468 ha, 340 ha e 176 ha no nível pleno de armazenamento (Iberdrola, s/d). Os efeitos no microclima local poderão traduzir-se na redução da amplitude térmica diária, na redução do número de dias de geada e no aumento da frequência de nevoeiros e de chuva ligeira (Salado, *et al.*, 2020). Estes efeitos poderão mitigar, à escala local, a acentuação das condições mediterrânicas a médio e longo prazo.

5.5.1.2 Variabilidade genética das populações regionais de espécies florestais

Para avaliar a capacidade de adaptação das espécies florestais da região do Alto Tâmega face aos cenários climáticos futuros, torna-se necessário proceder a uma avaliação da sua variabilidade genotípica, o que permitirá inferir o seu grau de elasticidade genética. O longo tempo durante o qual as florestas da região foram utilizadas pelas atividades humanas conduziu a uma seleção de fenótipos, cuja base genética poderá condicionar a sua capacidade de resposta, face aos cenários climáticos esperados a médio e longo prazo. Sem uma avaliação adequada, não será possível prever, de forma fundamentada, qual o comportamento futuro das espécies florestais da região, o que exige a realização de estudos específicos adicionais. Este fator contribui para elevar a incerteza sobre o grau de vulnerabilidade das florestas regionais.

Os PROF de Entre Douro e Minho e de Trás-os-Montes e Alto Douro (ICNF, 2018a, 2018b) destacam a importância da qualidade genética dos materiais florestais e referem-se às características dos Materiais Florestais de Reprodução utilizados na regeneração e na arborização dos espaços florestais, essenciais para promover a sua biodiversidade e gestão sustentável. Atualmente, os locais para a recolha de materiais de base florestal na região do Alto Tâmega abrangem quatro concelhos, do seguinte modo:

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	



- i. Boticas, com colheita de semente de pinheiro-larício, pinheiro-silvestre e vidoeiro;
- ii. Montalegre, com colheita de semente de pinheiro-silvestre;
- iii. Ribeira de Pena, com colheita de semente de carvalho-alvarinho, carvalho-americano, castanheiro, pinheiro-bravo, pinheiro-silvestre, pseudotsuga e vidoeiro; e
- iv. Vila Pouca de Aguiar, colheita de semente de pinheiro-larício, pinheiro-silvestre e pseudotsuga.

Particular atenção deve ser dada a espécies não abrangidas pela certificação obrigatória, nos termos do Decreto-Lei n.º 13/2019, de 21 de janeiro, atendendo ao seu desempenho no âmbito das medidas de adaptação às alterações climáticas, pois estas espécies estão mais adaptadas às condições ecológicas do território, sendo mais resistentes aos períodos de seca e mais resilientes aos incêndios, podendo promover a biodiversidade, e contribuir para uma floresta sustentável e diversificada (ICNF, 2019).

A vulnerabilidade futura das florestas da região do Alto Tâmega depende de práticas de repovoamento florestal em que os materiais de reprodução utilizados tenham características adequadas às condições climáticas. Os critérios de conservação de recursos genéticos florestais, estabelecidos pelos PROF, podem contribuir para garantir um *pool* genético com um nível de diversidade capaz de responder a diferentes cenários climáticos, mas sem a realização de estudos adicionais permanecerá elevado o grau de incerteza relativo a este fator.

5.5.1.3 Risco de ocorrência de incêndios rurais/florestais

Os incêndios rurais / florestais são um risco manifesto dos sistemas florestais, a que é prestada especial atenção por proprietários e gestores florestais, pela rede de agentes responsáveis por ações de prevenção e de combate ao fogo, por políticos e decisores, e pela sociedade no seu conjunto. A evolução das áreas ardidas em Portugal, nomeadamente os incêndios de grandes dimensões (>100 ha) ocorridos nos anos de 2003, 2005 e 2017, contribui para salientar este risco. Não surpreende, portanto, que os incêndios florestais sejam considerados um risco prioritário a nível nacional, e, na região do Alto Tâmega, sejam assumidos como o principal risco associado à floresta e aos meios rurais nos concelhos de Boticas, Ribeira de Pena, Valpaços e Vila Pouca de Aguiar (cf. PIAAC - Planeamento de trabalhos). Adicionalmente, o Perfil de Impactos Climáticos Locais (PIC-L), desenvolvido no

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

âmbito deste trabalho, contabiliza 7981 ocorrências relativas a incêndios rurais na região do Alto Tâmega, sobretudo em floresta e matos, o que representa cerca de 95% das ocorrências do PIC-L.

A Estratégia Nacional para as Florestas (ENF), atualizada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 6-B/2015, reconhece que um dos principais impactes esperados das alterações climáticas para o nosso país é o aumento do risco de incêndios florestais, devido ao alargamento da época de maior risco de incêndio e ao aumento da probabilidade de ocorrência de condições meteorológicas extremas. A política de defesa da floresta contra incêndios estabelece, como principais objetivos estratégicos, a redução da superfície florestal ardida, a eliminação dos grandes incêndios, a diminuição do número de incêndios com duração superior a 24 horas e a redução do número de reacendimentos. Os principais objetivos específicos da ENF, relativamente à minimização do risco de incêndio, podem ser sumariados da seguinte forma:

- i. Aumentar a resiliência da floresta aos incêndios florestais, tendo por meta reduzir para 0,8% os povoamentos florestais ardidos, face à área total de floresta, no período entre 2018 a 2030;
- ii. Reduzir a incidência dos incêndios, tendo por meta reduzir para 20% o número de ocorrências, no período entre 2015 e 2030; e
- iii. Garantir o cumprimento do Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios, até 2020.

Ao nível regional, os PROF do Entre Douro e Minho e de Trás-os-Montes e Alto Douro adotaram como conceito de risco de incêndio a perigosidade, entendida como a probabilidade de uma determinada área arder num determinado intervalo de tempo (ICNF, 2018a, 2018b), estando a região do Alto Tâmega classificada, na sua maior parte, na classe de perigosidade elevada ou muito elevada. A Tabela 31 apresenta uma simplificação qualitativa do regime de fogo nos municípios do Alto Tâmega, com base na extensão média da área ardida, relativa à área do concelho, e na dimensão característica dos fogos, ou seja, no tamanho dos fogos que mais contribuem para a área ardida.



	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tabela 31- Distribuição dos municípios do Alto Tâmega por regime simplificado de fogo (ICNF 2018a;b)



Área ardida	Dimensão característica	Municípios
Muito elevada	Fogos grandes a muito grandes	Ribeira de Pena, Vila Pouca de Aguiar
	Fogos intermédios a muito grandes	Boticas
Moderada a elevada	Fogos intermédios a muito grandes	Montalegre, Chaves, Valpaços

Relativamente à vulnerabilidade futura das florestas do Alto Tâmega, tendo presente os cenários climáticos desenvolvidos na secção 4 deste documento (Salado, *et al.*, 2020), esta irá aumentar genericamente com o aumento da temperatura e a redução da pluviosidade, especialmente nas épocas do ano em que estes dois parâmetros estejam mais dissociados, ou seja, em períodos prolongados de secura atmosférica que se conjuguem com um regime sazonal de temperaturas elevadas, sobretudo durante o Outono, a que acresce a possibilidade de ocorrência de ventos fortes. Apesar de a vulnerabilidade das florestas da região ao fogo depender também de fatores antropogénicos, como as práticas de gestão florestal preventiva e, de uma forma abrangente, do ordenamento do território rural, o fogo continuará a ser um fator primordial de modelação da paisagem vegetal e um elemento condicionante da composição e estrutura dos sistemas florestais.

5.5.1.4 Suscetibilidade a pragas e doenças

No relatório de vulnerabilidades atuais (Relatório 1) foram abordados os principais riscos fitossanitários que afetam a floresta da região do Alto Tâmega, os quais são considerados um risco prioritário nos concelhos de Boticas e de Vila Pouca de Aguiar (cf. PIAAC - Planeamento de trabalhos). Durante a visita de campo, efetuada em 8 e 9 de junho de 2020, foi possível recolher informação complementar sobre a perceção deste risco junto de agentes locais.

O estado fitossanitário das manchas florestais, quer a nível regional, quer no restante território nacional, é um fator determinante da sua sustentabilidade, pois os danos causados por agentes bióticos nocivos – pragas e doenças – podem comprometer os objetivos da gestão florestal. A Estratégia Nacional para as Florestas (ENF), atualizada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 6-B/2015, reconhece como principal ameaça à sanidade florestal



	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

a circulação global de espécimes florestais e seus produtos e subprodutos. A esta ameaça acrescem as alterações climáticas, que podem criar condições favoráveis para o estabelecimento de pragas e doenças e originar novas pressões ambientais, que tornam as árvores mais vulneráveis aos agentes bióticos nocivos, sobretudo aos que têm origem exótica. É por isso sublinhada a importância da definição de objetivos de longo prazo, com políticas e ações adequadas, ou seja, de uma atuação refletida e concertada em matéria de fitossanidade florestal.

A nível regional, os PROF de Entre Douro e Minho e de Trás-os-Montes e Alto Douro remetem a problemática dos riscos bióticos para o Programa Operacional de Sanidade Florestal, aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 28/2014, de 7 de abril, e propõem medidas como a uniformização de procedimentos de prospeção de pragas e doenças e a implementação de sistemas de deteção precoce, nos quais assume especial importância a monitorização regular das manchas florestais (ICNF, 2018a, 2018b).

A projeção da suscetibilidade da região do Alto Tâmega a riscos fitossanitários num cenário climático futuro foi delineada no âmbito do projeto Investigação, Determinação e Avaliação de Impactos das Alterações Climáticas no Alto Tâmega (IDAIACAT), com o objetivo de produzir cartografia de risco (GeoAtributo, 2020). Com base nos cenários climáticos disponíveis no Portal do Clima ²²e na Carta de Uso e Ocupação do Solo foi produzida uma carta de suscetibilidade fitossanitária com quatro classes de suscetibilidade (elevada, moderada, baixa, nula ou não aplicável). A classe de suscetibilidade elevada ocupa cerca de 22,4% da região do Alto Tâmega, tendo especial incidência nos setores centro e sul, onde há maior área de sotos de castanheiro e de pinhais. A classe de suscetibilidade moderada corresponde apenas a 0,4 % do território da região. Quanto à classe de suscetibilidade baixa, que ocupa cerca de 23,6% do território, concentra-se nos setores oriental e norte da região do Alto Tâmega, em particular nos Municípios de Montalegre, Chaves e Valpaços. Apesar do seu interesse potencial, esta cenarização não analisa agentes bióticos específicos, o que permite supor que os seus requerimentos ecológicos foram tratados de maneira uniforme. Por outro lado, não é apresentada uma explicação para a baixa ocorrência da classe de risco moderada, estando o território da região dividido entre as classes de risco elevada e baixa.

²² <http://portaldoclima.pt/pt/>




	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.5.1.5 Proliferação de plantas lenhosas infestantes

Foram abordados, no relatório de vulnerabilidades atuais (Relatório 1), aspetos relativos à ocorrência de acácias e de outras espécies lenhosas infestantes, de origem exótica, na região do Alto Tâmega, que são consideradas um risco prioritário nos concelhos de Boticas e de Vila Pouca de Aguiar (cf. PIAAC - Planeamento de trabalhos). Durante a visita de campo, efetuada em 8 e 9 de junho de 2020, foi possível constatar situações de proliferação de algumas destas espécies, nomeadamente *Acacia dealbata* e *Ailanthus altissima*, e recolher informação sobre a sua perceção junto de agentes locais.

A evolução da expressão territorial destas espécies, embora seja evidente, quer na região, quer no restante território continental português, encontra-se insuficientemente quantificada; contudo, os dados do Inventário Florestal Nacional indicam que, entre 1995 e 2010, a área ocupada por manchas dominadas por *Acacia* spp. quase duplicou, a nível nacional (Fernandes, Devy-Vareta, & Rangan, 2013). A Estratégia Nacional para as Florestas (ENF) reconhece esta situação, assim como os impactos destas espécies sobre a biodiversidade, sobre a produção de produtos lenhosos e não-lenhosos e sobre os valores de uso indireto, sublinhando a dificuldade em reverter estes impactos. Além disso, a ENF assume como objetivo estratégico diminuir os riscos de ocorrência, desenvolvimento e dispersão destas espécies, estabelecendo como meta a estabilização da área ocupada por espécies lenhosas infestantes (‘invasoras’) até 2030. À escala regional, os PROF de Entre Douro e Minho e de Trás-os-Montes e Alto Douro assumem como objetivo, nos respetivos regulamentos, “controlar e sempre que possível erradicar as espécies invasoras lenhosas” (Portarias n.º 57/2019 e 58/2019, de 11 de fevereiro). Ambos os PROF preveem, como medida de execução específica, o apoio financeiro a ações de controlo e recuperação de áreas afetadas por invasoras lenhosas, tendo como objetivo a recuperação, no mínimo, de metade da área afetada até 2030 e de 70% da área afetada até 2050 (ICNF, 2018a, 2018b).

Assim, as vulnerabilidades futuras da floresta do Alto Tâmega, no que respeita à proliferação de plantas lenhosas infestantes, estão dependentes do sucesso destes programas e das medidas de gestão que forem implementadas. Um exercício prospetivo deverá considerar igualmente os fatores de perturbação antropogénica que potenciam este risco biótico nos sistemas florestais, e a sua correlação com o risco de ocorrência de incêndios rurais / florestais, atendendo ao tipo de resposta ao fogo de espécies que evoluíram em ambientes pirófitos, como é o caso de *Acacia dealbata* e de *Hakea sericea*, ambas de origem australiana (Silva, Nereu, Queirós, Deus, & Fernandes, 2019).



	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Um exercício de modelação ecológica, para avaliar a distribuição potencial de três espécies do género *Acacia* no Norte de Portugal, foi realizado por Vicente, *et al.* (2011), baseado em cenários de mudanças climáticas e de uso do solo. A distribuição de *A. dealbata*, *A. melanoxylon* e *A. longifolia* foi projetada para os anos 2000, 2020 e 2050, com uma previsão de aumento considerável da sua distribuição, nos vários cenários considerados. Contudo, na região do Alto Tâmega, a visita de campo efetuada permitiu constatar que, em 2020, a ocorrência atual está muito aquém da ocorrência potencial projetada, evidenciando o grau de incerteza inerente ao fenómeno.

5.5.1.6 Gestão futura do território

A vulnerabilidade climática da floresta da região do Alto Tâmega, quer atual, quer futura, está correlacionada, como se referiu, com as práticas de gestão do território, que permitem antever a possibilidade de implementar medidas de adaptação eficientes. Contudo, os dados demográficos apontam para uma redução contínua da população residente na região, aspeto que poderá limitar, de forma ainda mais severa do que atualmente, a capacidade de gerir o território. Se, por hipótese, se mantiver constante a taxa de perda de população residente nos concelhos do Alto Tâmega, verificada na primeira década do século XXI, de acordo com os dados da PORBASE, é possível que o concelho de Montalegre deixe de ter residentes antes de 2070, e que os concelhos de Boticas, Ribeira de Pena, Valpaços e Vila Pouca de Aguiar fiquem sem população residente até final do século. O concelho de Chaves não apresenta uma tendência tão drástica, mas poderá chegar ao final do século XXI com cerca de metade da população residente que existia em 2011.

Apesar de este cenário demográfico exigir um quadro de análise mais elaborado, em que sejam ponderados outros fatores, a tendência geral da região tem sido a perda acentuada da população: no período 1960/2011, os municípios da região, com exceção de Chaves, perderam, pelo menos, metade da população residente. Se a redução da população residente atingir um limiar crítico mínimo, teremos de questionar-nos sobre a capacidade de implementar medidas de adaptação a alterações climáticas, seja qual for o cenário considerado. Este é, portanto, um dado determinante que é necessário ponderar adequadamente no desenvolvimento do presente trabalho e nas medidas de adaptação a propor.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.5.1.7 Síntese dos impactes

Apresenta-se na Tabela 32 uma síntese dos principais impactes, positivos e negativos, nas florestas do Alto Tâmega, estabelecidos a partir dos cenários climáticos desenvolvidos neste documento.










	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tabela 32- Síntese dos principais impactes climáticos futuros nas florestas da região do Alto Tâmega.




Variável climática	Anomalia climática	Risco climático	Impactos negativos diretos (ameaças)	Impactos positivos diretos (oportunidades)
Temperatura	Aumento do valor do índice de termicidade (IT) na região do Alto Tâmega, com deslocação para ocidente do limite entre a Região Eurosiberiana e a Região Mediterrânica (limite bioclimático de primeira ordem que atravessa a região).	Alteração de índices bioclimáticos	Potencial redução da área com aptidão a espécies florestais de ótimo ecológico eurosiberiano (ex.: <i>Pinus sylvestris</i>).	Potencial aumento da área com aptidão a espécies florestais de ótimo ecológico mediterrânico (ex.: <i>Quercus suber</i> e <i>Q. ilex</i>).
	Aumento do gradiente térmico na região do Alto Tâmega, na direção NW>SE.	Alteração do gradiente térmico	Potencial aumento da aridez no SE da região, com redução do período vegetativo das culturas florestais, especialmente nos concelhos de Chaves e Valpaços.	Regime térmico mais favorável a culturas florestais nas áreas montanhosas no NW da região, especialmente nos concelhos de Boticas, Montalegre e Vila Pouca de Aguiar.
	Aumento contínuo da temperatura média, com uma alteração a longo prazo entre +1,9°C e +4,0°C.	Aumento de períodos de seca / aridez (<i>a1</i>)	Potencial redução da aptidão a espécies mesófilas (ex.: <i>Betula alba</i> e <i>Quercus robur</i>).	Potencial melhoria da aptidão a espécies termófilas (ex.: <i>Quercus suber</i> e <i>Q. ilex</i>).

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	




Variável climática	Anomalia climática	Risco climático	Impactos negativos diretos (ameaças)	Impactos positivos diretos (oportunidades)
		Redução de períodos de frio persistente		Potencial redução do consumo de lenha e de resíduos florestais processados (<i>estilha</i> , <i>pellets</i>) para aquecimento.
	Aumento do n.º de dias por ano em que a temperatura excederá 25°C.	Alteração da atividade vegetativa	Potencial proliferação de espécies lenhosas exóticas (“invasoras lenhosas”).	Potencial aumento da produtividade dos povoamentos florestais.
	Redução do n.º de dias de geada.	Redução da formação de gelo / geada	-	Potencial redução de danos causados pelo frio na vegetação. Potencial aumento do período vegetativo das espécies florestais.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	




Variável climática	Anomalia climática	Risco climático	Impactos negativos diretos (ameaças)	Impactos positivos diretos (oportunidades)
Precipitação	Redução do gradiente pluviométrico na região do Alto Tâmega, na direção NW>SE.	Alteração do gradiente pluviométrico	Potencial aumento das condições de secura, causadoras de <i>stress</i> hídrico nas espécies florestais, especialmente nos concelhos a SE (Valpaços) e NE (Chaves).	-
			Potencial redução do período vegetativo das espécies florestais	-
			Potencial alteração no ciclo fenológico, com redução da produção seminal das espécies florestais e sua viabilidade germinativa.	

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Variável climática	Anomalia climática	Risco climático	Impactos negativos diretos (ameaças)	Impactos positivos diretos (oportunidades)
	Redução da precipitação total anual a longo prazo (-8,64% a -15,17%), mais pronunciada nos meses de Outono.	Aumento de períodos de seca / aridez (a2)	<p>Potencial ocorrência de períodos prolongados de seca, com redução da aptidão florestal para espécies mesófilas (ex.: <i>Quercus robur</i>).</p> <p>Potencial aumento da perigosidade a incêndios rurais / florestais.</p>	Potencial aumento da área com aptidão florestal para espécies xerófilas (ex.: <i>Quercus ilex</i>).
Precipitação x temperatura	Redução do <i>deficit</i> hídrico estival no período 2040-2069.	Redução da seca / aridez no período estival	-	Potencial redução da perigosidade estival dos incêndios rurais / florestais. Potencial aumento do período vegetativo das espécies florestais.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Variável climática	Anomalia climática	Risco climático	Impactos negativos diretos (ameaças)	Impactos positivos diretos (oportunidades)
	Aumento do <i>deficit</i> hídrico estival no período 2070-2099.	Aumento da seca / aridez no período estival	Potencial redução do período vegetativo das espécies florestais.	-
	<p>Redução da precipitação total anual a longo prazo (-8,64% a -15,17%), mais pronunciada nos meses de Outono.</p> <p>Aumento contínuo da temperatura média, com uma alteração a longo prazo entre +1,9°C e +3,99°C.</p> <p>Aumento do n.º de dias por ano em que a temperatura excederá 35°C.</p>	Aumento da probabilidade de ocorrência de incêndios rurais / florestais	<p>Potencial aumento da perigosidade a incêndios rurais/florestais.</p> <p>Potencial aumento da erosão do solo no período pós-fogo, devido à eliminação da cobertura vegetal.</p> <p>Potencial estímulo à proliferação de espécies lenhosas exóticas (“invasoras lenhosas”).</p>	Possibilidade de reconversão florestal pós-fogo, com ajustamento da composição dos povoamentos florestais ao regime térmico.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.5.2 Avaliação do risco climático setorial

A avaliação de riscos climáticos futuros na região do Alto Tâmega é uma etapa fundamental para reconhecer os setores particularmente vulneráveis, neste caso a floresta, e para delinear opções alternativas de adaptação, tendo em vista a mitigação das vulnerabilidades identificadas e a potenciação de oportunidades.

A determinação do nível de risco foi obtida através da multiplicação da frequência de ocorrência de um determinado tipo de evento pela magnitude das consequências causadas pelos impactos desse evento, sendo ambas avaliadas numa escala de 1 (baixa) a 3 (alta). Os resultados apresentam-se na Tabela 33.

Como pode constatar-se, os riscos climáticos que apresentam um potencial de aumento mais acentuado são o aumento do valor do Índice de Termicidade e o aumento do gradiente térmico no sentido NW-SE, assim como o aumento do *deficit* hídrico estival a longo prazo. O único risco que sofre um decréscimo a longo prazo é o aumento do *superavit* hídrico estival.

Deve ressaltar-se que, atendendo à ausência de informação quantitativa, detalhada e de nível regional, o exercício de previsão de vulnerabilidades futuras tem um caráter especulativo.

Tabela 33- Avaliação do risco climático futuro nas florestas da região do Alto Tâmega.

Riscos Climáticos	Avaliação	
	Médio Prazo (2041/2070)	Longo Prazo (2071/2099)
1A Alteração de índices bioclimáticos	4	9
1B Alteração do gradiente térmico	4	9
1C Aumento de períodos de seca / aridez (a1)	6	9
1D. Redução de períodos de frio persistente	4	2
1E Alteração da atividade vegetativa	2	2
1F Redução da formação de gelo / geada	4	2

Riscos Climáticos	Avaliação	
	Médio Prazo (2041/2070)	Longo Prazo (2071/2099)
2A Alteração do gradiente pluviométrico	4	6
2B Aumento de períodos de seca / aridez (a2)	6	9
3A Redução da seca / aridez no período estival (2040-2069)	6	1
3B Aumento da seca / aridez no período estival (2070-2099)	1	6
3C Aumento da probabilidade de ocorrência de incêndios rurais / florestais	6	9

5.5.3. Priorização dos impactes e vulnerabilidades futuras

Para a priorização dos riscos climáticos com maior incidência na floresta regional, elaboraram-se as respetivas matrizes de risco (Figura 48), considerando a situação a médio e a longo prazo.

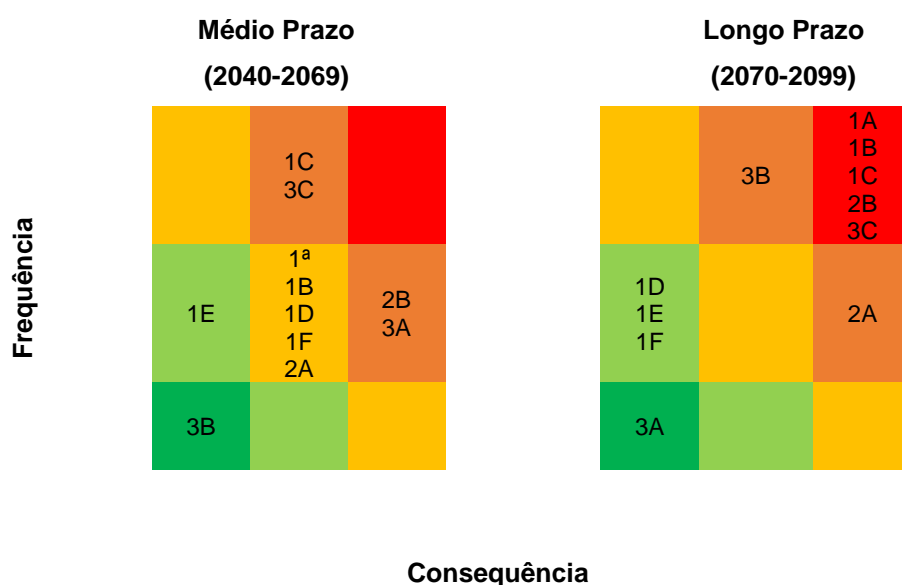




Figura 48- Matriz de risco - Florestas

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	



As matrizes de risco ilustram as vulnerabilidades futuras para as quais será necessário desenvolver medidas de adaptação e/ou mitigação. Estas medidas deverão ser identificadas e implementadas na região do Alto Tâmega, quer a nível intermunicipal, quer ao nível de cada município deste território.

5.5.4 Considerações Finais

A avaliação de vulnerabilidades futuras da floresta na região do Alto Tâmega é afetada pelo grau de incerteza dos cenários climáticos; as incertezas associadas aos modelos de previsão de alterações climáticas assumem também um papel preponderante na análise do risco, pelo que as suas limitações não podem ser ignoradas no delineamento de medidas de adaptação.

Deste modo, tem especial importância a monitorização meteorológica / climática, através de estações existentes ou a instalar na região. A monitorização deve abranger igualmente indicadores de campo, relacionados com fatores bióticos como pragas e doenças e com a expansão de espécies exóticas.

Finalmente, devemos sublinhar a necessidade de realizar estudos adicionais, nomeadamente sobre os índices bioclimáticos da região e os recursos genéticos florestais.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	




5.6 Recursos Hídricos

5.6.1 Avaliação dos impactes e vulnerabilidades futuras

5.6.1.1 Recursos hídricos superficiais

5.6.1.1.1 Aspetos quantitativos relacionados com escassez hídrica

- i. Necessidade de suspensão de determinada origem de água e identificação de origem alternativa, ainda que temporária, nomeadamente para abastecimento público (de acordo com os dados compilados à data este impacte deverá ser classificado como pouco provável);
- ii. Afetação da atividade agrícola (de regadio) com diminuição de produtividade e/ou suspensão de culturas temporárias de Primavera/Verão;
- iii. Diminuição de rentabilidade dos aproveitamentos hidroelétricos, nomeadamente os pequenos aproveitamentos hidroelétricos (com potência instalada inferior a 10 MW), por aumento do intervalo de tempo em que não é viável a turbinagem;
- iv. Ainda que a população residente da CIM-AT se encontre em decréscimo e sem sinais evidentes de inversão desta tendência, uma “nova” pressão sobre os recursos hídricos poderá surgir do sector industrial, nomeadamente do sector mineiro. O território da CIM-AT tem presentemente oito áreas de prospeção e pesquisa e, quinze concessões mineiras; e
- v. As vulnerabilidades associadas aos sistemas de abastecimento de água da rede pública de abastecimento ver-se-ão diminuídas no cenário de continuação da substituição de algumas origens de água pela origem de água “Alto Rabagão”. Esta albufeira, com uma capacidade útil de armazenamento superior a 500 hm³, tem elevada aptidão para atenuar os efeitos de séries plurianuais de anos considerados “secos”, ou seja, com precipitações anuais significativamente inferiores aos valores médios para a região.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.6.1.1.2 Aspetos quantitativos relacionados com excesso de água



- i. Com o aumento previsto do número de ocorrências de eventos extremos de precipitação (grandes quantitativos de pluviosidade concentrados em intervalos de tempo reduzidos) é expectável um maior número de inundações. Contudo, atendendo quer à dinâmica de expansão urbana da região quer à existência de instrumentos de gestão territorial, os quais já identificam as zonas mais suscetíveis às inundações, considera-se que este problema se manterá praticamente confinado à cidade de Chaves e a Vila Pouca de Aguiar; e
- ii. O aumento do número de ocorrências de eventos extremos de precipitação ao acarretar aumentos súbitos dos caudais da rede hidrográfica, colocará sob pressão, com maior frequência, a estabilidade estrutural de alguma das pequenas barragens e açudes aqui existentes.

5.6.1.1.3 Qualidade das águas superficiais, relacionado com escassez hídrica

Com a exceção das grandes albufeiras existentes ou em construção na região do Alto Tâmega (e.g. Paradela, Alto Rabagão, Salamonde, Venda Nova, Daivões, Alto Tâmega e Gouvães), nas restantes massas de água superficiais, o expectável aumento de frequência e duração de períodos de seca extrema e/ou seca severa, terá como consequências para a qualidade das águas superficiais:

- i. A diminuição da oxigenação da água, refletida em menores valores do oxigénio dissolvido e em concentrações mais elevadas de Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO₅) e de Carência Química de Oxigénio (CQO);
- ii. O aumento da temperatura média da água;
- iii. O aumento dos fenómenos de eutrofização, consequência do incremento das concentrações em azoto e fósforo; e
- iv. A degradação da qualidade microbiológica das águas.

O aumento de frequência e duração de períodos de seca extrema e/ou seca severa potenciará o surgimento de pequenas áreas com água estagnada, nomeadamente em troços de cursos de água afluentes do Tâmega ou do Cávado, em charcas e pequenas albufeiras e ainda, em cortas de pedreiras abandonadas.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.6.1.1.4 Qualidade das águas superficiais, relacionado com excesso de água

Com o aumento previsto do número de ocorrências de eventos extremos de precipitação (grandes quantitativos de pluviosidade concentrados em intervalos de tempo reduzidos) é expectável uma maior erosão dos solos com subsequente transporte de material (de natureza diversa) em suspensão.

Este transporte de material inorgânico e orgânico, em termos de potenciais contaminantes das águas, deverá ser subdividido quanto à sua origem sendo expectável que:



- i. Em ambiente marcadamente rural, predomine o arrastamento de solo, nomeadamente em áreas de maior declive e menor cobertura vegetal dos solos. É ainda de considerar o arrastamento de efluentes pecuários que na região se deve maioritariamente ao gado bovino em regime extensivo;
- ii. Nas áreas de indústria extrativa (pedreiras e minas) ocorra dispersão de material geológico de granulometria fina (nomeadamente das classes granulométricas das siltes e argilas); e
- iii. Em ambientes urbanos, predominará a dispersão de resíduos sólidos urbanos não acondicionados e, com menor probabilidade, a dispersão de efluentes domésticos provenientes de fossas sépticas e/ou de lagoas de Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) (por galgamento).

5.6.1.2 Recursos hídricos subterrâneos

5.6.1.2.1 Aspetos quantitativos relacionados com escassez hídrica

Os dados de caudais e de evolução piezométrica compilados são escassos, logo de reduzida representatividade para o território da CIM-AT. Ainda assim, é expectável que no universo de aproximadamente 500 pontos de água subterrânea utilizados como origem de água para abastecimento às populações (principalmente nascentes e minas horizontais), alguns tenham secado em períodos mais prolongados de ausência de precipitação significativa. A estes, acrescem milhares de pontos de água de utilização privada, nomeadamente para atividades agropecuárias.

De acordo com a informação constante no PIC-L, para o período compreendido entre 2010-2019, não se encontra qualquer ocorrência inequivocamente relacionada com falta de

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

água subterrânea, nomeadamente no que respeita a origens de água para abastecimento público. Contudo, resultado de reuniões informais tidas com representantes dos municípios, aquando de deslocação ao território nos passados dias 8 e 9 de junho de 2020, percecionou-se a existência de interrupções pontuais no abastecimento de água às populações, com necessidade de se recorrer, ainda que temporariamente, a origens alternativas de água.

O Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Douro (RH3) identifica a massa de água subterrânea “Veiga de Chaves” como uma massa de água com tendência de descida dos níveis piezométricos. As previsões climáticas de redução da precipitação anual e aumento da temperatura média do ar apontam para a manutenção desta tendência de descida, a qual se poderá ver agravada por um aumento do consumo de água subterrânea para rega.




A vulnerabilidade das origens de água subterrânea para abastecimento público face às previsões climáticas de redução da precipitação anual (obtidas pelos dois modelos preditivos e para os dois períodos temporais em análise) é reforçada com aspetos geológicos e morfológicos. No território da CIM-AT predominam as rochas ígneas (nomeadamente diferentes tipos de granitos) e rochas metamórficas (xistos senso lato) de idade silúrica, ambas de reduzida aptidão hidrogeológica. Adicionalmente, muitas destas origens de água encontram-se a cotas elevadas e com modestas áreas de recarga dos níveis aquíferos.

5.6.1.2.2 Aspetos quantitativos relacionados com excesso de água

De acordo com a informação constante no PIC-L, para o período compreendido entre 2010-2019, não se encontra qualquer ocorrência inequivocamente relacionada com excesso de água subterrânea. A geologia da região, que não inclui ambientes cársicos e consequentemente não possui nascentes cársicas, não é propícia a ocorrências problemáticas por excesso de água subterrânea.

Ainda que não tenha sido reportado no PIC-L nem se tinha identificado em restante bibliografia consultada, é provável que em algumas baixas aluvionares a saturação dos solos após períodos prolongados de precipitação tenha provocado atrasos no início de algumas culturas temporárias, nomeadamente as culturas de Primavera/Verão.

O aumento previsto do número de eventos extremos de precipitação (elevado quantitativo de precipitação concentração num reduzido intervalo de tempo) é desfavorável ao processo de infiltração de água no subsolo e subsequente recarga dos níveis aquíferos, “perdendo-se” muita dessa água para o escoamento superficial.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.6.1.2.3 Qualidade das águas subterrâneas, relacionados com escassez hídrica

De acordo com a informação constante no PIC-L, para o período compreendido entre 2010-2019, não se encontra qualquer ocorrência inequivocamente relacionada com degradação da qualidade da água subterrânea por diminuição da sua abundância, nomeadamente no que respeita a origens de água para abastecimento público.

A diminuição de caudais e níveis piezométricos acarretam maiores tempos de residência, ou seja, maiores períodos de interação água-rocha, os quais originam incremento na mineralização das águas subterrâneas. Atendendo ao cortejo mineralógico da maioria das rochas hospedeiras, não é, contudo, expectável que se observem diferenças significativas. A exceção poderá acontecer nas águas subterrâneas armazenadas nas manchas sedimentares quaternárias, das quais se destaca a Veiga de Chaves.




A maior frequência de períodos de escassez hídrica originará um incremento na conversão da agricultura de sequeiro em agricultura de regadio, com aumento da probabilidade de perdas por lixiviação, nomeadamente de fertilizantes e, conseqüente contaminação das águas subterrâneas subjacentes.

5.6.1.2.4 Qualidade das águas subterrâneas, relacionados com excesso de água

De acordo com a informação constante no PIC-L, para o período compreendido entre 2010-2019, não se encontra qualquer ocorrência inequivocamente relacionada com degradação da qualidade da água subterrânea por excesso de água, nomeadamente no que respeita a origens de água para abastecimento público.

5.6.1.2.5 Qualidade das águas subterrâneas, relacionados com o aumento da temperatura média

Com o aumento previsto da temperatura média do ar identificam-se duas tipologias de impactes. Os impactes diretos, relacionados com alterações das comunidades microbianas das águas e, os impactes indiretos, relacionados com o expectável aumento do número de incêndios florestais. Estes últimos, têm potencial de degradação da qualidade das águas subterrâneas nomeadamente com a incorporação de carbono, potássio, fósforo e Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs).

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.6.1.3 Síntese dos impactes e vulnerabilidades futuras

Na tabela 34 resumem-se os principais impactes futuros nos recursos hídricos assim como as oportunidades resultantes das alterações nos padrões de precipitação e de temperatura.










	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tabela 34- Síntese dos principais impactes futuros




Variável climática	Anomalia climática	Risco climático	Impactos negativos diretos (ameaças)	Impactos positivos diretos (oportunidades)
Precipitação	Diminuição da precipitação média anual	Diminuição da disponibilidade de água	Suspensão de origens de água e necessidade da sua substituição por origens alternativas	-
			Diminuição de rentabilidade, nomeadamente dos pequenos aproveitamentos hidroelétricos (P < 10MW)	-
			Diminuição da qualidade das águas superficiais, nomeadamente no que se relaciona com a sua oxigenação, teor de nutrientes e, comunidade microbológica	-

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	




Variável climática	Anomalia climática	Risco climático	Impactos negativos diretos (ameaças)	Impactos positivos diretos (oportunidades)
			Surgimento de maior número de áreas com água estagnada (com implicações ao nível da saúde pública)	-
			Manutenção da tendência de descida dos níveis piezométricos, com eventuais repercussões, também ao nível das águas hidrominerais	-
			-	Adaptação das redes de distribuição de água às populações, recorrendo a menor número de origens de água, mas com maior capacidade de armazenamento (e.g. albufeiras)

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	




Variável climática	Anomalia climática	Risco climático	Impactos negativos diretos (ameaças)	Impactos positivos diretos (oportunidades)
			Alguns terrenos mais alagadiços poderão ver o seu período de encharcamento alargado, impedindo inclusive a entrada de maquinaria agrícola	-
	Modificação do regime de precipitação, com incremento de precipitação no Verão (2040 - 2069)	Redução da seca / aridez no período estival	-	Diminuição da probabilidade de ocorrência de águas estagnadas
			-	Aumento da probabilidade de utilização de origens de água subterrâneas, ainda que hidrogeologicamente pouco produtivas

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Variável climática	Anomalia climática	Risco climático	Impactos negativos diretos (ameaças)	Impactos positivos diretos (oportunidades)
			Aumento do número de inundações, mantendo-se a distribuição geográfica dos locais mais vulneráveis	-
	Aumento do número de eventos extremos de precipitação	Aumento da frequência e intensidade de inundações	Incremento da pressão sobre a estabilidade estrutural de pequenas barragens e açudes	-
			Diminuição da qualidade das águas superficiais, consequência de arrastamentos de solos, efluentes pecuários e materiais de origem antropogénica	-

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Variável climática	Anomalia climática	Risco climático	Impactos negativos diretos (ameaças)	Impactos positivos diretos (oportunidades)
			-	Identificação de novos locais vulneráveis a inundações e sua proteção através de Instrumentos de Gestão do Território
Temperatura	Aumento da temperatura mínima e da temperatura média anual, assim como do número de dias com temperatura superior a 35°C.	Aumento de períodos de seca / aridez	Alteração das comunidades microbianas das águas, nomeadamente as superficiais	-
			Aumento do número de incêndios florestais e consequente degradação da qualidade das águas, nomeadamente com a incorporação de carbono, potássio, fósforo e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs)	

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.6.2 Avaliação do risco climático setorial

Na tabela 35 apresenta-se as avaliações de risco consideradas para a área territorial da CIM-AT. De acordo com os cenários climáticos RCP4.5 e RCP8.5, as tendências globais são idênticas para ambos os períodos considerados (2040-2069 e 2070-2099), ainda que com amplitudes de diferenças distintas. Observam-se ainda, por município, tendências ligeiramente distintas.

A escassez de informação quantitativa, nomeadamente no que respeita aos recursos hídricos subterrâneos, aconselha prudência no presente exercício preditivo de vulnerabilidades futuras ao nível dos recursos hídricos.

Tabela 35- Avaliação de Riscos associados às projeções climáticas

Riscos Climáticos	Avaliação	
	Médio Prazo (2041/2070)	Longo Prazo (2071/2099)
1A - Diminuição da disponibilidade de água	4	4
1B -Redução da seca / aridez no período estival (2040-2069)	4	1
1C - Aumento da frequência e intensidade de inundações	4	4
2A - Aumento de períodos de seca / aridez (2070-2099)	1	4

5.6.3 Priorização dos riscos climáticos

A priorização dos riscos climáticos com maior incidência nos recursos hídricos superficiais e subterrâneos (aspetos quantitativos e de qualidade das águas) encontra-se resumida nas matrizes de risco da Figura 49, considerando as situações a médio e a longo prazo.

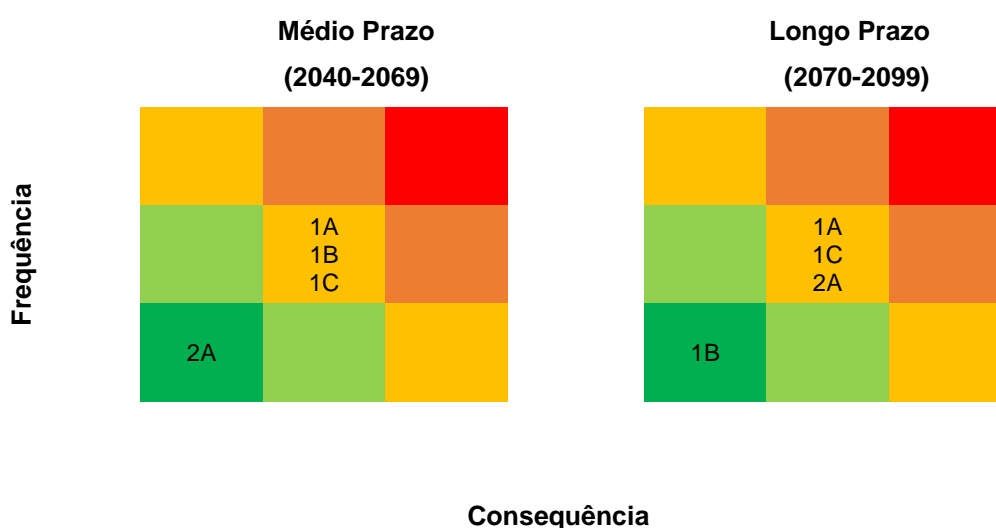




Figura 49- Matriz de risco – Recursos Hídricos.

As matrizes de risco destacam as vulnerabilidades futuras ao nível dos recursos hídricos para as quais se recomenda desenvolver medidas de adaptação e/ou mitigação. Estas últimas deverão ser implementadas quer a nível intermunicipal (território da região do Alto Tâmega) quer, atendendo às especificidades de cada município, ao nível de cada um dos seis municípios da comunidade intermunicipal.

5.6.4 Principais conclusões



Face aos cenários climáticos projetados para a região, é expectável uma diminuição generalizada das disponibilidades hídricas, consequência da diminuição da precipitação anual e do aumento das temperaturas mínimas, médias e máximas.

A diminuição da precipitação será moderadamente significativa (o pior cenário aponta para uma diminuição de 19% da precipitação em Ribeira de Pena, para o período 2070-2099)

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

e heterogénea em termos geográficos. A acompanhar a diminuição da precipitação anual as previsões apontam para subidas das temperaturas médias que podem atingir os 4°C.

As alterações acima indicadas terão assim implicações em termos quantitativos (com diminuição das reservas hídricas quer superficiais quer subterrâneas) e no que respeita à qualidade das águas (com a sua degradação).



	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.7 Socioeconomia

5.7.1 Avaliação dos impactes e vulnerabilidades futuras

As consequências económicas das alterações climáticas são já inevitáveis (OCDE, 2015), apesar dos limites de emissões de GEE propostos no Acordo de Paris. A maioria dos países tem desenvolvido estratégias de adaptação às alterações climáticas, de modo a poder antecipar e minimizar as possíveis perdas. Estudos sobre impactes económicos, adaptação e vulnerabilidades são mundialmente desenvolvidos sendo os mais reconhecidos os do Working Group II do IPCC e do ECONADAPT da União Europeia, com o objetivo de avaliar a vulnerabilidade dos sistemas socioeconómicos e naturais às mudanças climáticas, as consequências negativas e positivas das mudanças climáticas e as opções de adaptação. Habitualmente os estudos desenvolvidos partem de modelos representativos da macroeconomia - modelos de equilíbrio geral - ou de modelos de avaliação integrada que combinam a representação climática com a caracterização macroeconómica. Qualquer uma destas ferramentas tem uma complexidade elevada que se baseia na economia e clima de um país ou conjunto de países, e existem, maioritariamente para análise de grandes regiões (países), pelo que a modelação quantificada para a região do Alto Tâmega não se apresenta eficiente. Por outro lado, as metodologias de base mais microeconómica, como o ClimAdapt, apenas consideram a análise socioeconómica na perspetiva da avaliação final das opções de adaptação.



No contexto de uma Comunidade Intermunicipal, a perspetiva da socioeconomia como uma área de análise de base, tem grande importância. Apesar de não ser possível construir um estudo macroeconómico, a estrutura conceptual usada para avaliar estes impactes decorrentes das alterações climáticas, é baseado em modelos de avaliação comumente utilizados em literatura sobre o tema (como o esquema metodológico presente em Kruse e colegas (2013). Este modelo parte do relatório diagnóstico e das alterações climáticas descritas nos subcapítulos anteriores, onde é apresentada a exposição de cada subsetor na região às alterações climáticas. Apresentam-se, no final, umas tabelas de figuração similar à construída nos demais capítulos, pontuadas no seguimento de toda a análise atual, e que serão devidamente atualizadas. As sensibilidades serão reforçadas através da informação obtida em inquéritos a realizar no workshop com os atores-chave, se representativos. O objetivo do inquérito é materializar a sensibilidade de cada um dos diferentes setores nas dimensões relevantes para a análise e na capacidade de adaptação da região, de acordo com a perceção dos agentes económicos.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

O sistema económico e social possuirá determinada capacidade adaptativa no longo prazo, de acordo com os recursos de natureza material, imaterial ou institucionais mobilizáveis que lhe permitam reduzir os impactes negativos das alterações climáticas. A conjugação dos impactes com a capacidade de adaptação, resulta numa maior ou menor vulnerabilidade da região às alterações climáticas, justificando assim medidas de adaptação futuras. Tendo em conta os dados analisados na caracterização socioeconómica constante do relatório da Fase 1 - Relatório de Vulnerabilidade Climáticas Atuais, a região do Alto Tâmega tem-se debatido com o problema de decréscimo da população residente. Entre 2011 e 2018 esta população registou uma diminuição de 7,64%, e que tendencialmente seguirá as previsões das projeções, para o cenário médio no horizonte 2017-2080, que apresentam uma redução da população residente de 41,9% na região Norte. A par do decréscimo da população residente surge também a questão do envelhecimento da população.

Dos dados apurados no mesmo relatório, verificou-se que o setor terciário é o setor com mais pessoal ao serviço na região do Alto Tâmega, aparecendo o setor primário em segundo lugar, seguido do setor secundário. Por outro lado, em termos de Valor Acrescentado Bruto (VAB) os setores predominantes são o terciário e secundário, ainda que o setor primário tenha uma relevância muito significativa, quando comparado em valores relativos com a região Norte e com os valores nacionais.

A fixação de população na região do Alto Tâmega é indubitavelmente um aspeto de grande relevância, para todos os municípios, uma vez que influencia diretamente o mercado de trabalho, que por seu lado constituiu um dos elementos de análise do desempenho económico da região (cf. relatório CIM-AT 2014). As possibilidades de emprego, de geração de valor e de criação de condições de vida sustentáveis, do ponto de vista económico e social, podem ajudar a manter a população residente e levar a que mais pessoas procurem a região para se enraizarem, promovendo o desenvolvimento regional e dinamizando os locais onde se instalam, potenciando assim o efeito multiplicador por toda a região. Um aspeto de relevância para toda a região do Alto Tâmega, nesta matéria, em particular para o município de Boticas, prende-se com os impactes positivos futuros da implementação do projeto da Mina do Barroso. O projeto pode potenciar a criação de empregos diretos e indiretos na região, promovendo a fixação e atração de população ativa, acabando assim por desencadear a dinamização de outras atividades e o aumento da procura por produtos e serviços de todo o Alto Tâmega.

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	




5.7.2 Avaliação do risco climático setorial

Apresentam-se de seguida tabelas resumo dos riscos e impactes potenciais das alterações climáticas nas atividades económicas, repartidas pelos setores primário, secundário e terciário. Na metodologia ClimAdapt a socio-economia não está representada do mesmo modo que os restantes subsectores. É essencialmente utilizada em grande medida como ferramenta da avaliação financeira de projetos de adaptação, menorizando aspetos que consideramos críticos como: os movimentos migratórios e o envelhecimento populacional, as questões associadas à qualificação dos recursos humanos, e ainda à produtividade setorial local, associada a redes de distribuição de bens. Nesta perspetiva, foram introduzidas alterações no modo de avaliação de risco. Com base nos resultados obtidos nas projeções climáticas e nos setores analisados nos subcapítulos anteriores foi possível identificar alguns impactos das alterações climáticas e riscos potencialmente associados a duas variáveis socioeconómicas: volume de vendas e custos de produção. No entanto, para se proceder à elaboração de uma matriz de risco consistente, à semelhança do que acontece nas outras áreas, seria necessária informação mais detalhada de projeções em relação a variáveis económicas (em concreto PIB, VAB, IPC e taxas de desemprego). Não sendo acessível este tipo de informação à escala do município, a análise realizada identificou apenas potenciais riscos socioeconómicos a partir das alterações provocadas pelas anomalias climáticas nos restantes setores.

Como referido anteriormente, não havendo ainda inputs dos inquéritos aos atores-chave, a análise desta fase tem essencialmente em consideração a influência de duas componentes fundamentais do ponto de vista da socio-economia. As duas variáveis consideradas podem sofrer alterações, por um lado do ponto de vista dos custos de produção, por via de flutuações dos custos de matérias primas, energia, cadeias de valor e outros, e por outro lado do ponto de vista da procura, influenciada pela variação da população residente e pela população que não sendo residente usufrui de produtos e serviços da região.

5.7.2.1 Setor primário

O setor primário, e em particular a atividade agrícola e as atividades associadas, têm uma expressão social muito relevante para os municípios, que reconhecem no desenvolvimento desta e na qualidade dos produtos que geram, quer um vetor de fixação e subsistência de pessoas, quer um veículo de promoção e desenvolvimento regional. A

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

variedade de produções endógenas como o mel, castanha, amêndoa, carnes e até a produção florestal, são características da região e nascem da conjugação das condições do meio, fazendo com que a sua especificidade seja reconhecida a nível nacional, sendo por isso importante para a competitividade do setor.










	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tabela 36 - Síntese dos principais impactes futuros no setor primário

Variáveis	Anomalia Climática	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
Precipitação	Diminuição da precipitação média anual, em particular na Primavera	Aumento dos custos de produção	Diminuição das taxas de germinação e aumento da necessidade de rega no setor agrícola	Utilização de variedades agrícolas locais com maior capacidade adaptativa
		Diminuição do volume de vendas: via afetação da população residente	Aumento da exposição às consequências dos incêndios florestais/rurais para o setor agrícola e florestal	-
	Alteração do padrão de precipitação, com aumento da precipitação no Verão	Diminuição do volume de vendas e aumento dos custos de produção	Aumento da exposição e/ou incidência de pragas e doenças nos setores agrícola, florestal e pecuário	Possibilidade da existência de charcas e ribeiros com água corrente para rega e crescimento de pastagens que proporcionem alimentação em verde para o gado

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Variáveis	Anomalia Climática	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
Temperatura	Aumento da temperatura média anual e do número de dias com temperatura >35°C	Diminuição do volume de vendas	Diminuição no rendimento agrícola, com perda de qualidade nutricional	-
		Diminuição da oferta de produtos e diminuição da taxa de fixação de pessoas na região	Aumento do risco de incêndios florestais/rurais	-
CO ₂	Aumento de CO ₂ na atmosfera.	Diminuição da fixação de pessoas na região	Afetação dos setores agrícola, florestal e da biodiversidade por alterações na distribuição / declínios populacionais ou extinções locais de populações	-

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.7.2.2 Setor secundário

O setor secundário é um dos setores mais voláteis, porque sendo um setor produtivo, pode padecer, a montante, das fragilidades do setor primário, com o custo de materiais, matérias-primas e energia, e a jusante, com a dificuldade de escoamento de produção. Este é também um setor reconhecido na região do Alto Tâmega, uma vez que a indústria transformadora associada à produção de vinho, azeite e enchidos é marca reconhecida da região, que além destes oferece um conjunto de outros produtos diferenciados e característicos das zonas em que se inserem, como é o caso das rochas ornamentais provenientes da indústria extrativa e das águas minerais naturais e de nascente.









	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tabela 37- Síntese dos principais impactes futuros no setor secundário

Variáveis	Anomalia Climática	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
Precipitação	Diminuição da precipitação média anual	Aumento dos custos de produção	Redução da disponibilidade de recursos hídricos e de água para consumo e atividades económicas, durante maiores períodos ao longo do ano	-
	Alteração do padrão de precipitação, com tendência para a concentração no Inverno e diminuição nas restantes estações do ano	Diminuição da fixação de população residente	Aumento da probabilidade de cheias/inundações em meio urbano	-
Temperatura	Aumento da temperatura média anual, da temperatura máxima e da temperatura mínima	Diminuição da fixação de pessoas	Contributo para o acentuar das situações de aridez e erosão do solo com afetação da segurança de pessoas e bens	-

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Variáveis	Anomalia Climática	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
	Aumento do número de dias quentes, muito quentes e ondas de calor	Aumento dos custos de produção	Tendência para o incremento de equipamentos para manter o conforto térmico no parque edificado	-
	Aumento do número de dias quentes, muito quentes e ondas de calor	Diminuição da procura de habitação para residência na região	Afetação do conforto térmico das habitações	-

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.7.2.3 Setor terciário

O setor terciário é o que gera maior valor acrescentado à região do Alto Tâmega, muito potenciado pelos serviços relacionados com o comércio por grosso e a retalho, mas também por serviços relacionados com a educação e saúde, e ainda pelo turismo. O turismo é um dos setores identificados pela CIM como relevante para a região e pode ser medido pelo número de pessoas ao serviço do alojamento, restauração e similares, tal como identificado no relatório da Fase 1. Este setor está intrinsecamente dependente do número de pessoas que residem ou se deslocam à região, e, portanto, com o bem-estar que pode gerar. É um setor vulnerável, mas ainda com margem para desenvolvimento e que pode potenciar melhorias económicas e sociais na região.









	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Tabela 38- Síntese dos principais impactes futuros no setor terciário

Variáveis	Anomalia Climática	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
Precipitação	Diminuição da precipitação média anual	Diminuição do volume de vendas	Manutenção da tendência de descida dos níveis piezométricos, com possibilidade de repercussões ao nível das águas hidrominerais	-
		Diminuição do volume de vendas de serviços turísticos e diminuição da fixação de população	Diminuição da qualidade das águas superficiais, nomeadamente no que se relaciona com a sua oxigenação, teor de nutrientes e, comunidade microbiológica	-
Temperatura	Aumento da temperatura mínima, média e aumento do n.º de dias com temperaturas acima dos 35°C	Aumento dos custos de prestação de serviços de saúde e diminuição da fixação de população	Agravamento de problemas respiratórios, com potencial afetação das populações mais idosas ou com múltiplas morbilidades	-

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	 
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

Variáveis	Anomalia Climática	Riscos	Impactes negativos (ameaças)	Impactes positivos (oportunidades)
		Aumento dos custos de produção	Aumento dos encargos com custos energéticos de climatização	Aumento do turismo e procura de espaços de lazer
CO ₂	Aumento dos níveis de CO ₂ na atmosfera	Diminuição do volume de vendas e aumento dos custos de produção	Aumento da probabilidade de afetação da saúde e dos dias de ausência ao trabalho	-

	Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alto Tâmega	
	Plano Municipal de Identificação de Vulnerabilidades e Risco de Boticas	

5.7.3 Principais conclusões

Partindo do diagnóstico das atividades socioeconómicas da região do Alto Tâmega, verifica-se que a evolução da população tem efeitos críticos sobre o desenvolvimento das atividades produtivas, que por sua vez são também o alvo dos efeitos provocados pelas alterações climáticas. De acordo com os resultados analisado no âmbito do presente relatório, há um conjunto de setores económicos que são afetados pelo clima, de forma direta, como na agricultura, turismo e construção, e indireta, como no caso da variação de preços de energia e matérias-primas na cadeia de valor da indústria transformadora.

A fixação de população na região, particularmente da população ativa, pode trazer esperança no desenvolvimento económico da região, contrariando os movimentos migratórios e a acentuada redução do número de habitantes. Independentemente dos restantes fatores, a evolução demográfica terá impactes sobre as atividades económicas, uma vez que a força de trabalho nelas tem impacto direto, quer por via dos custos de produção, quer por via da procura, logo, volume de vendas.

A antecipação da região do Alto Tâmega às vulnerabilidades futuras, preparam a região para uma melhor adaptação em cada setor económico. A população é fundamental do ponto de vista da procura, sendo que cada agente económico deve estar preparado para fazer face às alterações climáticas sem deixar de cumprir os seus objetivos do ponto de vista económico.

É fundamental que a comunidade intermunicipal desenhe planos de fixação da população, com aumento das suas qualificações, para que aquela consiga encontrar na região o seu bem-estar e meios de subsistência, educação, formação e informação. Esta população é a que mais contribui para a elevada resiliência e capacidade adaptativa da região do Alto Tâmega.