

# AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E A PROTEÇÃO CIVIL

---

**Nuno Miguel Velosa Teixeira Gomes**

Provas destinadas à obtenção do grau de Mestre em Riscos e Proteção Civil  
Maio de 2016

---



**Instituto Superior de Educação e Ciências**

INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS  
Escola de Segurança, Tecnologias e Aviação

Provas para obtenção do grau de Mestre em Riscos e Proteção Civil

---

**AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E A PROTEÇÃO CIVIL.**

Autor: **Nuno Miguel Velosa Teixeira Gomes**

Orientador: **Mestre Henrique Vicêncio**

Maio de 2016



## **Agradecimentos**

Ao meu orientador Mestre Henrique Vicêncio pela constante disponibilidade, interesse, empenho e simpatia demonstrada durante a elaboração deste trabalho.

À Doutora Ana Oliveira pela constante disponibilidade, interesse e apoio, não só na elaboração desta tese, mas também durante todo o período em que decorreu a 4ª edição do Mestrado em Riscos e Proteção Civil.

Ao Doutor Carlos Marques pela disponibilização de alguns artigos essenciais para a elaboração desta tese.

Um especial agradecimento ao Dr. Joaquim Caeiro da Associação Nacional de Municípios Portugueses pelo elevado interesse e empenho na divulgação do inquérito realizado, sem o qual não seria possível de concretizar.

A todos os municípios que responderam ao inquérito apresentado nesta tese.

A todos os docentes do Mestrado em Riscos e Proteção Civil que contribuíram de várias formas na minha formação académica, com os quais aprendi imenso.

Aos colegas do Mestrado em Riscos e Proteção Civil por todo o apoio, simpatia e amizade.

Ao meu pai José Gomes que me proporcionou oportunidades de me formar como estudante e como pessoa.

À minha namorada Cátia Silva por todo o amor, carinho e compreensão constantes.

A todos os outros amigos e familiares que de alguma forma contribuíram e apoiaram a elaboração desta tese.



## **Resumo**

As alterações climáticas são um dos principais desafios que a humanidade enfrenta atualmente. O Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas identificou para o continente Europeu, as inundações costeiras e fluviais, a degradação de recursos hídricos e o aumento da intensidade e frequência de fenómenos extremos como os principais impactes decorrentes das alterações climáticas. Contudo, os impactes não serão sentidos de igual forma por todos os países. Este trabalho pretende estudar os impactes decorrentes das alterações climáticas na perspectiva da proteção civil e investigar a relação entre as alterações climáticas e o ciclo da catástrofe. É bastante comum, dentro da temática das alterações climáticas o conceito de mitigação ser acompanhado do conceito de adaptação. De um modo geral a adaptação é um conceito transversal a todas as fases do ciclo da catástrofe.

Para se caracterizar a atuação dos municípios de Portugal continental, no âmbito das alterações climáticas, elaborou-se um inquérito às câmaras municipais de Portugal Continental. Os municípios portugueses revelam preocupações relativas às alterações climáticas e preferem introduzir medidas preventivas no âmbito dos seus Planos Municipais de Ordenamento do Território. Os incêndios florestais, pelo seu período de retorno, parecem ser o perigo que maior atenção merece por parte dos municípios portugueses. A seca, fenómeno mais lento e controlável, não merece destaque, parecendo ser subvalorizado em termos de impactes futuros. Os municípios que implementaram políticas de adaptação são os que pensam implementar outras. Deverão ser pensadas estratégias com vista ao envolvimento de novos municípios na adaptação às alterações climáticas.

A criação de políticas, normas, diretivas, leis, entre outros, cabe aos governantes e decisores, contudo, estas necessitam do apoio e colaboração dos cidadãos e das comunidades locais para ser possível obter resultados práticos com base nas políticas praticadas.

## **Palavras-chave**

Alterações climáticas, adaptação, mitigação, impactos, riscos, proteção civil.



## ***Abstract***

*Climate change is one of the main challenges facing humanity today. The Intergovernmental on Climate Change identifies for the European continent, coastal and river flooding, degradation of water resources and the increased intensity and frequency of extreme events as the main impacts of climate change. However, the impact will not be felt equally by all countries. This work aims to convey the negative impacts of climate change in view of the risk and civil protection and expose a link between climate change and the disaster cycle. It is quite common within the theme of climate change the concept of mitigation be accompanied by the concept of adaptation. In one way, the overall adjustment is a cross concept to all phases of the disaster cycle.*

*To characterize the actions of the Portuguese municipalities, regarding to climate change, it was created -an inquiry to the municipal chambers of the Portuguese mainland. The Portuguese municipalities reveal concerns about climate change and prefer to introduce preventive measures within their spatial planning plans. Wildfires, for their return period, seem to be the hazard that deserve more attention from the Portuguese municipalities. Droughts, a slower and controllable phenomenon, do not deserve an highlight, looking underappreciated in terms of future impacts. The municipalities that had implemented adaptation policies are the same that think in implementing others. Strategies that could involve more municipalities in climate change adaptation should be considered.*

*The creation of policies, regulations, guidelines, laws, among others, it is up to governments and policy makers, however, they need the support and cooperation of citizens and local communities to be able to get practical results based on prevailing policies.*

## ***Keywords***

*Climate Change, adaptation, mitigation, impacts, risks, civil protection.*



# Índice

1.	As Alterações Climáticas, um efeito global.....	1
1.1.	A ação dos gases de efeito de estufa na atmosfera .....	2
1.1.2.	A precipitação.....	6
2.	Cimeiras e acordos Internacionais .....	7
2.1.	Cimeira da Terra .....	7
2.2.	Protocolo de Quioto. Quioto, 1997. ....	8
2.3.	Conferência das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas .....	10
2.4.	Conferência das Nações Unidas para o Clima .....	10
2.5.	Portugal na Conferência das Nações Unidas para o Clima. Paris, 2015. ....	11
2.5.1.	O cumprimento dos Acordos assinados.....	12
2.6.	O Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas. ....	13
3.	Os Impactes das Alterações climáticas.....	17
3.1.	Os impactes no Mundo.....	17
3.2.	Os impactes em ilhas .....	19
3.2.1.	Caso de Estudo: As ilhas Quiribati .....	20
3.3.	Os Impactes diferenciados na Europa. ....	23
3.3.1.	Casos de estudo na Europa .....	28
3.3.1.1.	Risco de incêndio atual e projeções futuras devido a alterações climáticas. ....	28
3.3.1.2.	As Alterações Climáticas e as inundações rápidas no rio Llobregat. ....	31
4.	As alterações climáticas em Portugal .....	35
4.1.	O clima em Portugal .....	35
4.2.	Previsões Gerais. ....	37
4.2.1.	Previsões de temperatura. ....	39
4.2.1.1.	Temperatura mínima de Inverno.....	39
4.2.1.2.	Temperatura máxima no Verão.....	41
4.2.1.3.	Anomalia da temperatura mínima no Inverno.....	43
4.2.1.4.	Anomalia da temperatura máxima no Verão.....	45
4.2.1.5.	Número médio de “dias de Verão” por ano. ....	46
4.2.1.6.	Número médio de “dias muito quentes” por ano. ....	48
4.2.1.7.	Número máximo de dias consecutivos com temperatura máxima superior a 35°C. 50	
4.2.2.	Previsões de precipitação. ....	52

5. Os impactos das Alterações climáticas, a perspectiva da Proteção Civil e o ciclo da catástrofe.....	59
5.1. Ondas de Calor .....	66
5.1.1. Medidas de Adaptação .....	74
5.2. Incêndios.....	76
5.2.1. Medidas de Adaptação .....	85
5.3. Inundações.....	88
5.3.1. Medidas de adaptação.....	93
6. Inquéritos.....	97
6.1. Introdução.....	97
6.2. Metodologia.....	98
6.3. Resultados.....	100
6.4. Conclusões. ....	117
7. Conclusões .....	119
8. Referências bibliográficas .....	123
9. ANEXOS.....	129

## Índice de Figuras

Figura 1. Reconstituição da evolução da temperatura média global e da concentração de dióxido de carbono da baixa atmosfera.....	2
Figura 2. Total anual de emissões antropogénicas de gases com efeito de estufa. ....	2
Figura 3. . Evolução das concentrações de vários componentes da atmosfera. ....	4
Figura 4. Temperatura anual média global da atmosfera à superfície .....	5
Figura 5. Média anual e global da alteração do nível do mar.....	5
Figura 6. Emissões de gases com efeito de estufa .....	13
Figura 7. Evolução da anomalia da temperatura média global da baixa atmosfera desde 20000 anos.....	16
Figura 8. Projeções da variação da temperatura média global desde 1990 e projeções futuras.....	16
Figura 9. Principais riscos presentes em cada região.....	19
Figura 10. Localização da República de Quiribati. ....	21
Figura 11. Variações da temperatura no Verão e Inverno na Europa.....	24
Figura 12. Alteração da temperatura média anual na Europa em 2003. ....	24
Figura 13. Temperaturas projetadas para a Europa até 2080. ....	25
Figura 14. Número médio de incêndios por unidade de área e por dia.....	30
Figura 15. Número médio de dias de risco de incêndio crítico para o período de controlo (1961-1990). ....	31
Figura 16. Localização da bacia do Rio Llobregat .....	32
Figura 17. Distribuição generalizada de Pareto ajustada aos valores de descargas da sub-bacia de Alt Llobregat.....	34
Figura 18. Clima de Portugal Continental.....	36
Figura 19. Temperatura média anual e Precipitação acumulada anual. ....	36
Figura 20. Projeção das alterações de precipitação no Verão na Europa até 2080. ....	38
Figura 21. Média da temperatura mínima no Inverno. ....	41
Figura 22. Média da temperatura máxima no Verão .....	43
Figura 23. Anomalia da temperatura mínima no Inverno .....	44
Figura 24. Anomalia da temperatura máxima no Verão .....	45
Figura 25. Número de dias de Verão por ano.....	48
Figura 26. Número de dias muito quentes por ano. ....	50

Figura 27. Número máximo de dias consecutivos com temperatura máxima superior a 35°C.....	52
Figura 28. Precipitação média anual no modelo regional do Hadley Center - versão 3.	53
Figura 29. Anomalia da precipitação no modelo regional do Hadley Center - versão 2.54	
Figura 30. Anomalia relativa da precipitação no modelo regional do Hadley Center - versão 3 .....	56
Figura 31. Anomalia da precipitação no modelo regional do Hadley Center – versão 3. ....	58
Figura 32. Ciclo da catástrofe.....	60
Figura 33. Ciclo da catástrofe e a adaptação às alterações climáticas. ....	61
Figura 34. Gestão de riscos e as alterações climáticas.....	62
Figura 35. Impactos das ondas de calor. ....	67
Figura 36. Carta de suscetibilidade a ondas de calor .....	68
Figura 37. Distribuição diária do número total de óbitos no período de 1 de Julho a 30 de Agosto de 2003. ....	69
Figura 38. Distribuição do número total de internamentos nos anos de 2001, 2002 e 2003.....	70
Figura 39. Variação da mortalidade média diária e da temperatura mínima e máxima do ar nos distritos do Porto, Coimbra e Lisboa entre 2003 e 2012. ....	71
Figura 40. Impactos das ondas de calor. ....	73
Figura 41. Carta de perigosidade de incêndios florestais.....	78
Figura 42. Evolução da área ardida anual e do nº de ocorrências entre 1980 e 2010.....	79
Figura 43. Relação entre o risco de incêndio e o número de ocorrências .....	81
Figura 44. Comparação entre valores observados da área ardida e valores modelados.	82
Figura 45. Carta de suscetibilidade a cheias e inundações.....	89
Figura 46. Impactos das alterações climáticas nos recursos hídricos. ....	91
Figura 47. Relação entre a precipitação acumulada e ocorrências .....	92
Figura 48. Distribuição Geográfica dos municípios de Portugal Continental que responderam ao inquérito elaborado .....	100
Figura 49. Distribuição geográfica das respostas relativas à existência de estudos sobre possíveis impactos das alterações climáticas .....	104
Figura 50. Distribuição geográfica das respostas relativas à existência de um plano estratégico de adaptação às alterações climáticas.....	105

Figura 51. Distribuição geográfica das respostas relativas à existência de um plano estratégico de adaptação às alterações climáticas.....	107
Figura 52. Distribuição geográfica das respostas relativas à informação fornecida à população.....	109
Figura 53. Distribuição geográfica das respostas relativas às medidas de adaptação e/ou mitigação implementadas.....	112
Figura 54. Distribuição geográfica das respostas relativas às medidas de adaptação e/ou mitigação a implementar.....	114
Figura 55. Distribuição geográfica das respostas à relativas à articulação entre a Câmara Municipal e os Comandos Distritais de Operações de Socorro e a Autoridade Nacional de Proteção Civil.....	117



## Índice de Tabelas

Tabela 1. Trajetórias Representativas das Concentrações .....	15
Tabela 2. Impactos em ilhas devido à subida do nível das águas do mar.....	20
Tabela 3. Impactes das alterações climáticas na Europa.....	26
Tabela 4. Sumário dos valores de descarga na sub-bacia do rio Alt-Llobregat para três períodos em estudo e dois cenários.....	33
Tabela 5. Sumário dos valores de descarga na sub-bacia do rio Anoia para três períodos em estudo e dois cenários.....	34
Tabela 6. As 10 ocorrências mais mortíferos em Portugal nos últimos 100 anos .....	66
Tabela 7. Principais ocorrências decorrentes das ondas de calor.....	66
Tabela 8. Óbitos observados em 2003 devido à ocorrência de uma onda de calor .....	69
Tabela 9. Ótimos térmicos identificados para os distritos de Porto, Coimbra e Lisboa..	72
Tabela 10. Medidas de adaptação às alterações climáticas relativas a ondas de calor ...	75
Tabela 11. Área ardida e número de incêndios florestais entre 2000 e 2013.....	77
Tabela 12. Estatística do teste de normalidade one-sample Kolmogorov- Smirnov para áreas ardidadas em Julho e Agosto.....	83
Tabela 13. Dados observados entre 2001 e 2011 relativos ao número de incêndios, área ardida e desvios de temperatura.....	84
Tabela 14. Tendências observadas de Junho a Setembro relativas ao número de incêndios, área ardida e desvios de temperatura.....	84
Tabela 15. Tendências potenciais de Junho a Setembro relativas à variação de temperatura e ao acréscimo do número de incêndios e área ardida.....	84
Tabela 16. Medidas de adaptação às alterações climáticas relativas aos incêndios florestais.....	87
Tabela 17. Principais ocorrências de cheias e inundações .....	88
Tabela 18. Impactos das alterações climáticas nos recursos hídricos (ENAAAC 2013 ...	91
Tabela 19. Tendências potenciais de desvios de precipitação e do número de ocorrências face aos cenários analisados .....	93
Tabela 20. Medidas propostas para o controlo do risco de cheias.....	94
Tabela 21. Medidas de adaptação às alterações climáticas relativas às inundações.....	95
Tabela 22. Resumo dos impactos das alterações climáticas que tenham uma ligação mais direta à proteção civil e à sua actividade.....	96

Tabela 23. Resultados da questão número 8: “Os estudos referidos na pergunta 7 têm influência na aprovação de planos municipais (Plano Diretor Municipal, Planos de Urbanização, Planos de Pormenor e Plano Municipal de Emergência)?” .....	104
Tabela 24. Resultados da questão número 15: “Foram implementadas medidas de adaptação e/ou mitigação face às alterações climáticas?” .....	111
Tabela 25. Resultados da questão número 17: “Estão planeadas medidas de adaptação e/ou mitigação face às alterações climáticas? .....	113
Tabela 26. Resultados da questão número 20: “Existe articulação da câmara municipal com o CDOS/ANPC nesta matéria?” .....	116

## Índice de Gráficos

Gráfico 1. Graus de relevância (percentagens) atribuídos pelos municípios à temática das alterações climáticas. ....	101
Gráfico 2. Resultados da questão número 5: “Quais são os principais riscos associados às alterações climáticas no município?” .....	102
Gráfico 3. Resultados da questão número 6: “Quais são os principais riscos associados às alterações climáticas no município?” .....	103
Gráfico 4. Resultados da questão número 7: “Existem estudos sobre possíveis impactos das alterações climáticas no concelho?” .....	103
Gráfico 5. Resultados da questão número 9: “As políticas de prevenção e ordenamento do território levadas a cabo pela câmara municipal têm em conta as alterações climáticas e os seus impactos?” .....	105
Gráfico 6. Resultados da questão número 10: “Existe um plano estratégico para implementação de medidas de adaptação às alterações climáticas?” .....	106
Gráfico 7. Resultados da questão número 11: “Existem técnicos na câmara municipal com formação em adaptação às alterações climáticas?” .....	108
Gráfico 8. Resultados da questão número 12: “Foi fornecida informação à população sobre os possíveis impactos das alterações climáticas?” .....	108
Gráfico 9. Resultados da questão número 13: “De que forma foi distribuída a informação à população?” .....	109
Gráfico 10. Resultados da questão número 14: “A adaptação municipal às alterações climáticas deverá assentar essencialmente em?” .....	110
Gráfico 11. Resultados da questão número 15: “Foram implementadas medidas de adaptação e/ou mitigação face às alterações climáticas?” .....	111
Gráfico 12. Resultados da questão número 16: “Que tipo de medidas foram implementadas no município?” .....	113
Gráfico 13. Resultados da questão número 17: “Estão planeadas medidas de adaptação e/ou mitigação face às alterações climáticas? .....	114
Gráfico 14. Resultados da questão número 18: “Que tipo de medidas estão planeadas para o município?” .....	115
Gráfico 15. Resultados da questão número 19: “Quais são os organismos (ou o organismo) da administração central ou regional que tem informado a câmara municipal sobre a temática das alterações climáticas? (MAI – Ministério da Administração	

Interna; APA – Agência Portuguesa do Ambiente; CCDR – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional). .....	116
Gráfico 16. Resultados da questão número 20: “Existe articulação da câmara municipal com o CDOS/ANPC nesta matéria?” .....	117

## Lista de Siglas e Acrónimos

AR5 - Relatório de Avaliação 5 do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas.

APA - Agência Portuguesa do Ambiente.

ANPC - Autoridade Nacional de Proteção Civil.

ANMP - Associação Nacional de Municípios Portugueses.

BUI - Índice de Combustível Disponível.

CBD - Convenção sobre Diversidade Biológica, ou Convenção da Biodiversidade.

CPLP - Comunidade de Países de Língua Portuguesa.

CIMAC - Comunidade Intermunicipal do Alentejo Central.

CDOS - Comando Distrital de Operações de Socorro.

CFC - Clorofluorcarbonetos.

CCDR - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional.

CO<sub>2</sub> - Dióxido de Carbono

CO<sub>2e</sub> - Equivalente de Dióxido de Carbono

N<sub>2</sub>O – Óxido Nitroso

CH<sub>4</sub> - Metano

Distribuição GP - Distribuição Generalizada de Pareto.

DC - Índice de Húmus.

DMC - Índice de Seca.

EN AAC - Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas.

EMAAC - Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas.

EEA - Agência Europeia do Ambiente.

FOLU/LULUCF - Florestas e uso do solo.

FWI - *Fire Weather Index*.

FMC - Índice de Humidade dos Combustíveis Finos.

GEE - Gases de Efeito de Estufa.

GWP100 - 100 anos de Potencial de Aquecimento Global.

HadRM 2 e 3 - Modelos Climáticos Regionais do Hadley Center – versões 2 e 3.

HCFC - Hidrofluorcarbonetos.

ICU - Ilhas de Calor Urbano.

ICNF - Instituto de Conservação da Natureza e Florestas.

ISI - Índice de Propagação Inicial de Fogos Florestais.

INDC - Contributo Previsto Determinado.

IS92 - *IPCC Scenarios 1992*.

IPCC - Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas

IPMA - Instituto Português do Mar e da Atmosfera.

MAI - Ministério da Administração Interna.

OMM - Organização Meteorológica Mundial.

ONU - Organização das Nações Unidas.

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.

PALOP - Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa.

PNAAC - Plano Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas.

PNDFCI - Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios.

RCP - Trajetórias Representativas das Concentrações de gases com efeito de estufa.

SRES - Special Report Emission Scenarios.

SIAM - *Scenarios, Impacts and Adaptation Measures*.

SAR - Segundo Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas.

SMPC - Serviço Municipal de Proteção Civil.

UTC - *Coordinated Universal Time*.

UNFCCC - Convenção-Quadro das Nações Unidas para o Combate às Alterações Climáticas.

UNCCD - Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação.

UNISDR - Estratégia Internacional das Nações Unidas para Redução de Catástrofes.

UE - União Europeia.





## 1. As Alterações Climáticas, um efeito global

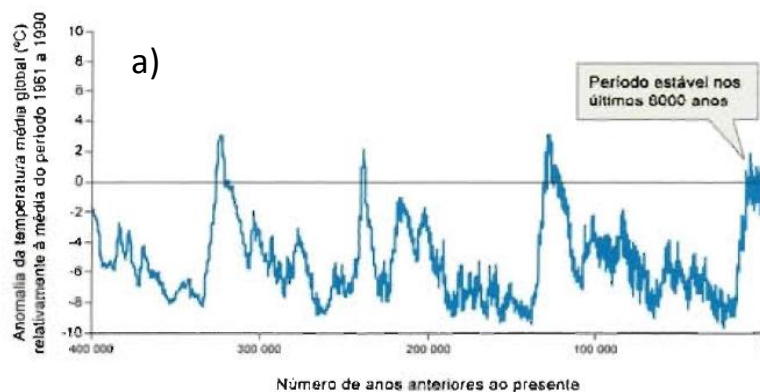
O nosso planeta está em constante alteração e desenvolvimento a todos os níveis, desde o tecnológico, social, económico, ambiental e o político. Estes níveis interrelacionam-se e são suscetíveis a ameaças que interfiram na sua evolução e sustentabilidade. As alterações climáticas, que são um dos principais desafios que a humanidade enfrenta atualmente, são um exemplo de ameaças à escala global, que podem afetar isoladamente, ou em simultâneo, os níveis referidos.

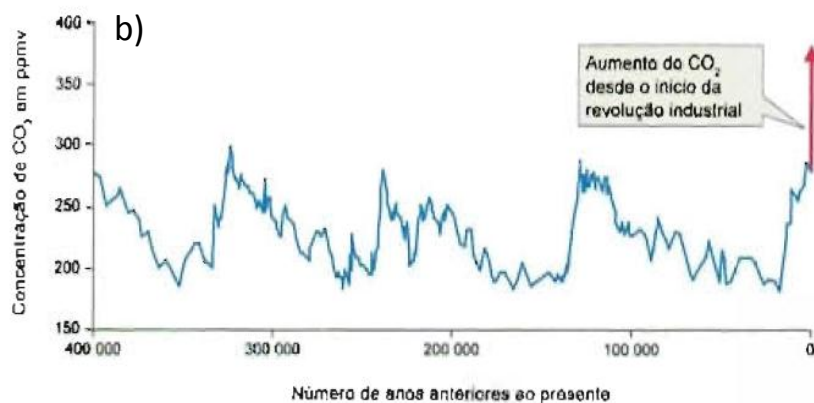
A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas define alterações climáticas como “*uma mudança no clima que é atribuída direta ou indiretamente à ação humana que altera a composição global da atmosfera e que vai para além da variabilidade climática natural observada sobre períodos de tempo comparáveis.*” (UN 1992, p. 7).

Na definição acima transcrita a variabilidade climática natural refere-se à variação do clima ao longo da história da Terra. Este conceito foi durante algum tempo o principal fator de discórdia entre a comunidade científica e a população em geral quanto à aceitação das alterações climáticas.

A atmosfera que é essencial para a evolução e preservação da vida tem variado significativamente ao longo da história do nosso planeta. Têm-se observado ciclos de glaciação e interglaciações com as consequentes oscilações de clima. Durante a última glaciação, aproximadamente há 120 000 anos, a temperatura média global da atmosfera à superfície era 5 a 7 °C menor do que a atual e o nível médio do mar estava cerca de 100 a 120 metros abaixo do atual (Santos, 2006).

A Figura 1 representa as variações da temperatura média global, relativamente à média do período de 1961 a 1990, e da concentração do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por partes por milhão por volume (ppm) na atmosfera nos últimos 400 000 anos.

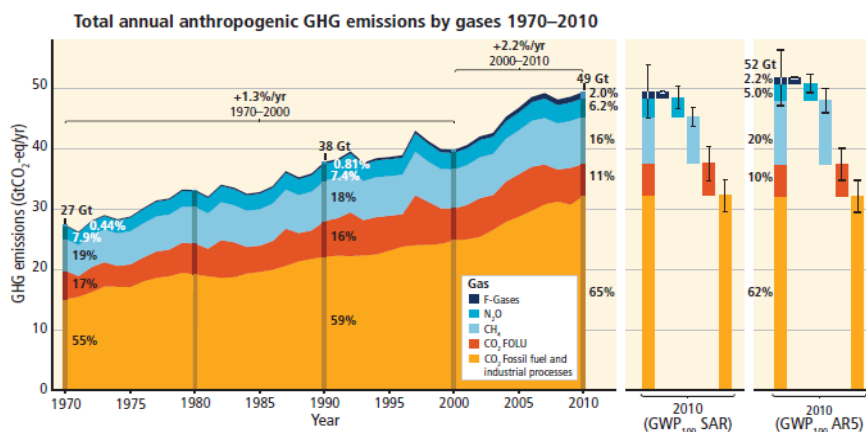




**Figura 1:** a) Reconstituição da evolução da temperatura média global da baixa atmosfera representada por meio da anomalia relativamente à média do período de 1961 a 1990. b) Concentração atmosférica do CO<sub>2</sub> nos últimos 400 000 anos. Fonte: (Santos, 2006 *Ibid* Petit, 1999)

### 1.1. A ação dos gases de efeito de estufa na atmosfera

Desde a revolução industrial nos meados do século XVIII que a intensiva utilização de combustíveis fósseis tem contribuído para um aumento da quantidade de gases de efeito de estufa (GEE) na atmosfera (principalmente dióxido de carbono) e um consequente aumento da temperatura média global (EEA 2004, 21). Os principais GEE presentes na atmosfera são o vapor de água, o CO<sub>2</sub>, o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), o ozono (O<sub>3</sub>), os clorofluorcarbonetos (CFC) e os hidrofluorcarbonetos (HCFC). A Figura 2 representa a evolução das emissões antropogénicas de alguns GEE entre os anos de 1970 e 2010. Observa-se a grande quantidade de CO<sub>2</sub> que foi emitida para atmosfera pela queima de combustíveis fósseis e processos industriais entre 1970 e 2010, é também observável a quantidade de CO<sub>2</sub> emitida por alterações do uso do solo e florestas (FOLU).



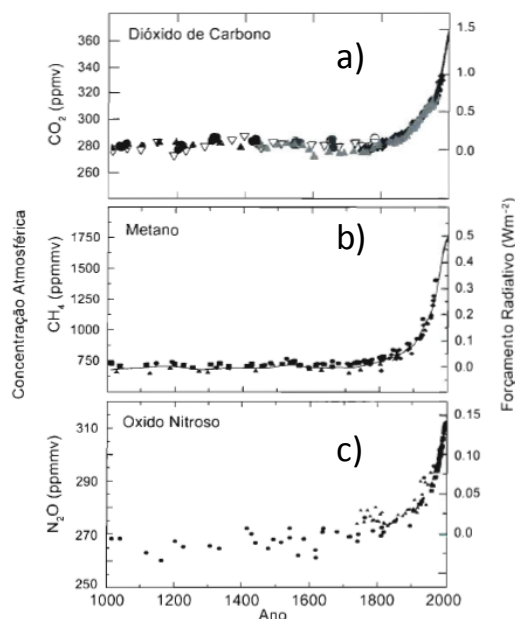
**Figura 2:** Total anual de emissões antropogénicas de gases com efeito de estufa (GEE) (giga toneladas de equivalente de CO<sub>2</sub> por ano, Gt CO<sub>2e</sub> / ano) para o período 1970-2010. Fonte: (IPCC 2015, 5).

Este gráfico baseia-se nos dados disponibilizados pela segunda avaliação (SAR) do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC) e os valores do quinto relatório de avaliação (AR5) do IPCC, incluem também os dados disponibilizados pelo pacote de gases de Quioto (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, bem como gases fluorados), calculado com base em 100 anos de Potencial de Aquecimento Global (GWP100) (IPCC, 2015).

Em 2010, as emissões de CO<sub>2</sub> corresponderam a 65% do total de emissões dos GEE. Adicionando os 11% do total de emissões correspondentes a atividades de exploração florestal e diferentes usos do solo (FOLU), conclui-se que o dióxido de carbono é o principal gás emitido por ações antropogénicas. Estão representados igualmente na Figura 2, as emissões relativas ao metano (CH<sub>4</sub>), ao óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e ainda aos gases-F (CFC e HCFC), que representam num total de emissões 16%, 6,2% e 2% respectivamente.

Os gases acima referidos provocam um forçamento radiativo que influencia e provoca alterações nas trocas de energia do sistema Terra-atmosfera, o que o torna um mecanismo de alteração do clima. O forçamento positivo tende para um aumento da temperatura à superfície, por outro lado um forçamento negativo leva a diminuições das temperaturas (IPCC, 2007).

A Figura 3 representa a evolução da concentração atmosférica de 3 dos principais GEE (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O), e o seu conseqüente forçamento radiativo. Estes dados foram obtidos a partir da análise de calotes de gelo retiradas de furos efetuados na Antártida e Gronelândia e de observações diretas nas últimas décadas. Na Figura 3b) relativa à concentração do CH<sub>4</sub> na atmosfera a curva representa a sua média global nos últimos 1000 anos. Os GEE têm a capacidade de absorver e emitir radiação infravermelha, quando os níveis de concentração de GEE aumentam há uma maior parte da radiação emitida pela superfície terrestre absorvida. O forçamento radiativo provocado pela presença destes gases na atmosfera está representado à direita e no caso do CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O a concentração está representada em ppm (Santos, 2006). É bem visível o aumento exponencial destes gases na atmosfera após a data da revolução industrial.



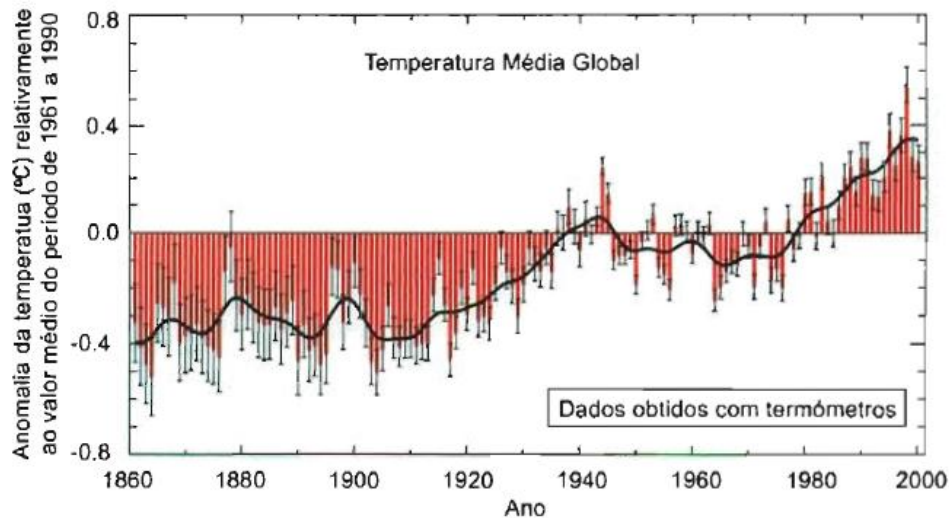
**Figura 3:** Concentração na atmosfera de (a) CO<sub>2</sub>, (b) CH<sub>4</sub> e (c) N<sub>2</sub>O nos últimos 1000 (IPCC, 2001).

Dos três gases referidos na Figura 3 verifica-se que no ano de 2000, o CO<sub>2</sub> atinge uma concentração atmosférica de cerca de 360 ppm com um conseqüente forçamento radioativo de cerca de 1,5 Watts por metro quadrado ( $\text{Wm}^{-2}$ ), sendo assim o gás que mais contribui para o efeito de estufa e conseqüente aquecimento global. Apesar de o metano (CH<sub>4</sub>) apresentar uma concentração atmosférica superior ao CO<sub>2</sub> (~1750 ppm no ano 2000) o seu forçamento radiativo é cerca de  $0,5 \text{ Wm}^{-2}$ , ou seja, bastante inferior ao provocado pelo CO<sub>2</sub>.

O óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) apresenta uma concentração de 310 ppm e um forçamento radioativo de  $0,15 \text{ Wm}^{-2}$ , valores bastante inferiores aos dos restantes gases.

### 1.1.1. A temperatura da Terra

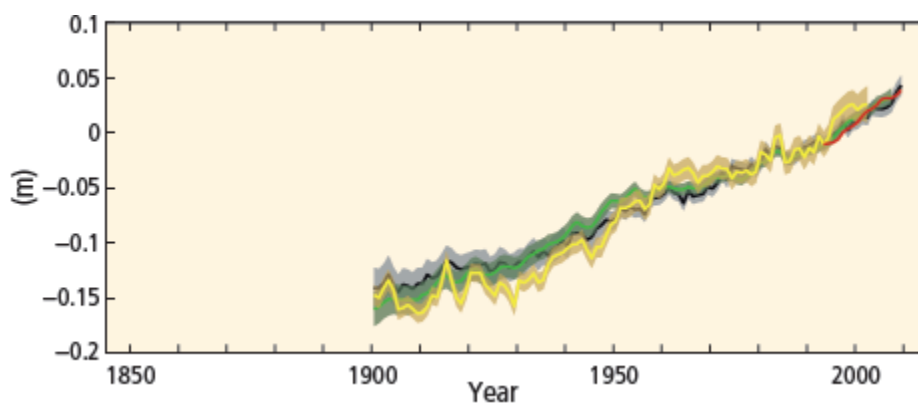
Na Figura 4 apresenta-se a variação da temperatura anual média global da atmosfera à superfície, representada em termos da anomalia relativamente ao valor médio do período de 1961 a 1990 (IPCC 2001). Verifica-se existir um aumento exponencial da temperatura média desde 1960 em relação direta com a concentração atmosférica de GEE, e com as ações antropogénicas principais fatores causadores das alterações climáticas. A variação observada nos últimos 100 anos excede largamente as variações climáticas naturais dos últimos mil anos (Santos, 2006).



**Figura 4:** Temperatura anual média global da atmosfera à superfície, representada em termos da anomalia relativamente ao valor médio do período de 1961 a 1990 (IPCC, 2001)

O aumento da temperatura média global é o principal responsável pelo degelo nas zonas do Ártico e Antártida, e por consequência, responsável pela subida do nível médio das águas do mar, o que tem vindo a aumentar a vulnerabilidade das zonas costeiras continentais e das ilhas de todo o planeta às inundações (IPCC, 2014). O nível médio das águas do mar aumentou entre 0,17 e 0,21 m entre 1901 e 2010 e a extensão de gelo marítimo no Ártico diminuiu substancialmente entre os anos de 1979 e 2012. Verificou-se igualmente uma diminuição de 3,5% a 4,1% desta extensão por década e que esta diminuição tem sido contínua ao longo de todas as décadas e de todas as estações do ano.

Na Figura 5 está representada a subida do nível médio das águas do mar durante o século XX observando-se um aumento contínuo e exponencial.



**Figura 5:** Média anual e global da alteração do nível do mar em relação à média, durante o período de 1860 a 2005 no conjunto de dados de mais longa duração (IPCC, 2015).

### **1.1.2. A precipitação**

Segundo o IPCC (2015) é provável que os fenómenos extremos de precipitação se tornem mais frequentes e intensos nalgumas regiões. Noutras regiões acontecerá o inverso, o que poderá provocar impactes significativos no uso dos recursos hídricos e no ambiente. Estas variações e a fusão de gelos e neves estão a alterar os sistemas hidrológicos, afetando recursos hídricos em termos de quantidade e qualidade (IPCC, 2015).

Na região do Pacífico, o fenómeno do “El Niño”, é um exemplo de um evento extremo, que provoca secas e inundações frequentes e que pode ser agravado, trazendo grandes impactes para as populações desta região do globo (IPCC, 2015).

A capacidade de adaptação às alterações climáticas consiste na capacidade de um país ou região implementar medidas de adaptação com vista a minimizar os seus impactes. Esta capacidade advém de fatores sociais, económicos, políticos, ambientais, entre outros, que de alguma forma podem influenciar a implementação dessas medidas. Nalgumas regiões do globo, onde a capacidade de adaptação às alterações climáticas é mais reduzida, os impactes nos recursos hídricos podem tornar-se num grave problema de saúde pública e de sustentabilidade das próprias populações que tenham como principal setor de atividade a produção animal e agrícola.

## **2. Cimeiras e acordos Internacionais**

Nas últimas décadas têm-se realizado conferências internacionais sob a égide da Organização das Nações Unidas (ONU) em que se pretendem acordar estratégias para a diminuição dos riscos associados às alterações climáticas. A primeira Cimeira realizou-se no Rio de Janeiro em 1992, sendo denominada de “Cimeira da Terra”, desde então houve diversos eventos internacionais onde foram assinados diversos acordos tendo sempre em vista a redução da emissão de GEE. A cimeira mais recente foi a Cimeira de Paris em 2015, denominada de “Cimeira do Clima”, onde foi assinado um acordo histórico com o objetivo de limitar o aumento da temperatura média global até um máximo de 2°C em comparação com a temperatura média global do período pré-industrial.

### **2.1. Cimeira da Terra**

Em 1992 no Rio de Janeiro, realizou-se uma conferência histórica que reuniu 108 Chefes de Estado e de Governo, onde foi assinada a Agenda 21, que consistiu num plano de ação em prol do desenvolvimento sustentável. Até à data esta tinha sido a maior reunião internacional já realizada (ONU, 2002).

Nesta Cimeira, além da Agenda 21, foram assinados três Tratados:

- A Convenção-Quadro das Nações Unidas para o Combate às Alterações Climáticas (UNFCCC);
- A Convenção sobre Diversidade Biológica, ou Convenção da Biodiversidade (CBD);
- A Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD).

Estes tratados foram a resposta da comunidade internacional às crescentes preocupações com o ecossistema global. Os primeiros relatórios do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas apontavam para uma interferência humana no clima global. Perdas de biodiversidade, a desertificação e a sobre-exploração dos oceanos foram referidas em vários relatórios do Programa das Nações Unidas para o Ambiente. A Convenção-Quadro para o Combate às Alterações Climáticas é a base do regime jurídico internacional sobre clima (APA s.d.).

## 2.2. Protocolo de Quioto. Quioto, 1997

O Protocolo de Quioto é um acordo internacional ligado à Convenção-Quadro das Nações Unidas que pela primeira vez na história estabelece metas internacionalmente vinculativas relativas à redução de GEE. Neste Protocolo reconhece-se que os países desenvolvidos são os principais responsáveis pelos níveis elevados de emissões derivados da grande e contínua atividade industrial a longo de mais de 150 anos. Esta responsabilização traduziu-se no princípio de responsabilidades comuns mas diferenciadas colocando uma maior imputação aos países desenvolvidos.

O Protocolo de Quioto foi assinado a 11 de Dezembro de 1997 na cidade Japonesa de Quioto, mas apenas entrou em vigor a 16 de Fevereiro de 2005. As regras para a implementação do Protocolo foram adotadas em Marraquexe, Marrocos, em 2001. O período de compromisso definido neste protocolo teve início em 2008 e terminou em 2012 (UNFCCC s.d.).

A UNFCCC entrou em vigor a 21 de Março de 1994 com 165 signatários (países que assinaram os acordos) e 186 partes (países que participaram na convenção) que na sua maioria falharam o objetivo de reduzir até 2000 as emissões de GEE para os níveis de 1990. Em 1997 no Protocolo de Quioto, foi acordado que os países industrializados aceitavam as metas juridicamente vinculativas de reduzir em média as emissões de GEE para níveis 5% abaixo aos de 1990. O protocolo foi assinado por 84 países e ratificado por 54 partes mas apenas dois países industrializados ratificaram o Protocolo (ONU, 2002).

O Protocolo de Quioto foi o primeiro tratado jurídico internacional que tem como objetivo limitar as emissões de GEE dos países desenvolvidos. Sendo o Protocolo anexo à UNFCCC adquire os princípios fundamentais de um regime climático, incluindo o princípio das responsabilidades comuns mas diferenciadas, que resultou numa divisão dos países:

- “Anexo I” - Países desenvolvidos (divididos num subconjunto de países com limites de emissões quantificados).
- “Não-Anexo I” - Países em vias de desenvolvimento (sem metas de redução de emissões quantificadas) (APA s.d.).

Uma das principais características do Protocolo de Quioto é a diferenciação entre as metas de redução de emissões. Este tema foi introduzido pelos Estados Unidos para que fosse possível existirem vários argumentos para justificar circunstâncias especiais nas

metas de cada Parte. No final, nem todas as Partes se comprometeram a reduzir as emissões, algumas (p.e. Austrália) têm como compromisso apenas limitar o crescimento das emissões. Contudo a não-ratificação do documento por parte dos Estados Unidos limita a eficácia a nível ambiental deste Protocolo (APA s.d.).

O Protocolo de Quioto foi também o primeiro tratado internacional a reconhecer o potencial da economia de mercado na concretização das metas estabelecidas. Os mecanismos incluídos no Protocolo permitem às Partes adquirir direitos de emissão permitindo assim que as Partes que o façam consigam mais eficientemente atingir os seus objetivos (APA s.d.).

Foram inscritos três mecanismos de mercado do Protocolo de Quioto:

- Mecanismo de Desenvolvimento Limpo;
- Mecanismo de Implementação Conjunta;
- Mecanismo do Comércio Internacional de Emissões.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo tem como principal objetivo incentivar os países em desenvolvimento a participar na redução de emissões e incentivar a transferência de tecnologia entre os países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento (APA s.d.).

O Mecanismo de Implementação Conjunta, permite a colaboração entre as Partes deste acordo, ou seja, um país do Anexo I pode investir em projetos com vista à redução de emissões no território pertencente a outro país (APA s.d.).

O Mecanismo de Comércio Internacional de Emissões representou um grande desenvolvimento da política ambiental internacional, sendo esta a primeira vez que foi aplicado um instrumento económico na política ambiental à escala mundial. Este Mecanismo é o resultado da participação dos Estados Unidos que insistiu na existência de um instrumento para reduzir custos de regulação (APA s.d.).

Em Portugal, as políticas e medidas a nível nacional estão incluídas no Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), aprovado em Conselho de Ministros em 2004. Este plano apresenta medidas de mitigação e procura identificar as responsabilidades de redução de GEE de uma forma equilibrada nos setores da energia, indústria, transportes, agricultura, floresta, doméstico, serviços e resíduos com o objetivo de cumprir o acordado no Protocolo de Quioto. Conjuntamente com estes esforços é necessário um plano de adaptação que possa minimizar os impactes das alterações climáticas nos vários setores. Para isto ser realizável, é necessário existir conhecimento detalhado

sobre os impactes das alterações climáticas que pode ser obtido através de projeções de modelos climáticos. Este conhecimento pode ser bastante útil na justificação e na tomada de decisões sobre a aplicação ou não, de certas políticas e/ou medidas ao nível nacional, europeu ou mundial (Santos, 2006).

### 2.3. Conferência das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas

A Conferência de Copenhaga foi marcante nas negociações internacionais, sendo uma das maiores Cimeiras de sempre das Nações Unidas. Vários países-chave, como a China e os Estados Unidos estavam a dar os primeiros passos em termos de planeamento e estratégias nacionais relativas às alterações climáticas, pelo que as expectativas eram elevadas. No entanto estes países estavam um pouco limitados quanto aos compromissos que poderiam assumir nesta Cimeira. Por outro lado, a União Europeia tem sido ambiciosa quanto à existência de políticas relativas a esta matéria.

Nesta cimeira os resultados ficaram aquém das expectativas pois não foi possível a adoção de um acordo jurídico internacional para um período posterior a 2012. De qualquer forma, esta Cimeira representa uma mudança ao nível das políticas globais para o clima, visto que inclui, pela primeira vez, propostas de compromissos de limitação ou redução de emissões para um número significativo de países que conjuntamente representam mais de 80% das emissões globais de GEE (APA s.d.).

### 2.4. Conferência das Nações Unidas para o Clima

Em 2015 realizou-se em Paris a Conferência das Nações Unidas para o Clima, também conhecida por 21ª Conferência das Partes (COP 21) com o objetivo de efetuar um acordo jurídico vinculativo e universal que permita limitar até ao final do século o aumento da temperatura média global até um máximo de 2°C em comparação com o período pré-industrial. Este acordo deverá abranger todas as Partes da Convenção.

As prioridades da União Europeia e de Portugal são assegurar o dinamismo e ambição deste acordo, concretizadas através de um mecanismo de aumento de ambição dos compromissos, que consiste na atualização sem retrocessos, dos compromissos de mitigação de todas as Partes, em ciclos de 5 anos independentemente dos horizontes temporais que possam ter estabelecido individualmente. É fundamental que o Acordo de Paris transmita confiança no compromisso de todas as Partes, para que este tenha

sucesso e as sociedades sejam mais resilientes aos impactes das alterações climáticas (APA s.d.).

## 2.5. Portugal na Conferência das Nações Unidas para o Clima. Paris, 2015

Portugal concluiu com sucesso o 1º período de cumprimento do Protocolo de Quioto, ao limitar o aumento de emissões entre 2008 e 2012 em 20% face a 1990, superando até o desempenho a que se tinha comprometido em Quioto que permitia um aumento até 27%. Relativamente a desafios futuros Portugal tem-se empenhado em várias frentes:

- Ratificou a emenda do Protocolo de Quioto e está alinhado com as metas europeias para 2020 e com as metas do 2º período de cumprimento do Protocolo de Quioto.
- Apresentou a sua contribuição nacional no âmbito do Contributo Previsto Determinado (INDC) da União Europeia (UE) visando o cumprimento conjunto dos objetivos.
- Estabeleceu metas de redução de emissões para 2030 e um Quadro Estratégico de Política Climática no horizonte 2020-2030, integrando o Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030 (PNAC 2020/2030) e a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas 2020 (EN AAC 2020).
- Promove a dinamização do papel da Comunidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP) na temática alterações climáticas através de um Memorando de Entendimento que prevê uma contribuição de 500 mil euros para o Fundo Especial da CPLP com o objetivo de reforçar a capacitação institucional nos Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa (PALOP) e Timor-Leste.
- Desenvolve programas de cooperação com países CPLP, sobretudo para projetos de capacitação quer para mitigação quer para adaptação às alterações climáticas.
- Contribuiu com 2 milhões de euros para o Fundo Verde do Clima (APA s.d.).

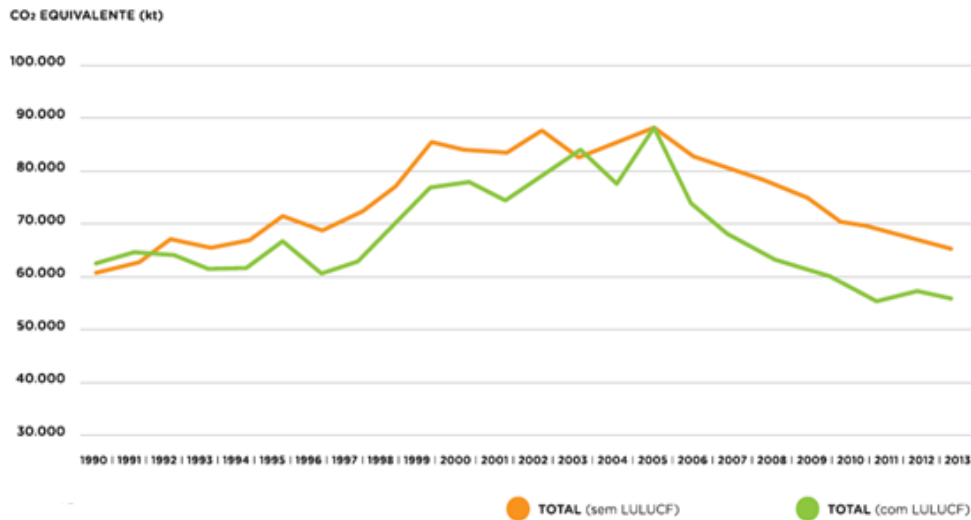
### **2.5.1. O cumprimento dos Acordos assinados**

A Agência Portuguesa do Ambiente (APA) elaborou um documento com a avaliação do cumprimento dos objetivos do Protocolo de Quioto em Portugal. Este documento demonstra que Portugal cumpriu os objetivos para o período entre 2008 e 2012.

A União Europeia como um todo está obrigada pelo Protocolo de Quioto a reduzir as emissões de GEE em 8% em relação às verificadas em 1990. No acordo de partilha de responsabilidades ao nível da comunidade europeia foi estabelecido que Portugal poderia aumentar as suas emissões até 27% em comparação com 1990, não podendo exceder em 2012 os 381,94 milhões de toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> (Mt CO<sub>2</sub>e) no período entre 2008 e 2012, representando um valor médio anual de 76,39 Mt CO<sub>2</sub>e. (APA, 2012).

Mais recentemente, o Relatório do Estado do Ambiente de 2015, publicado pela APA confirma a tendência atual de diminuição de emissões de GEE. A Figura 6 demonstra a evolução das emissões de GEE em Portugal desde 1990. É observável um aumento até ao início do último século e posteriormente uma gradual diminuição até 2013 sendo expectável que esta tendência se mantenha.

No ano de 2013 em Portugal o total de emissões de GEE foi estimado em 65,3 Mt CO<sub>2</sub>e (excluindo as alterações do uso do solo e florestas (LULUCF)), o que representa um aumento de 7,5% face a 1990 mas uma diminuição de 2,8% em relação a 2012. O total de emissões de GEE em 2013, incluindo as alterações do uso do solo e florestas (LULUCF) é de 55,9 Mt CO<sub>2</sub>e. Valor que indica que o setor florestal e as alterações de usos do solo representam um sequestro de 9,4Mt CO<sub>2</sub>e. (APA, 2015).



**Figura 5:** Emissões de GEE (com e sem LULUCF) (APA, 2015).

Por setor de atividade, a energia é o setor que mais contribuiu para a emissão de GEE em 2013 (68%), sendo a produção e transformação de energia e os transportes os subsectores com uma maior contribuição (23% e 24% do total respetivamente) (APA, 2015).

## 2.6. O Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas

O Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC) é o principal organismo internacional para a avaliação das alterações climáticas. Foi criado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) em 1988 e é composto por 195 países.

As principais funções do IPCC são a análise e a avaliação da informação e do conhecimento científico, técnico e socioeconómico sobre a forma de relatórios. Foram elaborados cinco relatórios de avaliação sobre alterações climáticas, o primeiro em 1990, e os seguintes nos anos de 1995, 2001, 2007 e 2014. Estes apresentam uma avaliação global às alterações climáticas, as suas causas, os seus impactos e estratégias de resposta. Embora o IPCC não realize qualquer investigação e monitorização de dados ou parâmetros relacionados com o clima, produz relatórios especiais, que são uma avaliação sobre um assunto específico e relatórios metodológicos que fornecem orientações práticas para a elaboração de inventários de GEE.

Em 1992, o IPCC criou um conjunto de cenários, denominados *IPCC Scenarios, 1992* (IS92), que podem ser utilizados em modelos de circulação global, com o objetivo de prever cenários futuros de emissões de GEE. Os Modelos Climáticos de Circulação

Global preveem e simulam, o comportamento do clima terrestre (atmosfera e oceanos), e conseguem calcular valores de variáveis meteorológicas tais como a temperatura e a humidade. Os cenários de emissões contêm cenários relativos às futuras emissões de GEE, aerossóis e outros poluentes que conjuntamente com informação sobre o uso e ocupação do solo são utilizados como *inputs* na elaboração de modelos climáticos (WMO s.d.).

Estes cenários são baseados em fatores de desenvolvimento demográfico, sociais, tecnológicos e económicos, e permitem uma previsão das emissões de GEE no futuro. Em 1996 foi decidido pelo IPCC, efetuar-se uma atualização dos cenários IS92, e no ano de 2000 foi publicado o *Special Report on Emission Scenarios* (SRES) que define 4 principais grupos de cenários com variações nos fatores em que são baseados (A1,A2,B1 e B2).

O cenário A1 apresenta um cenário com um desenvolvimento económico e tecnológico rápido e uma população global que atinge um máximo em meados do século XXI. O cenário A2 corresponde a um desenvolvimento global heterogéneo com um progresso socioeconómico e tecnológico fragmentado em que a população mundial cresce durante todo o século XXI. O cenário B1 privilegia o desenvolvimento sustentável e as soluções globais relativos aos problemas sociais e económicos. Por último, o cenário B2 descreve um mundo centrado em soluções locais e num crescimento da população até ao final do século a um ritmo inferior ao cenário A2 (Santos, 2006)

Em 2013 foi efetuada a última atualização dos cenários de emissões de GEE com a criação dos cenários RCP (*Representative Concentration Pathways*) utilizados por um dos grupos de trabalho do 5º Relatório de Avaliação sobre Alterações Climáticas.

Os modelos climáticos necessitam de informação sobre a evolução das emissões de GEE ao longo do tempo, o que levou a comunidade científica a identificar vários cenários de emissões a partir dos cenários disponíveis como trajetórias plausíveis da evolução do forçamento radiativo no planeta, estas foram designadas por trajetórias representativas das concentrações ou RCP (*Representative Concentration Pathways*), Tabela 1. O termo representativo significa que cada RCP fornece apenas um possível cenário do forçamento radiativo (Bernardino, 2015).

**Tabela 1:** Trajetórias Representativas das Concentrações (WMO s.d.).

<b>RCP 8.5</b>	Aumento da trajetória do forçamento radioativo apontando para 8.5 W/m <sup>2</sup> em 2100.
<b>RCP 6</b>	Estabilização sem ultrapassar a trajetória para 6 W/m <sup>2</sup> após 2100.
<b>RCP 4.5</b>	Estabilização sem ultrapassar a trajetória para 4,5 W/m <sup>2</sup> após 2100.
<b>RCP 3-PD2</b>	Pico de forçamento radioativo a ~ 3 W/m <sup>2</sup> antes de 2100 e posterior decréscimo.

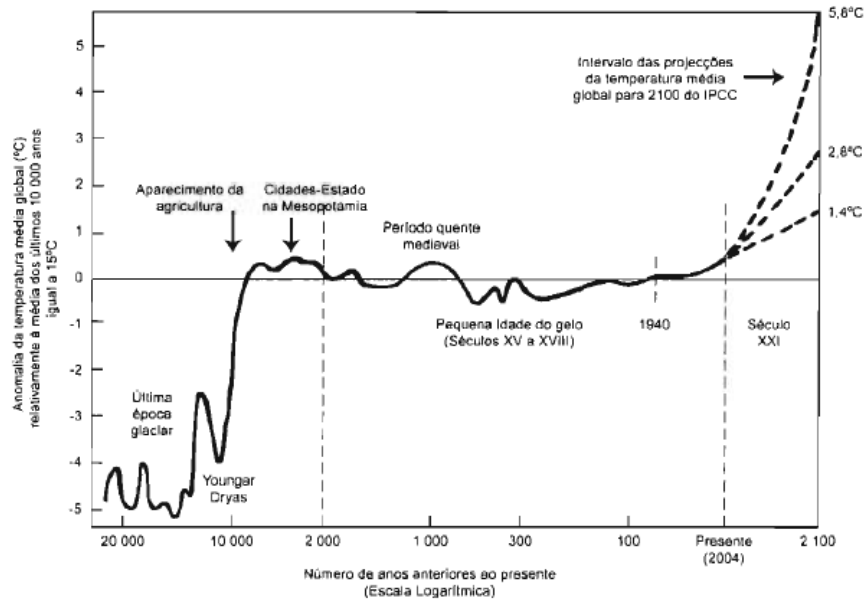
A identificação precoce de conjuntos de RCP facilita a coordenação de novos cenários socioeconómicos, de emissões e climáticos. A utilização de RCP promove o desenvolvimento de novos cenários integrados permitindo uma melhor modelação das respostas do clima às atividades humanas (IPCC, 2007).

Nenhum dos cenários (IS92, SRES e RCP) tem em conta medidas diretas de redução de emissões de GEE acordadas na Convenção-Quadro das Nações Unidas ou no Protocolo de Quioto.

Na Figura 7 apresentam-se 3 previsões do IPCC para o século XXI tendo em conta os últimos 20 000 anos (data da última época glacial). Desde à 10 000 anos atrás, quando surgiu a agricultura a temperatura da terra tem tido um período de relativa estabilidade, apenas com algumas variações com destaque para um período quente medieval e uma pequena idade do gelo (Séculos XV a XVIII).

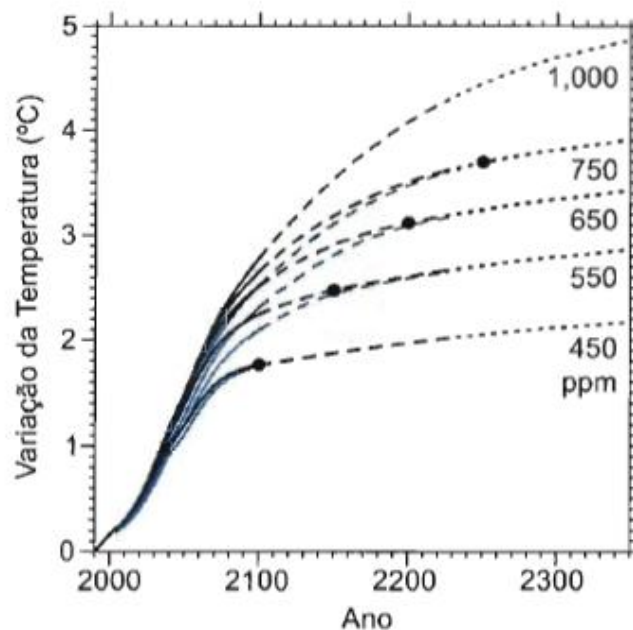
Segundo o IPCC desde o início do século XX a temperatura média global já aumentou cerca de  $0,6 \pm 0,2$  °C, e como foi referido anteriormente, este aumento deve-se essencialmente à revolução industrial e à utilização intensiva de combustíveis fósseis. Para assinalar este fator, está assinalado no gráfico o ano de 1940, que corresponde à data do pós revolução industrial e o início de um aumento da temperatura média global.

A partir de 2004 representam-se a tracejado três cenários possíveis para a evolução da anomalia da temperatura média global até 2100 obtidos com os cenários do IPCC. O conjunto destes cenários prevê um aumento da temperatura média global entre 1,4°C a 5,8°C (Santos, 2006).



**Figura 6:** Evolução da anomalia da temperatura média global da baixa atmosfera desde 20000 anos, relativamente à média dos últimos 10 000 anos (15°C), representada numa escala logarítmica do tempo (Santos, 2006 *Ibid* Kovats, 2003).

Na Figura 8 as trajetórias a azul representam cálculos anteriores utilizados no Segundo Relatório de Avaliação do IPCC (IPCC, 1996). O cenário de base para as emissões de GEE até 2100 (excetuando o CO<sub>2</sub>) é o A1B. Admite-se que depois de 2100 as emissões destes gases se mantêm constantes com os valores do cenário A1B em 2100. Os pontos a negro indicam a data em que se dá a estabilização do CO<sub>2</sub> (Santos, 2006).



**Figura 7:** Projeções da variação da temperatura média global desde 1990 obtidas quando a concentração atmosférica de CO<sub>2</sub> é estabilizada de acordo com os perfis WRE - Perfis de estabilização da concentração do CO<sub>2</sub> (Santos, 2006 *Ibid* Kovats, 2003).

### **3. Os Impactes das Alterações climáticas.**

#### **3.1. Os impactes no Mundo**

As alterações climáticas são um fenómeno à escala global e parecem corresponder a um aumento da frequência e intensidade de fenómenos extremos, mas os seus impactes não são sentidos de forma homogénea nas diferentes regiões do globo. Esta diferença deve-se essencialmente à variabilidade climática entre regiões do planeta, mas também à capacidade de adaptação dos países face às alterações climáticas.

No continente africano o IPCC prevê que as alterações climáticas provoquem uma diminuição nas quantidades de precipitação, o que poderá provocar um *stress* sobre os recursos hídricos e levar à escassez de água potável disponível para as populações. A subida do nível médio das águas do mar, o aumento da quantidade e intensidade de fenómenos extremos poderão aumentar as vulnerabilidades das zonas costeiras. A escassez de água potável, poderá também contribuir para uma redução da produtividade agrícola, que é uma das principais atividades no continente Africano e o único meio de subsistência de algumas populações. É de salientar que a escassez de água põe em risco toda segurança alimentar que torna propício o aparecimento de novas doenças. O turismo e o setor das pescas em África serão bastante afetados, visto que os recursos hídricos assumem um papel importante na manutenção da biodiversidade, que assume um papel fundamental nestes setores.

A capacidade socioeconómica e a elevada taxa de pobreza nos países africanos tornam a sua capacidade de adaptação às alterações climáticas bastante reduzida, o que poderá tornar a desertificação inevitável em várias regiões do continente.

Na América do Sul o aumento da frequência de fenómenos extremos (secas e inundações) e o recuo dos glaciares poderá provocar grandes impactes nos recursos naturais (recursos hídricos, agricultura, florestas e biodiversidade). Á semelhança do continente africano na América do Sul, a produção e a qualidade alimentar serão bastante afetadas podendo proporcionar o aparecimento de novas doenças. Como a América do Sul tem uma baixa capacidade de adaptação às alterações climáticas os setores do turismo e das pescas poderão ser bastante prejudicados.

Devido ao relevo acentuado, os deslizamentos de terras, provocados por inundações ou até pela forte atividade sísmica deste continente são um fenómeno bastante frequente. O previsto aumento da quantidade e intensidade de fenómenos extremos poderá aumentar substancialmente a ocorrência de deslizamentos, que são um risco real para pessoas e bens no continente Sul Americano.

Na América do Norte (Estados Unidos e Canadá) existe uma forte capacidade de adaptação às alterações climáticas, sendo que esta capacidade pode mitigar alguns dos impactes relativos a alterações no clima. Os principais impactes das alterações climáticas são o aumento da frequência e intensidade de fenómenos de inundações (fluviais e costeiras) e de ondas de calor. As ondas de calor e secas mais intensas podem aumentar a taxa de mortalidade deste tipo de fenómenos e o risco e a severidade dos incêndios florestais.

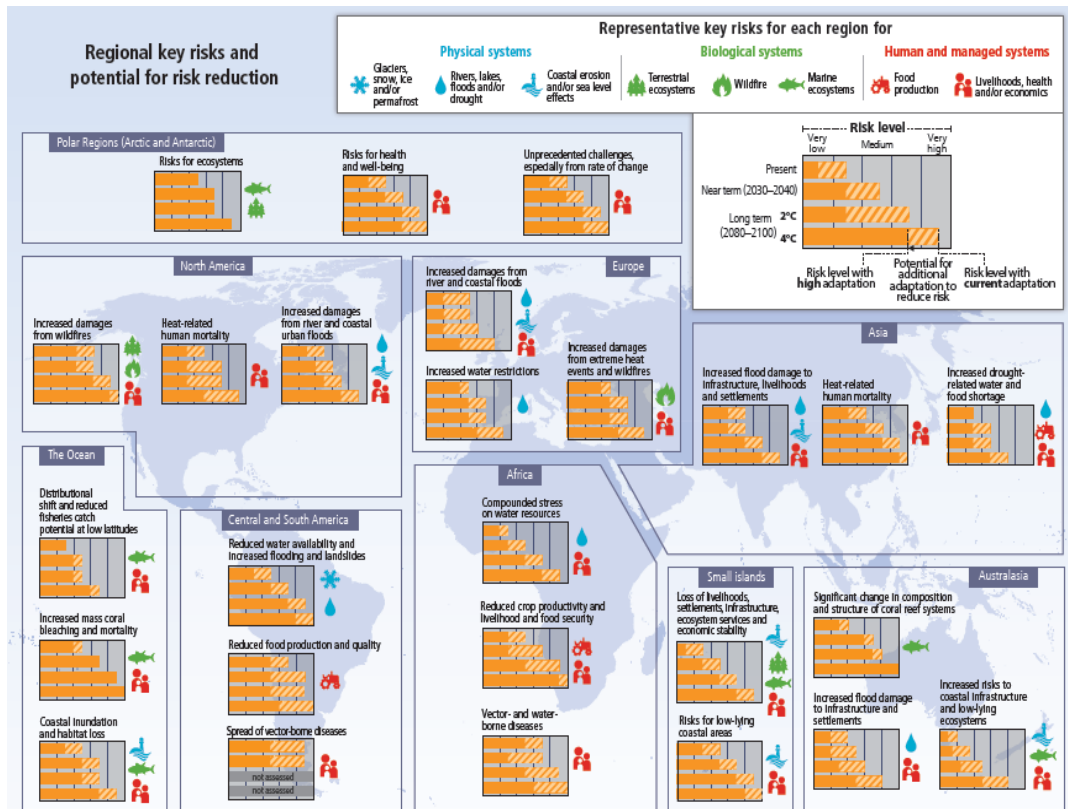
Algumas das cidades costeiras dos EUA podem sofrer danos graves devido à subida do nível médio das águas do mar: Nova Iorque, Miami, Los Angeles, San Diego, Boston, Nova Orleães e ainda Honolulu no Havai.

No Continente Asiático, os principais impactes das alterações climáticas são semelhantes aos da América do Norte (ondas de calor, secas e inundações). Como existe uma grande disparidade socioeconómica entre países deste continente, a capacidade de adaptação às alterações climáticas serão diferenciadas. A produção agrícola, a segurança alimentar e a disponibilidade de água potável são aspetos preocupantes para os países menos desenvolvidos.

Na Oceânia os principais impactes serão essencialmente danos em infraestruturas e em zonas costeiras e fluviais devido ao aumento da intensidade de fenómenos extremos e à perda de biodiversidade, com especial foco para a destruição dos recifes de coral pela acidificação do oceano.

Os oceanos absorvem mais de 26% do dióxido de carbono emitido pelas atividades humanas, e atualmente em certas alturas do ano e em certas partes do oceano excedem a sua capacidade de absorver o CO<sub>2</sub>, o que leva à acidificação dos oceanos. Esta acidez tem diversos efeitos na biodiversidade existente, sendo o mais relevante, a diminuição na concentração/disponibilidade de ião carbonato para o plâncton e espécies de conchas que fixam carbonato de cálcio. Estas espécies são a base de muitas cadeias alimentares

marinhas, o que releva o impacto que a extinção destas espécies pode vir a ter (UNESCO s.d.).



**Figura 8:** Principais riscos representativos de cada continente (IPCC 2015, 65).

A Figura 9 mostra os principais riscos presentes para cada continente incluindo o potencial de redução de riscos através da adaptação e mitigação, bem como limites para a adaptação.

Os níveis de risco são avaliados como muito baixa, baixa, média, alta ou muito alta por três períodos de tempo: o presente, curto prazo (2030-2040) e longo prazo (2080-2100). A curto prazo, são projetados níveis de aumento da temperatura média global que não divergem nos vários cenários. A longo prazo, os níveis de risco são apresentados para dois cenários possíveis (o aumento da temperatura média global 2°C e 4°C acima dos níveis pré-industriais).

### 3.2. Os impactes em ilhas

A subida do nível médio das águas do mar é um fator de risco para inúmeras zonas costeiras. Existem milhares de ilhas em todo o mundo, e centenas que são estados independentes. As ilhas são um caso peculiar, visto que se encontram rodeadas pelo mar ou oceano. Algumas destas são bastante vulneráveis aos impactes das alterações

climáticas, devido à sua localização geográfica, características morfológicas e/ou fatores económicos. As ilhas do Pacífico têm um especial interesse no âmbito das alterações climáticas visto que são bastante vulneráveis ao fenómeno do “El Niño”, que se verifica frequentemente nesta região do globo, com a correspondente intensificação de fenómenos extremos e aumento das vulnerabilidades destas ilhas.

As características morfológicas e o relevo das ilhas têm uma grande importância nos impactos a que estas serão sujeitas com as alterações climáticas. Algumas ilhas têm uma altitude máxima de apenas alguns metros, o que as torna bastante vulneráveis a inundações devido subida do nível médio das águas do mar. Adicionando ao fato de uma parte destas ilhas serem estados independentes, com elevadas taxas de pobreza e uma fraca capacidade de adaptação às alterações climáticas, torna-as ainda mais vulneráveis.

A Tabela 2 identifica algumas ilhas em que os impactos das alterações climáticas podem levar à submersão total ou parcial do seu território e consequente necessidade de realocização da população.

**Tabela 2:** Exemplos de ilhas-estado suscetíveis de desaparecer parte ou totalidade do seu território devido à subida do nível das águas do mar.

\*Dados de Banco Mundial, 2013.

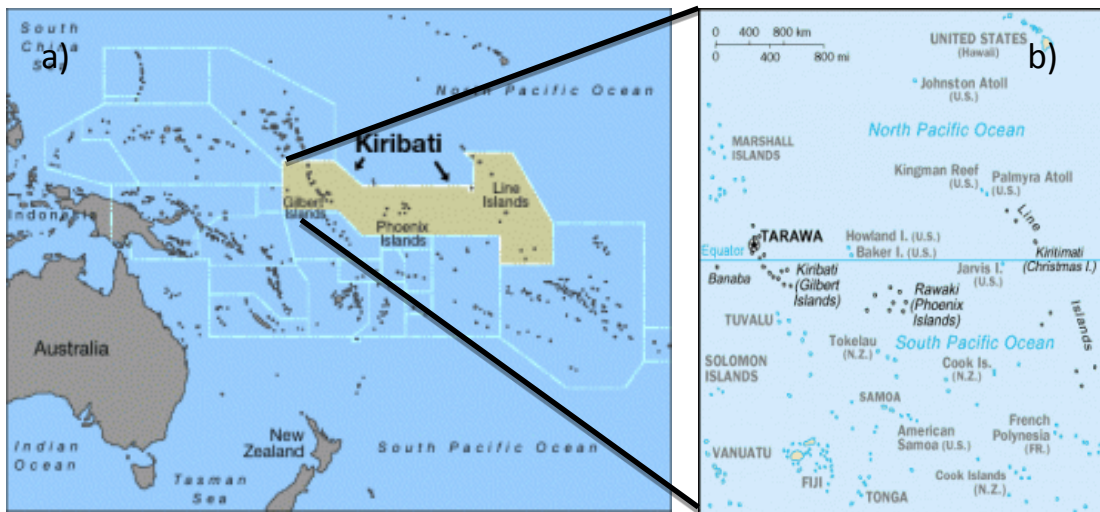
Ilha(s) – Estado(s)	Continentes	População *	Área aproximada (km <sup>2</sup> )
Quiribati	Oceânia	102 351	810
Tuvalu	Oceânia	9 876	30
Ilhas Marshall	Oceânia	52 634	180
Vanuatu	Oceânia	252 763	12 190
Maldivas	Ásia	345 023	300
Barbados	América Central	284 644	430

Nesta tabela estão presentes ilhas localizadas em 3 continentes distintos, o que comprova que os efeitos das alterações climáticas são um efeito global. Estes são apenas alguns exemplos relevantes de ilhas em risco, contudo existem muitos mais a nível global.

### 3.2.1. Caso de Estudo: As ilhas Quiribati

A República de Quiribati localiza-se no Oceano Pacífico, a Nordeste da Austrália, é composta por 33 atóis de coral (21 são inabitados), subdivididos por 3 grupos de ilhas (Gilbert, Line e Phoenix). A capital Tarawa situa-se no grupo Gilbert. No seu conjunto,

as ilhas Quiribati têm cerca de 811 km<sup>2</sup> de área dispersos por 3,5 milhões de km<sup>2</sup> e uma população de 102 351 habitantes.



**Figura 9:** a) Localização da República de Quiribati, b) Ampliação do mapa com a localização da República de Quiribati (Republic of Kiribati s.d.).

Os cerca de 800 km<sup>2</sup> da área terrestre total das ilhas têm uma altitude relativa ao nível médio das águas do mar inferior a 1 m o que torna estas ilhas muito vulneráveis à subida do nível médio das águas dos oceanos.

Em 2010, o Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas produziu uma reportagem, que retrata o estado atual de Quiribati face às alterações climáticas. Nesta reportagem é descrita a história de Boobu Tioram (um residente local) que foi obrigado a realocar a sua habitação por três ocasiões, devido ao avanço do mar.

Algumas ilhas já se encontram totalmente ou parcialmente inundadas, o que já obrigou parte da população a deixar as suas casas para outras ilhas de Quiribati ou até para outros países. Por este fato, torna-se importante a existência de um conceito e um estatuto para os refugiados ambientais.

Em 1951 ocorreu em Genebra a Convenção das Nações Unidas sobre o Estatuto dos Refugiados não sendo considerado o conceito de refugiado ambiental. Em 1985 o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) definiu o conceito de refugiado ambiental mas alguns autores consideram que este conceito ainda não é legal e que estes refugiados não estão abrangidos pelo Estatuto dos Refugiados da Convenção de Genebra.

Apesar destas questões políticas, já existem várias organizações internacionais e europeias de apoio a refugiados ambientais.

O PNUMA define refugiados ambientais como as populações que foram obrigadas a abandonar temporária ou definitivamente a zona tradicional onde viviam devido ao visível declínio do ambiente, perturbando a sua existência e/ou a qualidade da mesma de tal maneira que a subsistência dessas pessoas entra em perigo. Podem-se considerar refugiados ambientais habitantes que não possam regressar ao seu país de origem devido ao seu desaparecimento parcial ou total (p.e. população de Quiribati) ou vítimas de eventos extremos climáticos que destruam ou danifiquem severamente a sua região.

Em Quiribati, o conceito de refugiado ambiental não é apenas um conceito é uma realidade. Em 2013 a EuroNews, publicou uma notícia sobre Ioane Teitiota um emigrante a residir na Nova Zelândia, natural de Quiribati, que foi notificado de que o seu visto teria expirado e teria que regressar ao seu país de origem. Este cidadão efetuou um pedido de asilo às autoridades Neozelandesas, justificando que os efeitos das alterações climáticas em Quiribati o impediam de regressar ao seu país de origem. Este pedido acabou por ser rejeitado, caso contrário Ioane Teitiota seria o primeiro refugiado ambiental do mundo (EuroNews, 2013).

O governo de Quiribati está ciente de que os refugiados ambientais são uma realidade na região e que os impactes das alterações climáticas já originam desalojados.

O Governo de Quiribati criou o Programa de Adaptação de Quiribati para o período 2003-2016 com o objetivo de mitigar os impactes das alterações climáticas, implementando medidas como: gestão de abastecimento de água, gestão de proteção costeira, proteção de infraestruturas públicas, fortalecimento de leis para reduzir a erosão costeira e planeamento de realocização da população para reduzir os riscos pessoais (Republic of Kiribati s.d.).

A estratégia de deslocalização do Governo de Quiribati assenta em duas principais componentes:

- Devem ser criadas possibilidades para permitir a migração daqueles que desejam fazê-lo agora e nos próximos anos para que no futuro isto contribua para estabelecimento de comunidades de pessoas de Quiribati que serão capazes de apoiar um maior número de migrantes a longo prazo.
- Os níveis de educação capazes de ser obtidos em Quiribati devem ser aumentados para um nível semelhante aos da Austrália e Nova Zelândia, o que tornará os habitantes de Quiribati mais atraentes como migrantes para os países

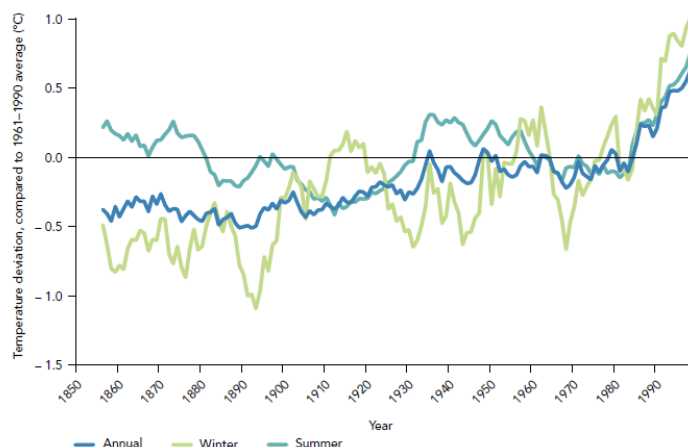
de acolhimento. O conceito de migração com dignidade é fundamental para que esta estratégia tenha sucesso e seja uma situação de “*win-win*” para Quiribati e para os países de acolhimento (Republic of Kiribati s.d.).

### 3.3. Os Impactes diferenciados na Europa

Segundo a Agência Europeia do Ambiente (EEA, 2004) as alterações climáticas observadas na Europa durante o século passado, têm afetado glaciares, ecossistemas, sistemas sociais e económicos, a saúde humana e a agricultura. O IPCC identificou para o continente Europeu, inundações costeiras e fluviais, a degradação de recursos hídricos e o aumento da intensidade e frequência de fenómenos extremos como os principais impactes das alterações climáticas. Contudo, os impactes não serão sentidos de igual forma por todos os países.

Como já referido um dos sinais mais claros da alteração climática global é a temperatura média do ar, especialmente nas últimas décadas. As consequências do aumento das temperaturas são variadas: aumento do risco de inundações e secas, perdas de biodiversidade, degelo dos glaciares e novas ameaças para a saúde humana. O aumento de temperaturas pode também afetar setores económicos (silvicultura, agricultura, turismo e seguros). Diferentes setores podem ser afetados de diferentes formas nas várias regiões da Europa. Alguns setores podem até beneficiar com a melhoria de condições ambientais dependendo da sua localização (EEA, 2004).

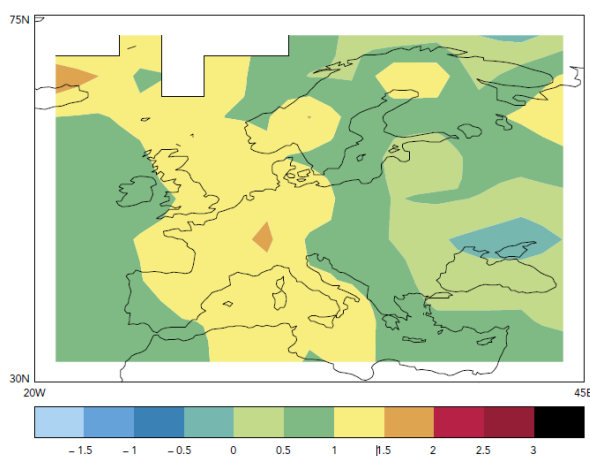
A Figura 11 ilustra as variações das temperaturas médias no Verão, no Inverno e anuais, para o período entre 1850 e 1990, comparativamente à média do período entre 1960 e 1990. Nesta figura é observável uma tendência para um grande aumento das temperaturas médias nas últimas décadas. Conclui-se também que a temperatura média no Inverno foi a que sofreu variações mais acentuadas, contabilizando um aumento de  $\sim 1^{\circ}\text{C}$  entre 1850 e 1990. Este aspeto constitui uma diminuição da amplitude térmica, ou seja, as temperaturas no Inverno aumentam mais rapidamente do que as temperaturas no Verão, o que leva a uma aproximação entre as médias das temperaturas destas duas estações do ano.



**Figura 10:** Observações anuais das variações da temperatura no Verão e Inverno na Europa comparativamente à média do período entre 1960-1990 (EEA, 2004 *Ibid* Jones e Morbeg,, 2003).

O aumento da temperatura média anual em anos especialmente quentes como o de 2003, e com as previsões a indicarem que a temperatura vai continuar a aumentar, os riscos de mais extensas e intensas ondas de calor é bastante real. Este cenário pode elevar substancialmente a taxa de mortalidade relacionada com este fenómeno, e ainda aumentar consideravelmente o risco de incêndio florestal por todo a europa, sendo que as autoridades de saúde e proteção civil deverão considerar políticas preventivas quanto a este fenómeno.

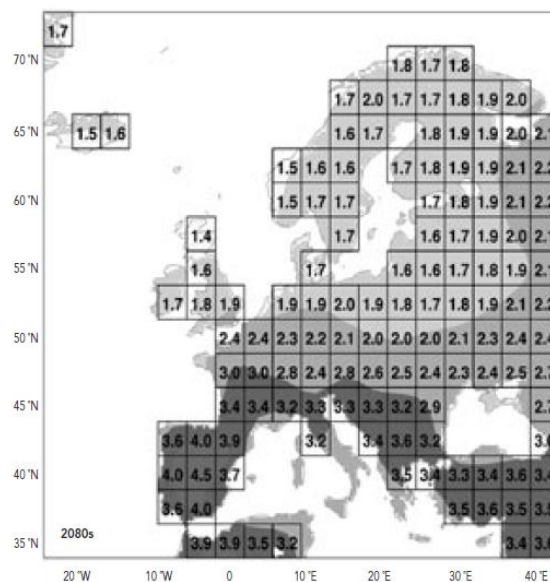
A Figura 12 apresenta a alteração da temperatura média anual na Europa em 2003, em relação à temperatura média entre 1961-1990. É bem visível a ampla extensão territorial em que o aumento da temperatura média anual atinge os 1,5°C. Este comportamento que será idêntico ao de 2003 pode significar impactes ao nível da saúde, incêndios generalizados e impactes nos recursos hídricos.



**Figura 11:** Alteração da temperatura média anual na Europa em 2003, em relação à temperatura média entre 1961-1990 (°C) (EEA, 2004 *Ibid* Jones e Morbeg,, 2003).

Estas projeções apontam para um maior aumento das temperaturas nos países do sul (Espanha, Itália e Grécia) e no nordeste da Europa (Rússia Ocidental) e um menor aumento ao longo da costa Atlântica. Nos países do Sul o aumento do *stress* sobre os recursos hídricos, os incêndios florestais mais frequentes e o *stress* de calor pode trazer riscos para a saúde humana. A tendência continental é para que os períodos de inverno aqueçam mais rapidamente que os períodos de verão, com a exceção do Sul (EEA, 2004).

A Figura 13 ilustra estas projeções geograficamente, são apresentadas as alterações de temperatura projetadas na Europa até 2080 em relação a temperatura média no período entre 1961 e 1990. O maior aumento é verificado na Península Ibérica, podendo atingir um aumento de 4,5°C.



**Figura 12:** Alterações de temperatura projetadas na Europa até 2080 em relação a temperatura média no período entre 1961-1990 (IPCC, 2001 b).

A Agência Europeia do Ambiente (2004) identifica os impactos decorrentes das alterações climáticas nos países europeus, subdivididos por 8 categorias: atmosfera e clima; glaciares, neve e gelo; sistemas marinhos; ecossistemas terrestres e biodiversidade; água; agricultura; economia; e saúde pública. Na Tabela 3 apresentam-se as previsões dos impactos decorrentes das alterações climáticas para a Europa segundo as 8 categorias acima referidas.

**Tabela 3:** Tabela modificada sobre os impactos das alterações climáticas na Europa (EEA, 2004).

<b>Atmosfera e Clima</b>	
<b>Indicadores</b>	<b>Observações</b>
Concentração de gases de efeito de estufa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Devido a atividades humanas, a concentração de CO<sub>2</sub>, o principal gás com efeito de estufa, aumentou em 34% em comparação com os níveis pré-industriais, com um aumento acelerado desde 1950. As concentrações de outros gases com efeito de estufa também subiram como resultado de atividades humanas.</li> <li>• O aumento total de todos gases de efeito estufa desde a era pré-industrial para 170 ppm de CO<sub>2</sub> - equivalente, com contribuições de 61 % de CO<sub>2</sub>, 19% de metano, 13% a partir de CFC's e HCFC's, e 6% de óxido nitroso.</li> <li>• Se não forem implementadas medidas de políticas climáticas, um novo aumento para 650-1 215 ppm CO<sub>2</sub> - equivalente é projetado para 2100.</li> <li>• Para atingir o objetivo a longo prazo da UE de limitar o aumento da temperatura global de 2 °C, as emissões globais de gases de efeito estufa têm de ser reduzidas substancialmente em relação aos níveis de 1990.</li> </ul>
Temperatura média global e na Europa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A temperatura média global aumentou <math>0,7 \pm 0,2</math> °C nos últimos 100 anos. Os anos 90 foram a década mais quente no registo observacional; 1998 foi o ano mais quente, seguido de 2002 e 2003.</li> <li>• A Europa aqueceu mais do que a média global, com um aumento de <math>0,95</math> °C desde 1900. As temperaturas no inverno aumentaram mais do que no verão. O aquecimento tem sido maior no noroeste da Rússia e da Península Ibérica.</li> <li>• A taxa de aquecimento global aumentou para <math>0,17 \pm 0,05</math> °C por década, um valor provavelmente superior a qualquer taxa de aquecimento em 100 anos durante os últimos 1 000 anos. A meta indicativa de não mais que <math>0,1-0,2</math> °C por década já foi ultrapassado ou será ultrapassado nas próximas décadas.</li> <li>• De 1990 a 2100, a temperatura média global está projetada para aumentar entre <math>1,4-5,8</math> °C e <math>2,0-6,3</math> °C para a Europa (sem medidas políticas). A meta "sustentável" da UE de limitar o aumento da temperatura global para não mais de <math>2,0</math>°C acima dos níveis pré-industriais é susceptível de ser ultrapassado por volta de 2050.</li> </ul>
Precipitação na Europa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As tendências de precipitação anuais na Europa para o período 1900-2000 mostram uma imagem contrastante entre o norte da Europa (10-40% mais húmido) e Sul da Europa (até 20% mais seco). As alterações foram maiores no inverno na maior parte da Europa.</li> <li>• As projeções para a Europa mostram um aumento de 1-2% por década na precipitação anual no norte da Europa e uma diminuição até 1% por década no sul da Europa (no verão pode ocorrer uma diminuição de 5 % por década). A redução no sul da Europa prevê efeitos graves, por exemplo, secas mais frequentes, com impactos consideráveis sobre a agricultura e recursos hídricos.</li> </ul>
Temperatura e precipitação extremas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nos últimos 100 anos o número de dias frios e geada diminuiu na maior parte da Europa, ao passo que o número de dias com temperaturas acima de <math>25</math> °C (dias de verão) e de ondas de calor tem aumentado.</li> <li>• A frequência de dias muito húmidos diminuiu significativamente nas últimas décadas em muitos lugares no sul da Europa, mas aumentou na Europa Central e do norte.</li> <li>• Invernos frios são projetados para desaparecer quase completamente em 2080 e Verões quentes são projetadas para tornar-se muito mais frequentes.</li> <li>• É provável que em 2080 as secas bem como eventos de precipitação intensa se tornarão mais frequentes.</li> </ul>

<b>Sistemas Marinhos</b>	
<b>Indicadores</b>	<b>Observações</b>
Elevação do nível do mar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os níveis do mar em toda a Europa aumentaram entre 0,8 mm / ano (Brest, França e Newlyn, Reino Unido) e 3,0 mm / ano (Narvik, Noruega) no século passado.</li> <li>A taxa projetada de aumento do nível do mar entre 1990 e 2100 é 2,2-4,4 vezes superior à taxa no século XX, e do nível do mar deverá continuar a subir durante séculos.</li> </ul>
Temperatura da superfície oceânica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desde o final do século XIX, a temperatura média global da superfície do mar aumentou em <math>0,6 \pm 0,1</math> ° C, de acordo com o aumento da temperatura do ar global.</li> <li>O teor de calor do oceano global tem aumentado significativamente desde o final dos anos 50. Mais da metade do aumento de calor ocorreu nos 300 m superiores do oceano.</li> <li>Nenhum mar Europeu mostra um arrefecimento significativo; O mar do Norte e o Báltico e o oeste do Mediterrâneo mostram um ligeiro aquecimento de cerca de <math>0,5</math> ° C nos últimos 15 anos.</li> <li>É muito provável que os oceanos vão aquecer menos do que a terra; em 2100, a temperatura global da superfície do mar está projetada para aumentar entre <math>1,1-4,6</math> ° C em relação aos níveis de 1990.</li> </ul>
<b>Água</b>	
<b>Indicadores</b>	<b>Observações</b>
Descargas fluviais anuais	<ul style="list-style-type: none"> <li>As descargas fluviais anuais alteraram-se ao longo das últimas décadas em toda a Europa. Em algumas regiões, incluindo Europa Oriental, aumentou, embora tenha diminuído noutras, incluindo o sul da Europa. Algumas destas alterações podem ser atribuídas às alterações observadas na precipitação.</li> <li>O efeito combinado de mudanças previstas para a precipitação e para a temperatura amplifica, na maioria dos casos, as mudanças nas descargas fluviais anuais.</li> <li>As descargas fluviais anuais deverão diminuir fortemente no sul e sudeste da Europa, mas aumentar em quase todas as partes do norte da Europa e nordeste, com consequências para a disponibilidade de água.</li> </ul>
<b>Saúde Humana</b>	
<b>Indicadores</b>	<b>Observações</b>
Ondas de Calor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mais de 20 000 mortes adicionais atribuíveis ao calor, particularmente entre a população idosa, ocorreram na Europa ocidental e do sul durante o verão de 2003.</li> <li>As ondas de calor deverão tornar-se mais frequentes e mais intensas durante o século XXI e, conseqüentemente, o número de mortes em excesso devido ao calor deverá aumentar no futuro. Por outro lado, a redução de vagas de frio, irá reduzir provavelmente o número de mortes no inverno.</li> </ul>
Inundações	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre 1975 e 2001 foram registados na Europa, 238 eventos de grandes inundações. Durante este período, o número anual de inundações aumentou claramente.</li> <li>O número de pessoas atingidas pelas inundações aumentou significativamente, com consequências para a saúde humana e danos físicos e psicológicos adversos.</li> <li>Acidentes fatais causados por inundações diminuiram significativamente, provavelmente devido à implementação de sistemas de monitorização, aviso e alerta.</li> <li>É provável que aumente a frequência das inundações, e dos seus impactos.</li> </ul>

### 3.3.1. Casos de estudo na Europa

#### 3.3.1.1. Risco de incêndio atual e projeções futuras devido a alterações climáticas

As tendências climáticas no Mediterrâneo indicam mais longas e intensas secas no Verão, que se podem prolongar para fora da estação, o que leva a uma maior frequência e intensidade de ocorrência de incêndios florestais. Num estudo de Karali *et al.* (2014) foi utilizado o *Fire Weather Index* (FWI) com o objetivo de investigar a relação entre o risco de incêndio e as condições meteorológicas na Grécia.

O FWI criado pelo Serviço Canadano de Florestas permite avaliar através de observações meteorológicas o risco de incêndio dos combustíveis existentes numa determinada área florestal. Para o cálculo do índice são considerados os valores observados às 12h UTC, da temperatura do ar, da humidade relativa, da velocidade do vento e da quantidade de precipitação ao longo das últimas 24 horas. Este índice é cumulativo, ou seja, o valor do índice de um dia reflete-se na sua evolução ao longo do tempo (IPMA s.d.).

O índice FWI é calculado à escala distrital e apresenta cinco classes de risco determinadas através de 6 sub-índices com base em dados meteorológicos: Reduzido, Moderado, Elevado, Muito Elevado e Máximo. Desde 2002 que o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) calcula o índice FWI diário que pode ser utilizado na prevenção e no combate aos incêndios florestais (IPMA s.d.).

Os sub-índices do Índice FWI são:

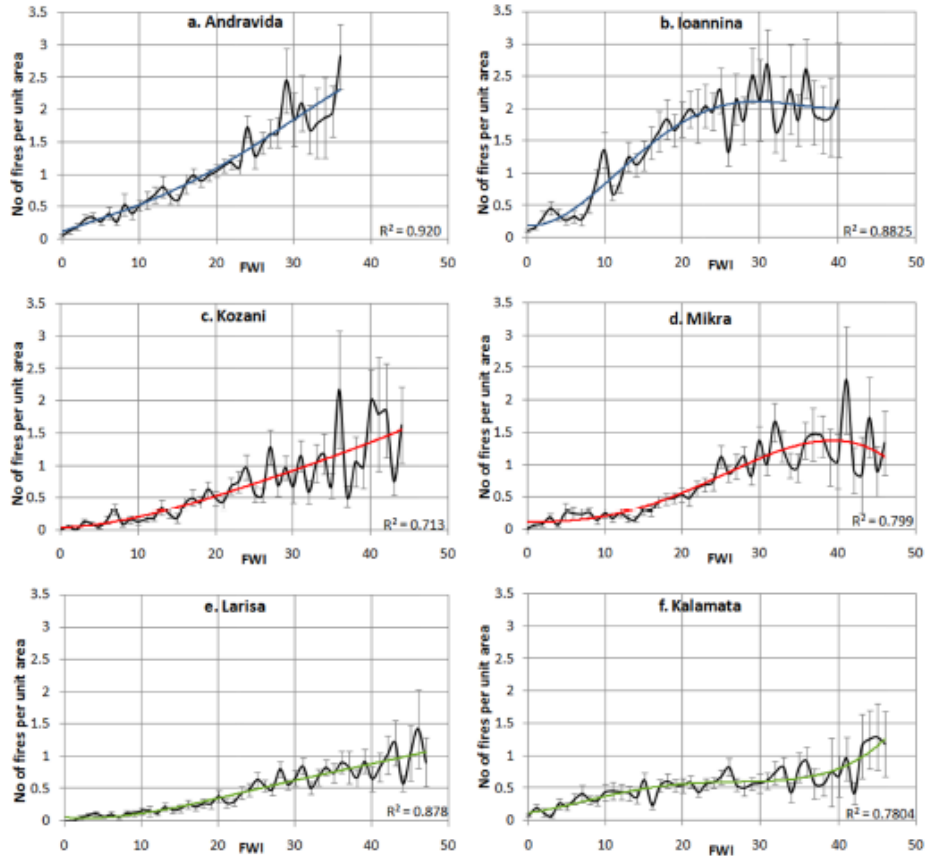
- Índice de Humidade dos Combustíveis Finos (FMC) – corresponde ao grau de inflamabilidade dos combustíveis finos mortos à superfície, classifica estes combustíveis quanto ao seu conteúdo em humidade com base em dados meteorológicos.
- Índice de Propagação Inicial (ISI) – Este índice depende do índice FMC e da velocidade do vento às 12h UTC.
- Índice de Húmus (DC) - O índice de húmus é calculado a partir da precipitação ocorrida nas últimas 24 horas, da temperatura e humidade relativa do ar às 12h

UTC e do índice de húmus da véspera. Este índice avalia a quantidade de humidade da superfície do solo até 8 cm de profundidade.

- Índice de Seca (DMC) - O índice de seca é obtido a partir da precipitação ocorrida nas últimas 24 horas, da temperatura às 12h UTC e do índice de seca verificado na véspera, é um bom indicador dos efeitos de uma seca, avaliando o húmus e materiais lenhosos de maiores dimensões que se encontram entre 8 e 20 cm abaixo da superfície do solo.
- Índice de Combustível Disponível (BUI) – Este índice é calculado a partir dos índices DC e DMC e funciona como um fator de avaliação da vegetação que pode alimentar um incêndio (combustíveis pesados à superfície).
- Índice Meteorológico de Risco de Incêndio (FWI) – Este índice é o resultado final da avaliação de risco de incêndio, e é calculado em função dos sub-índices ISI e BUI (IPMA s.d.).

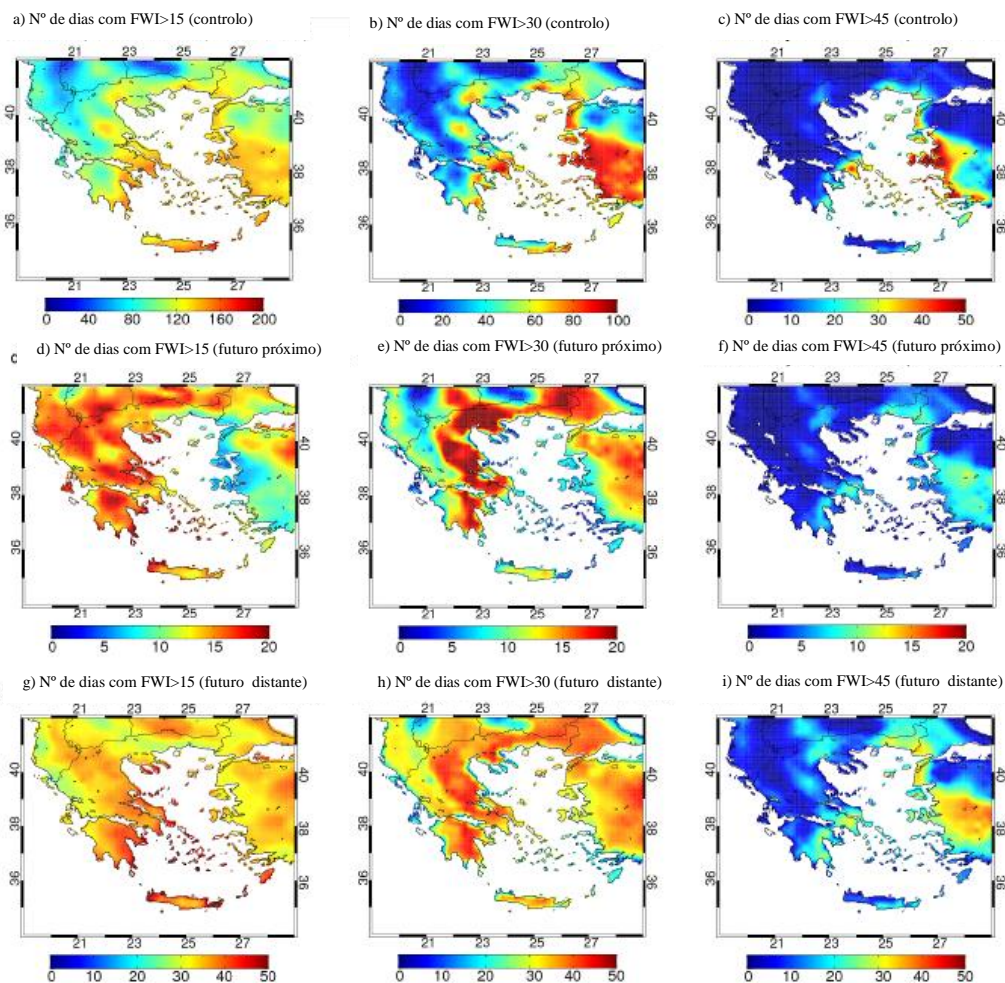
A Grécia localiza-se no sudeste da Europa, entre 35°00' N e 42°00' N e entre 19°00' E e 28°30' O de longitude e é rodeada a Este, Oeste e Sul pelo Mar Mediterrâneo. O clima é Mediterrânico com invernos suaves com muita precipitação, verões relativamente quentes e secos e com uma insolação presente quase todo o ano. O clima deste país varia entre um clima mediterrânico continental, na região mais a Norte e interior, e um clima mediterrânico subtropical mais a Sul, nas zonas costeiras a este e oeste e também nas suas inúmeras ilhas (Karali *et al.*, 2014).

Karali *et al.* (2014) estudou a relação entre os valores FWI e o número médio de incêndios ocorridos por unidade de área e por dia, para 6 cidades das regiões norte e Oeste da Grécia. Para obter essa relação considerou 23 150 incêndios ocorridos entre 1983 e 1997 e dados meteorológicos (médias de temperatura máxima do ar, humidade relativa, velocidade do vento e precipitação acumulada) de 13 estações para o mesmo intervalo de tempo com vista ao cálculo de valores de FWI. Karali *et al.* (2014) concluiu que o número médio de incêndios por unidade de área e por dia aumenta à medida que os valores FWI aumentam, ou seja, que o risco meteorológico de incêndio influencia fortemente o número de incêndios florestais (Figura 14). Existem algumas diferenças entre as cidades analisadas devido às suas localizações geográficas, relevo, diversidade de espécies arbóreas e arbustivas.



**Figura 13:** Número médio de incêndios por unidade de área e por dia contra FWI e o respectivo ajuste polinomial por duas estações indicativas para cada categoria de comportamento FWI: (a) Andravida, (b) Ioannina, (c) Kozani, (d) Mikra, (e) Larisa e (f) Kalamata, para o período 1983-1997. As barras de erro correspondem ao erro padrão de cada valor (Karali *et al.*, 2014).

Karali *et al.* (2014) estudou a influência das alterações climáticas nos valores de FWI para os períodos de 2021-2050 e 2071-2100, utilizando como período de controlo o intervalo 1961-1990. Utilizou o cenário A1B (variação do cenário A1) dos cenários SRES do IPCC, e modulou os valores de FWI com base num modelo climático regional (RCM) com 40 níveis verticais, numa grelha horizontal de  $95 \times 85$  (latitude.  $\times$  longitude) e uma resolução horizontal de 25 km, Figura 15. Observa-se a existência de um aumento do risco de incêndio nas regiões do Peloponeso oriental, Attica, Macedónia Central, Tessália e Creta. Para o período entre 2021 e 2050 é projetado um aumento de 15 a 20 dias críticos de risco de incêndio nas regiões Norte e Oeste e de 10 dias para as regiões Sul e Este. Para o período entre 2071 e 2100 é projetado um aumento 30 a 40 dias para o Norte e Oeste e de 20 a 30 dias para o Sul e Este.



**Figura 14:** (a, b, c) número médio de dias de risco de incêndio crítico para o período de controlo (1961-1990), (d, e, f) diferenças entre o futuro próximo (2021-2050) e o período de controlo, e (g, h, i) diferenças entre o futuro distante (2071-2100) e o período de controlo. As colunas correspondem a diferentes sub-regiões: (a, d, g) Oeste, (b, e, h) Norte e (c, f, i) Este/Sul. Figura adaptada de (Karali *et al.*, 2014).

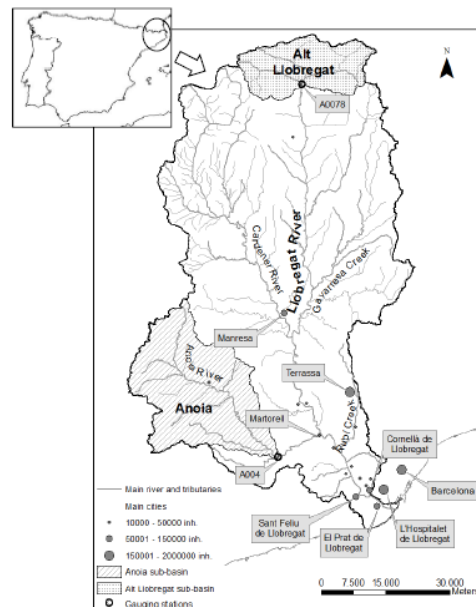
Tendo em conta as semelhanças climáticas entre a Grécia e Portugal e os cenários futuros para as duas regiões, podemos concluir que Portugal poderá apresentar um aumento do risco de incêndios florestais para os períodos considerados.

### 3.3.1.2. As Alterações Climáticas e as inundações rápidas no rio Llobregat

Velasco *et al.* (2013) avaliou a evolução das cheias tendo em conta cenários de alterações climáticas na bacia do rio Llobregat. Nesse estudo é utilizado um modelo hidrológico aplicado nos cenários SRES (A2 e B1), com o objetivo de prever as possíveis alterações à frequência e intensidade de cheias rápidas em duas sub-bacias: Alt Llobregat e Anoia (Bacia Llobregat River - NE Espanha).

A bacia do rio Llobregat situa-se no nordeste da Península Ibérica, na região da Catalunha, abrange uma área de mais de 5000 km<sup>2</sup> e sua altitude máxima é de 1259 m. Os seus principais afluentes são os rios Cardener e Anoia a Oeste e os Gavarresa e Rubí a Este, desagua no mar Mediterrâneo. A foz do rio Llobregat forma um delta, esta zona corresponde a uma área fortemente povoada e industrializada da cidade de Barcelona (Velasco *et al.*, 2013).

A maioria dos cenários simulados indica um aumento da intensidade dos picos de descarga nas duas sub-bacias, Velasco et al. (2013) verificou que existirá um aumento do número de inundações em Alt Llobregat e uma diminuição em Anoia. Apesar das incertezas os resultados deste estudo possibilitam ter uma noção sobre a possibilidade de ocorrência de cheias rápidas no futuro (Velasco *et al.*, 2013).



**Figura 15:** Localização da bacia do Rio Llobregat (M. Velasco et al. 2013, 3146).

O rio Llobregat representa uma fonte de abastecimento de água para mais de 1 300 000 habitantes na cidade de Barcelona e em seu redor, sendo também utilizada para abastecimentos agrícolas, industriais e produção de energia (Velasco *et al.*, 2013).

A precipitação média anual na bacia do Rio Llobregat vai desde 900 a 1100 milímetros na sua cabeceira e de 500 a 700 milímetros nos cursos médio e inferior. A ocorrência de inundações dá-se quando a precipitação máxima atinge pelo menos os 200 milímetros em 24 horas (Velasco *et al.*, 2013).

No estudo de Velasco et al. (2013) foi utilizado o período entre 1971 e 2000 como referência para controle e foram elaboradas projeções futuras para o período entre 2001 e 2100. Consideraram-se os cenários SRES do IPCC: A1 e B1. Os dados meteorológicos e hidrológicos utilizados foram: a precipitação, a temperatura e as descargas para o período entre 1980 e 2008 (Velasco *et al.*, 2013).

**Tabela 4:** Sumário dos valores POT (valores de descargas) na sub-bacia do rio Alt-Llobregat para três períodos em estudo e dois cenários (M. Velasco et al. 2013, 3151).

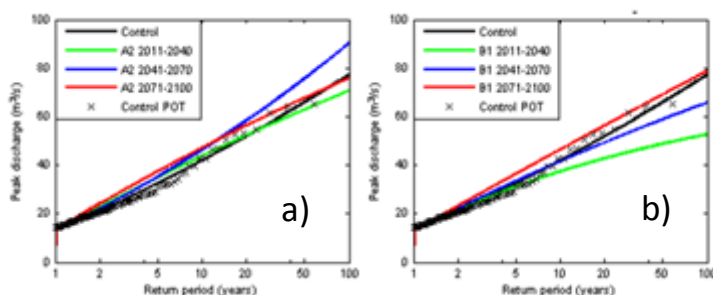
	Controlo (1980-2008)	Cenário A2 (2011-2100)			Cenário B2 (2011-2100)		
		2011- 2040	2041- 2070	2071- 2100	2011- 2040	2041- 2070	2071- 2100
<b>Total do número de excedências</b>	79	117	98	80	103	101	88
<b><math>\mu</math> (Variância estatística)</b>	2,72	3,90	3,27	2,67	3,43	3,37	2,93

A tabela 4 apresenta uma comparação entre os máximos dos picos de descarga do período de controlo com projeções de três períodos futuros para dois cenários (A2 e B1). Este estudo permite determinar projeções quanto ao número de excedências do pico limite de descarga suportado pela sub-bacia do rio Alt-Llobregat. Destes resultados conclui-se que ambos os cenários indicam mais excedências, à exceção do período entre 2071 e 2100 relativo ao cenário A2 (Velasco *et al.*, 2013).

Para avaliar os impactos das alterações climáticas na ocorrência de inundações rápidas foi utilizado o modelo hidrológico Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning (HBV), posteriormente os valores de picos de descarga (valores POT) foram adaptados a um modelo de distribuição de probabilidades estatísticas (distribuição generalizada de Pareto ajustada (GP)) (Velasco *et al.*, 2013).

A Figura 17 demonstra um tipo de distribuição estatística ajustada ao número de excedências nos períodos e cenários utilizados neste estudo. No cenário A2 (Figura 17 a) as projeções futuras apresentam picos de descarga semelhantes ao período de controlo, com exceção do período entre 2041 e 2070 que apresenta um aumento dos picos de descarga para períodos de retorno mais elevados.

O cenário B1 mostra um comportamento diferente: apenas um dos períodos futuros (2071-2100) apresenta uma distribuição semelhante ao período de controle, os restantes apresentam uma diminuição em relação aos picos de descarga (Velasco *et al.*, 2013).



**Figura 16:** Distribuição GP ajustada aos valores POT de descargas da sub-bacia de Alt Llobregat para o período de controle (1980-2008) e para períodos futuros com os cenários A2 (a) e B1 (b) (M. Velasco et al. 2013).

Tendo em conta estes cenários a gravidade das inundações tende a aumentar, contudo a sua frequência tende a diminuir essencialmente no período entre 2011 e 2041, mas aumenta na generalidade dos cenários. Em suma, ambos os cenários apresentam valores próximos quanto à ocorrência de inundações, sendo que a intensidade destas é maior no cenário A2 (Velasco *et al.*, 2013).

**Tabela 5:** Sumário dos valores POT (valores de descarga) na sub-bacia do rio Anoia para três períodos em estudo e dois cenários (Velasco *et al.*, 2013).

	Controlo (1980-2008)	Cenário A2 (2011-2100)			Cenário B2 (2011-2100)		
		2011- 2040	2041- 2070	2071- 2100	2011- 2040	2041- 2070	2071- 2100
<b>Total do número de excedências</b>	61	54	51	60	53	61	53
<b><math>\mu</math> (Variância estatística)</b>	2,10	1.80	1,70	2,00	1,77	2,03	1,77

Para a sub-bacia de Anoia, retira-se da Tabela 5 que a ocorrência de cheias vai permanecer inalterável ou diminuir. Velasco *et al.*, (2013) concluiu também que as sub-bacias estudadas apresentam tendências diferentes.

## 4. As alterações climáticas em Portugal

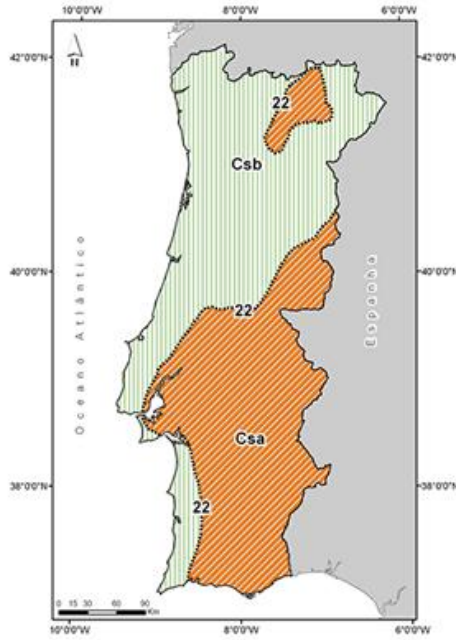
As alterações climáticas são sem sombra de dúvida um fenómeno de escala global, mas os seus impactes são bastante diferenciados de região para região. Fatores como a localização geográfica, a proximidade ao mar e a orografia, definem a susceptibilidade de uma região ou país aos impactes das alterações climáticas.

Devido às suas características Portugal continental é a par dos países do sul da Europa, um dos países Europeus mais suscetíveis aos efeitos das alterações climáticas. A longa extensão de costa, torna Portugal um país vulnerável a riscos costeiros e as variações na temperatura e precipitação também irão aumentar a vulnerabilidade do país a eventos extremos como secas e cheias.

O Minho é uma das regiões com valores mais elevados de precipitação em toda a Europa, podendo atingir uma média anual acumulada de 3000 milímetros (mm) em alguns locais. O oposto verifica-se em algumas zonas do interior do Alentejo em que a precipitação média anual acumulada não ultrapassa os 500 mm. De um modo geral a quantidade de precipitação varia bastante ao longo do ano, as variações acentuadas potenciam a ocorrência de fenómenos extremos como secas e inundações (Miranda *et al.*, 2006).

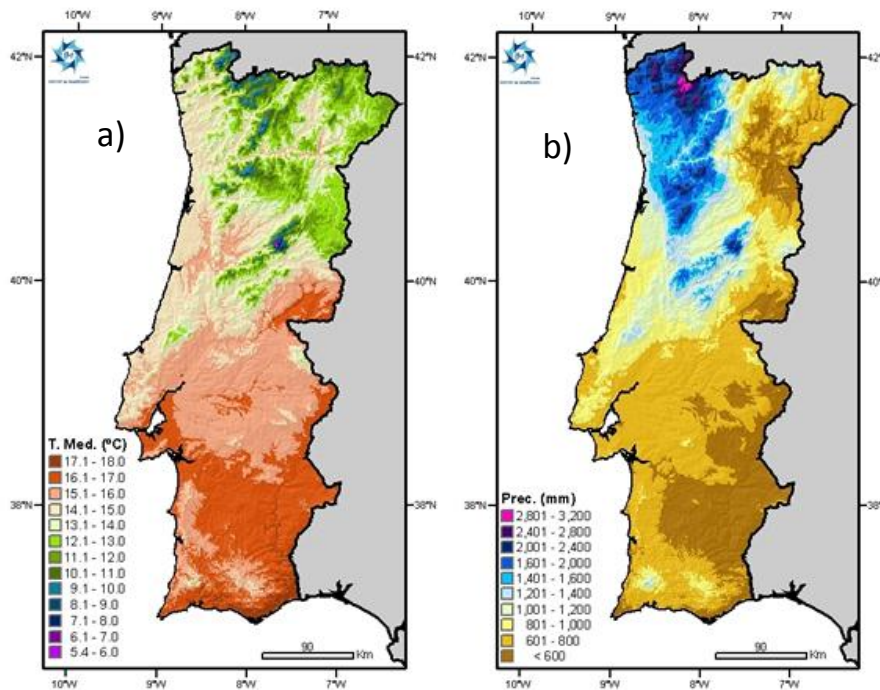
### 4.1. O clima em Portugal

O clima em Portugal Continental divide-se em duas regiões segundo a classificação de Köppen-Geiger, Figura 18: A região Norte (exceto uma região do interior transmontano) e o Litoral até ao Algarve são classificados como um clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e pouco quente (Csb). A restante área (correspondente ao interior na região Centro e Sul) é classificada como um clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e quente (Csa). A classificação de Köppen-Geiger baseia-se nas temperaturas médias de cada região, à exceção dos Climas Secos que se baseiam na precipitação e evapotranspiração em cada região. Estas tipologias de clima são subdivididas em sub-climas com base na precipitação (IPMA s.d.).



**Figura 17:** Clima de Portugal Continental, segundo a classificação de Köppen (IPMA s.d.).

A Figura 19 mostra a temperatura e a precipitação média anual, calculadas com base nas normais entre 1961 e 1990. Verifica-se que a temperatura média anual pode variar entre 7°C e 18°C e a precipitação média anual tem valores bastante mais elevados nas regiões do Minho e Douro e valores mais baixos no interior do Baixo Alentejo (IPMA s.d.).



**Figura 18:** a) Temperatura média anual. b) Precipitação acumulada anual (IPMA s.d.).

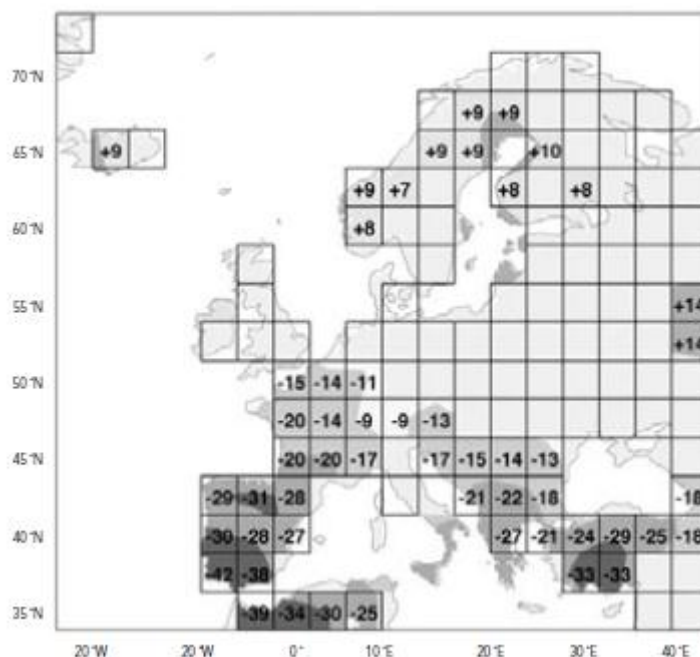
A precipitação média anual em Portugal é cerca de 900mm, mas com grandes diferenças de região para região. A precipitação média anual acumulada varia entre 3000 mm no Minho e 400 mm em algumas zonas da Beira Interior e Alentejo. Quanto à temperatura, no Inverno a temperatura mínima média é inferior a 0°C na Serra da Estrela e 2°C no Interior Norte e Centro. A costa Algarvia e a Península de Setúbal são as regiões com uma média de temperaturas mínimas mais elevadas, atingindo os 10°C. Por outro lado, no Verão, a média da temperatura máxima varia entre os 16-18°C na Serra da Estrela e 32°C no Interior Centro e Sul (Miranda *et al.*, 2006).

#### 4.2. Previsões Gerais

A tabela sumária de tendências e projeções de indicadores do relatório da Agência Europeia do Ambiente (EEA, 2004) (Tabela 3), apresentada no capítulo anterior, pode-se aplicar à Península Ibérica e ao sul da Europa. Esta região apresentará o maior aumento de temperatura e a maior diminuição na precipitação no contexto europeu pelo que se podem prever secas mais frequentes, com impactes consideráveis sobre a agricultura e nos recursos hídricos.

O anterior relatório apresenta previsões a nível europeu, útil na criação de políticas e estratégias a implementar pela União Europeia e pelos seus estados membro. Contudo é necessária uma análise a uma maior escala para que cada país possa adaptar as políticas e estratégias europeias à realidade que enfrenta.

A Figura 20 apresenta a projeção das alterações de precipitação no Verão para a Europa até 2080, relativamente à média para o período entre 1961 e 1990. Verifica-se que é em Portugal que se projetam as diminuições mais significativas, atingindo uma diminuição de 42%.



**Figura 19:** Projeção das alterações de precipitação no Verão na Europa até 2080. Nota: Alteração de precipitação no Verão (%) relativo à média de precipitação para o período 1961 – 1990 (IPCC, 2001 b).

Em Portugal, em 1999, foi criado o Projecto "*Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures*" (SIAM), com o financiamento da Fundação Calouste Gulbenkian e da Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

O projeto SIAM teve como principal objetivo a elaboração da primeira avaliação integrada dos impactes das alterações climáticas em Portugal Continental no século XXI. Foram compilados vários estudos baseados em cenários climáticos obtidos através de modelos de circulação geral da atmosfera que exploraram diversos setores de atividade: recursos hídricos, zonas costeiras, agricultura, saúde humana, energia, floresta e biodiversidade e pescas. Numa segunda fase este projeto pretendeu alargar o estudo de impactes aos Arquipélagos dos Açores e Madeira e dar um foco especial ao caso de estudo do Estuário do Sado (SIAM s.d.).

O IPCC apresenta nos seus relatórios, previsões e simulações do comportamento do clima, recorrendo a Modelos Climáticos de Circulação Global. Estes modelos permitem calcular variáveis meteorológicas como a precipitação e a temperatura. Contudo, o IPCC elabora relatórios de impactes à escala global, pelo que os modelos utilizados nas previsões são os adequados, para se avaliar os impactes ao nível regional. Para se poderem introduzir políticas de prevenção ao nível local será necessária a utilização de modelos com uma maior escala. Os modelos regionais têm a grande vantagem de ter

uma melhor resolução de fatores como a orografia e as linhas de costa o permite uma modelação mais exata e conseqüentemente uma melhor compreensão dos impactes ao nível regional (Miranda *et al.*, 2006).

No projeto SIAM está presente o modelo regional do Hadley Centre (HadRM) nas versões 2 e 3, a versão HadRM2 tem por base os cenários IS92 do IPCC que focam as suas previsões para o período entre 2080 e 2100. Por outro lado, a versão 3 do modelo (HadRM3) tem por base os cenários SRES, que focam as suas previsões para o período entre 2070-2100.

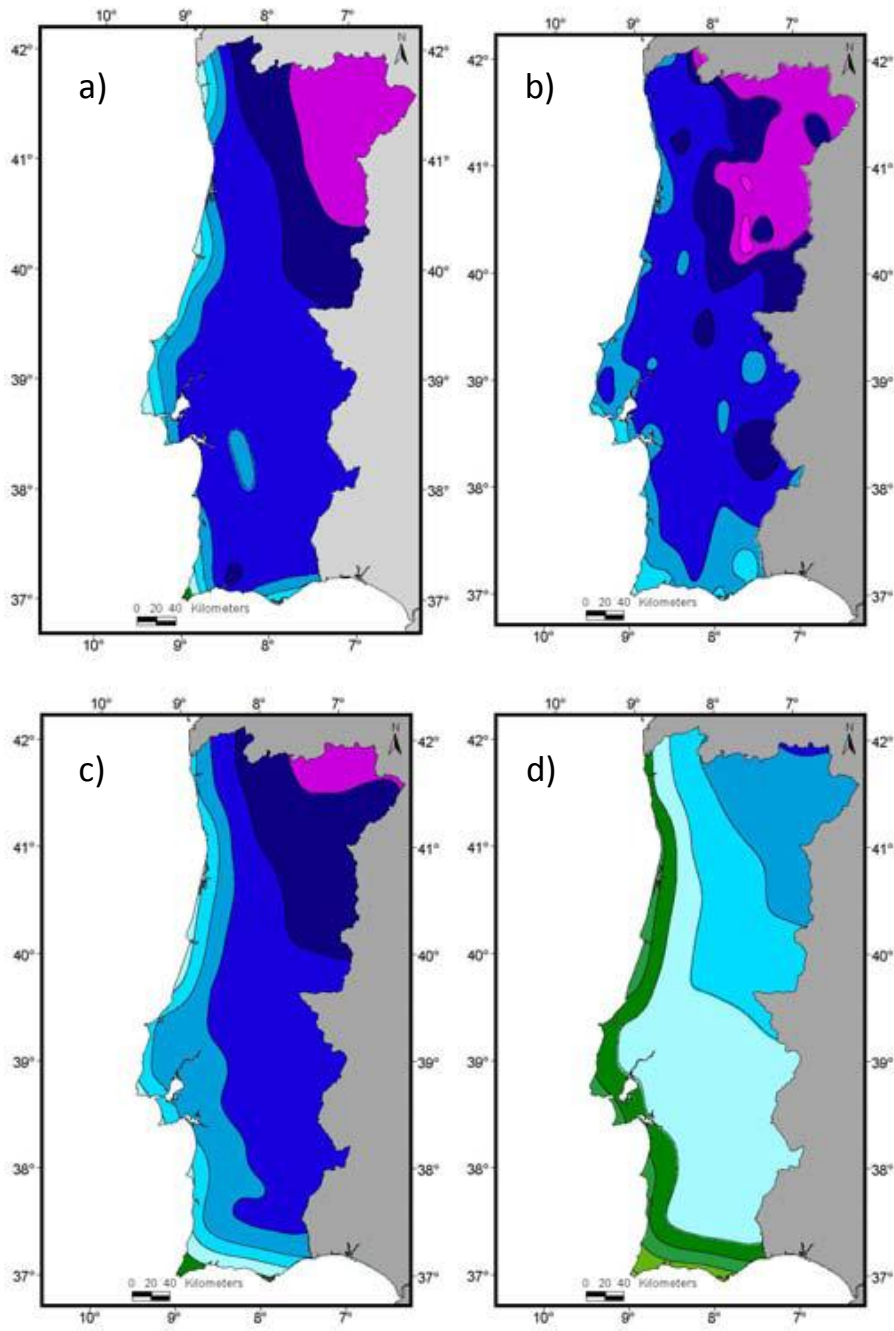
#### **4.2.1. Previsões de temperatura**

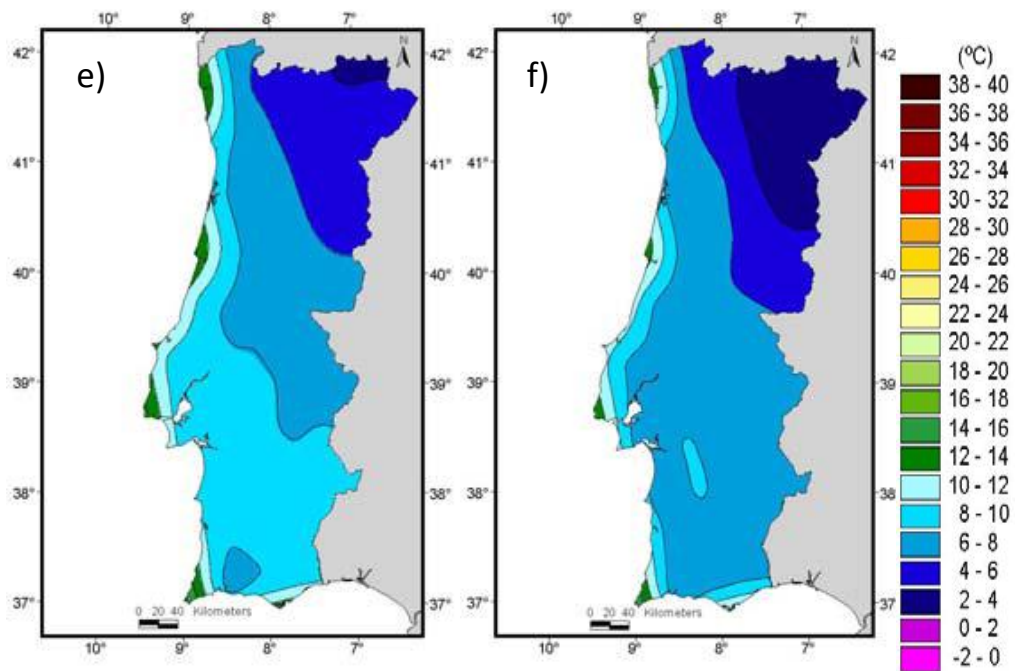
Como já foi referido em capítulos anteriores a temperatura global tem vindo a aumentar exponencialmente, e está previsto que este aumento continue durante o próximo século. Neste subcapítulo são apresentadas as previsões do projeto SIAM II (Miranda *et al.*, 2006), relativas à temperatura em Portugal Continental. São apresentados mapas com informação sobre as seguintes variáveis de temperatura: a média da temperatura mínima de Inverno; média da temperatura máxima no Verão; anomalia da temperatura mínima no Inverno; Anomalia da temperatura máxima no Verão; o número médio de “dias de Verão” por ano (com temperatura máxima superior a 25°C); o número médio de “dias muito quentes” por ano (com temperatura máxima superior a 35°C); número máximo de dias consecutivos com temperatura máxima superior a 35°C (dias muito quentes).

Para todas as projeções foram elaboradas simulações de controlo, estas servem para verificar a fiabilidade dos modelos, quanto mais próximas são as simulações de controlo relativamente aos dados observados, mais fiável é o modelo.

##### **4.2.1.1. Temperatura mínima de Inverno**

A Figura 21 apresenta as temperaturas mínimas no Inverno nos cenários SRES A2 e B2 e no cenário IS92 obtidas com os modelos HadRM2 e HadRM3. São apresentados também os mapas com a informação da normal-climática para o período entre 1961 e 1990 e as simulações de controlo dos dois modelos utilizados, verificando-se melhores resultados com o modelo HadRM3 (Miranda *et al.*, 2006).



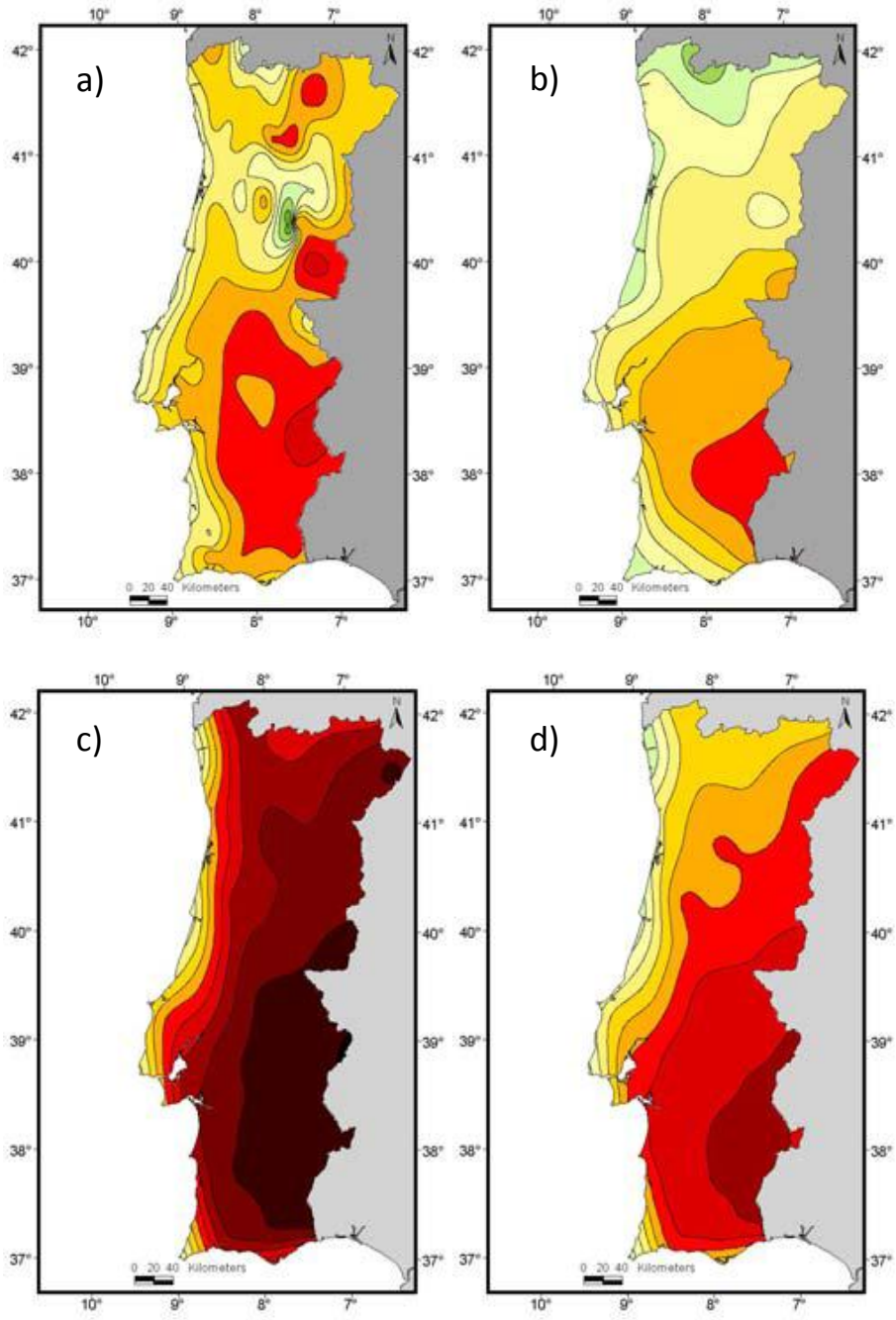


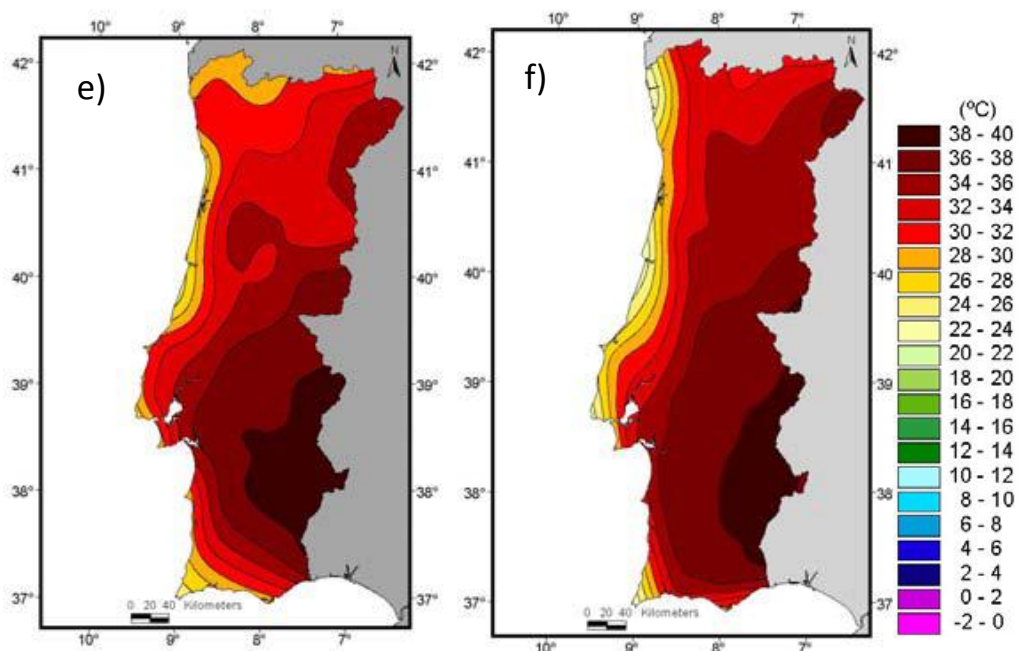
**Figura 20:** Média da temperatura mínima no Inverno: a) observações 1961-1990; b) controlo HadRM2; c) controlo HadRM3; d) cenário IS92a HadRM2; e) cenário A2 HadRM3; f) cenário B2 HadRM3 (Miranda *et al.*, 2006).

O cenário IS92 (Figura 20 d) é o que apresenta maiores valores de temperatura mínima, neste cenário a temperatura mínima varia entre os 6°C no Nordeste Transmontano e 18°C no Algarve. No cenário A2 (Figura 21 e) a temperatura varia entre os 4°C e os 14°C, no cenário B2 (Figura 21 f) a variação é entre os 2 °C e os 12°C (Miranda *et al.*, 2006).

#### 4.2.1.2. Temperatura máxima no Verão

As duas versões do modelo climático apresentam um erro maior quando se avaliam as temperaturas máximas. A temperatura máxima no Verão das simulações de controlo, do período observado e dos cenários IS92, A2 e B2 é apresentada na Figura 22 (Miranda *et al.*, 2006). Em todos os cenários e modelos é estimado um aumento generalizado das temperaturas máximas no Verão.



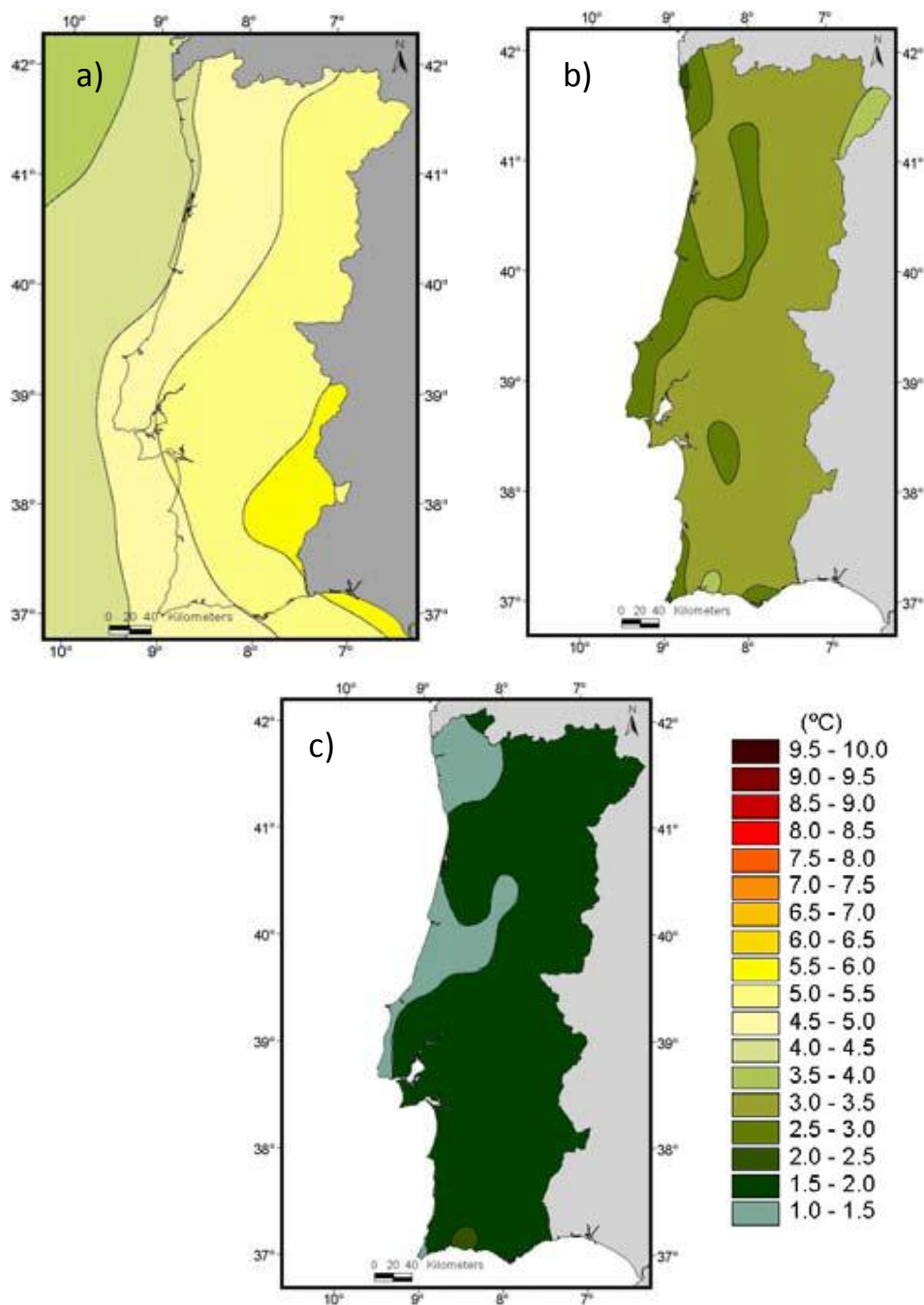


**Figura 21:** Média da temperatura máxima no Verão: a) observações 1961-1990; b) controlo HadRM2; c) controlo HadRM3; d) cenário IS92a HadRM2; e) cenário A2 HadRM3; f) cenário B2 HadRM3 (Miranda *et al.*, 2006).

Nos cenários IS92, A2 e B2 (Figuras 22 d, e, f) a temperatura máxima no Verão aumenta substancialmente em relação às simulações de controlo (Figuras 22 a e b), apresentando valores superiores a 30°C em quase todo o país (com exceção do Litoral). O cenário A2 (Figura 21 e) apresenta temperaturas superiores a 38°C numa zona do Alentejo Interior e temperaturas superiores a 34°C no Minho e Trás-os-Montes (Miranda *et al.*, 2006). Anomalia da temperatura mínima no Inverno.

A análise das anomalias de temperatura (máxima e mínima) permite detetar mais claramente os impactes das alterações climáticas. A magnitude das anomalias projetadas pelo modelo HadRM2 é bastante superior ao modelo HadRM3. As Figuras 23 e 24 apresentam as anomalias da temperatura mínima no Inverno e máxima no Verão, respectivamente (Miranda *et al.*, 2006).

O modelo HadRM2 projeta com base no cenário IS92, um aumento da temperatura mínima no Inverno de cerca de 5°C (Figura 23 a). Para as temperaturas mínimas no Verão, é projetado um aumento de 6°C a 7°C e um aumento de 4,5°C a 5°C na Primavera. A distribuição geográfica destas anomalias é variável (Miranda *et al.*, 2006).

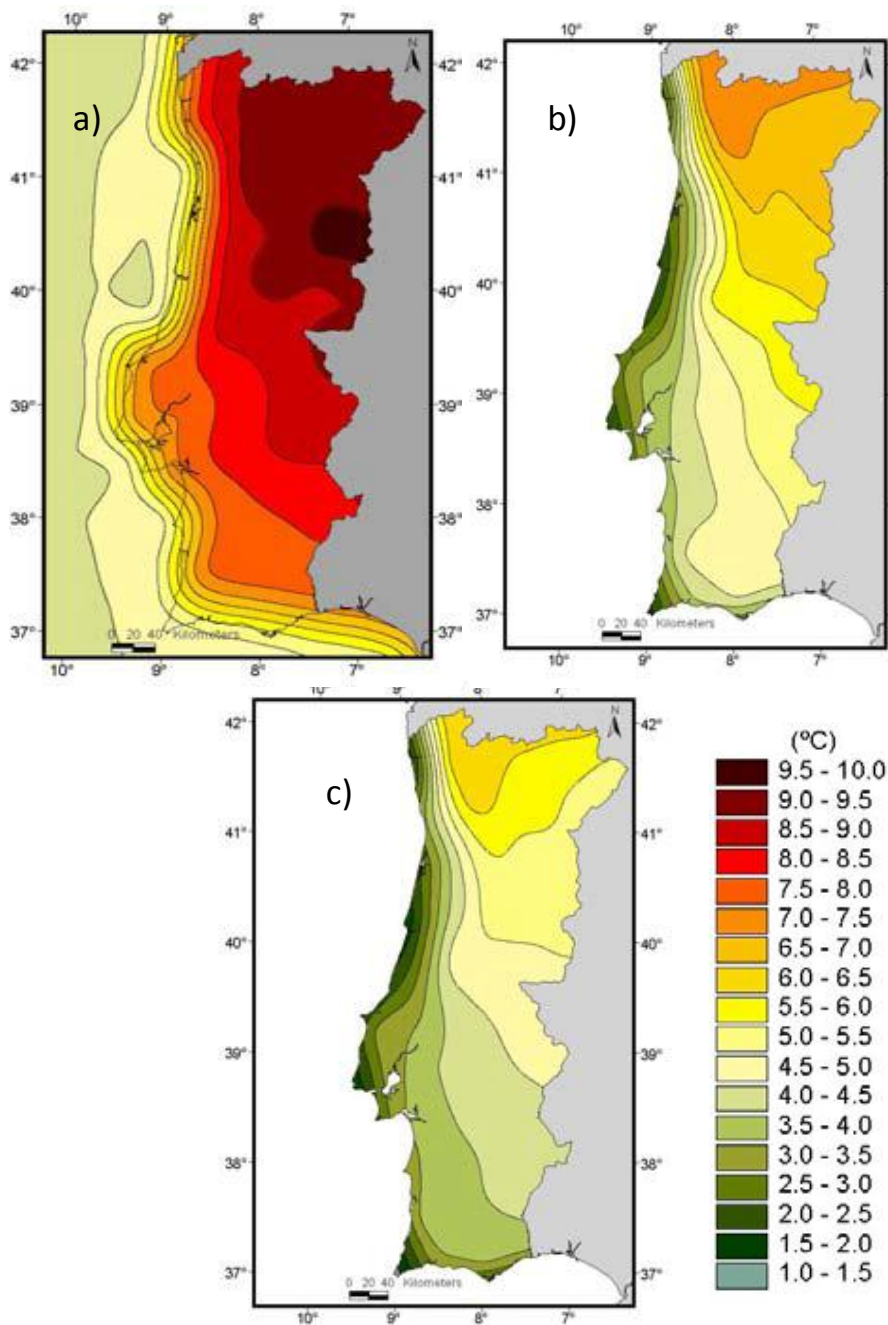


**Figura 22:** Anomalia da temperatura mínima no Inverno: a) HadRM2, cenário IS92a; b) HadRM3, cenário A2; c) HadRM3, cenário B2 (Miranda et al. 2006, 88).

Nos cenários A2 e B2 as anomalias projetadas para o Inverno são menores que nas restantes estações do ano: 3°C no cenário A2 e 1.5°C no cenário B2 (Figura 23 b, c). No Verão o aumento projetado nestes cenários varia aproximadamente entre 2.5 e 5.5°C no cenário A2 e entre 2 e 4.5°C no cenário B2 (Miranda *et al.*, 2006).

### 4.2.1.3. Anomalia da temperatura máxima no Verão

O cenário IS92 (Figura 24 a) projeta um grande aumento da temperatura máxima no Verão, podendo chegar aos 9°C no Interior Norte e Centro, verificando-se um aumento significativamente menor no Litoral. No Outono o aumento da temperatura máxima no Interior Norte e Centro também é significativo (~7°C). Para o Inverno também é projetado um aumento da temperatura máxima, embora este seja menor (~4°C) (Miranda *et al.*, 2006).



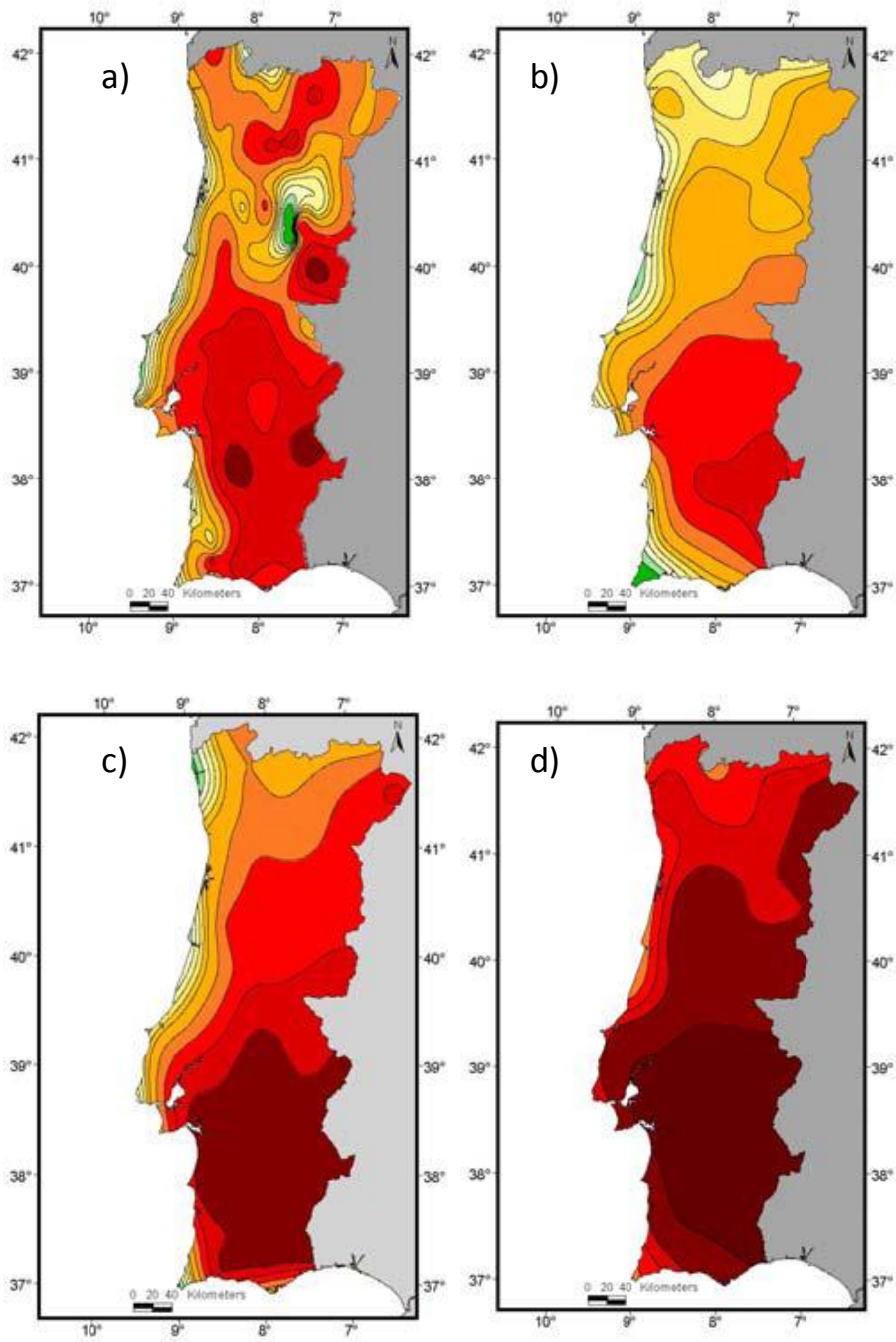
**Figura 23:** Anomalia da temperatura máxima no Verão: a) HadRM2, cenário IS92a; b) HadRM3, cenário A2; c) HadRM3, cenário B2 (Miranda *et al.*, 2006).

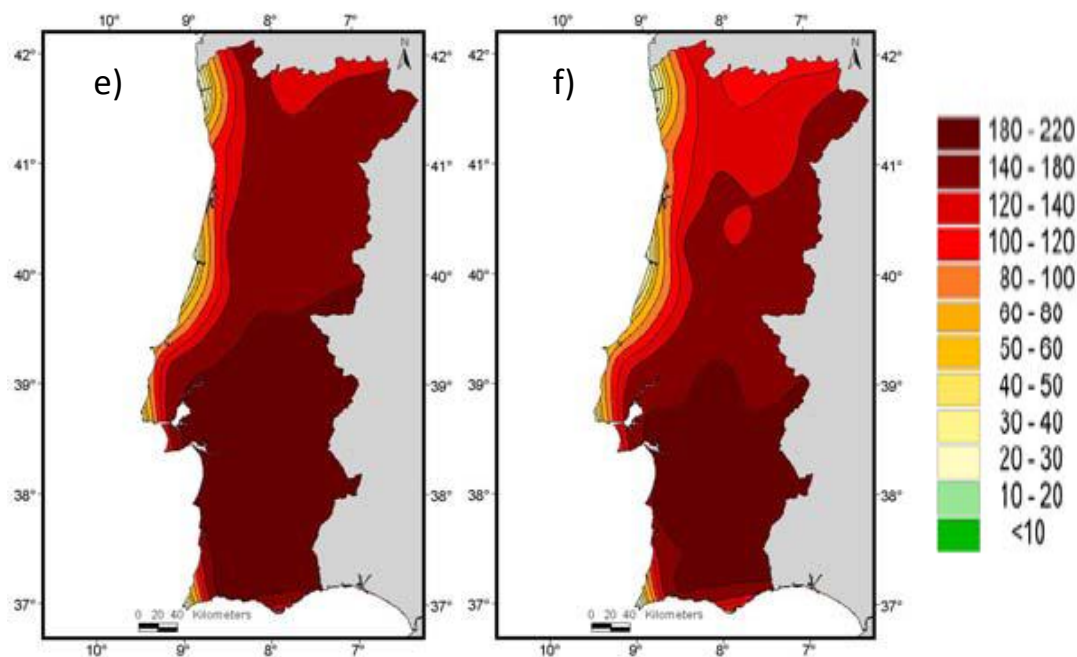
Os cenários A2 e B2 projetam uma anomalia da temperatura máxima no Verão que atinge os 7°C e 6°C respetivamente na região Norte. No Inverno a temperatura máxima sobe entre 2,5°C a 3,5°C no cenário A2 e 1,5°C a 2,5°C no cenário B2 (Miranda *et al.*, 2006).

Mais uma vez o modelo HadRM2 projeta anomalias maiores do que as do HadRM3. Todos os modelos apontam para um aumento da amplitude térmica, com um maior aumento da temperatura máxima no cenário IS92a em relação à temperatura mínima, exceto o período de Inverno. Por outro lado, o aumento da amplitude térmica entre a Primavera e o Outono não é uniforme ao longo do território, nas zonas costeiras a amplitude térmica varia menos do que no interior, devido ao efeito moderador do oceano. As anomalias mais elevadas verificam-se na região Interior Norte. Verifica-se ainda que as anomalias mais elevadas se situam novamente na região interior Norte, que aparece como a mais afetada em termos de temperatura no cenário IS92a. No cenário A2 as anomalias mais significativas ocorrem na Primavera nas regiões Centro e Sul. O cenário B2 indica que é no Verão que se verificará a maior variação da amplitude térmica, com as maiores anomalias localizadas no Norte do país (Miranda *et al.*, 2006).

#### **4.2.1.4. Número médio de “dias de Verão” por ano**

A Figura 25 apresenta as simulações dos modelos HadRM2 e HadRM3 (de controlo e cenários IS92, A2 e B2) e observações (1961-1990) do número médio de dias de Verão por ano, ou seja, o número de dias com temperatura máxima superior a 25°C. Os cenários IS92a, A2 e B2 projetam um número de dias de Verão superior a 140 dias na grande parte do território e superior a 180 na Região Sul (Figuras 25 d-f), o que representa um aumento significativo quando comparado com os valores observados (Figura 25 a), que apresentam uma média entre 100 e 140 dias de Verão a Sul do Tejo.

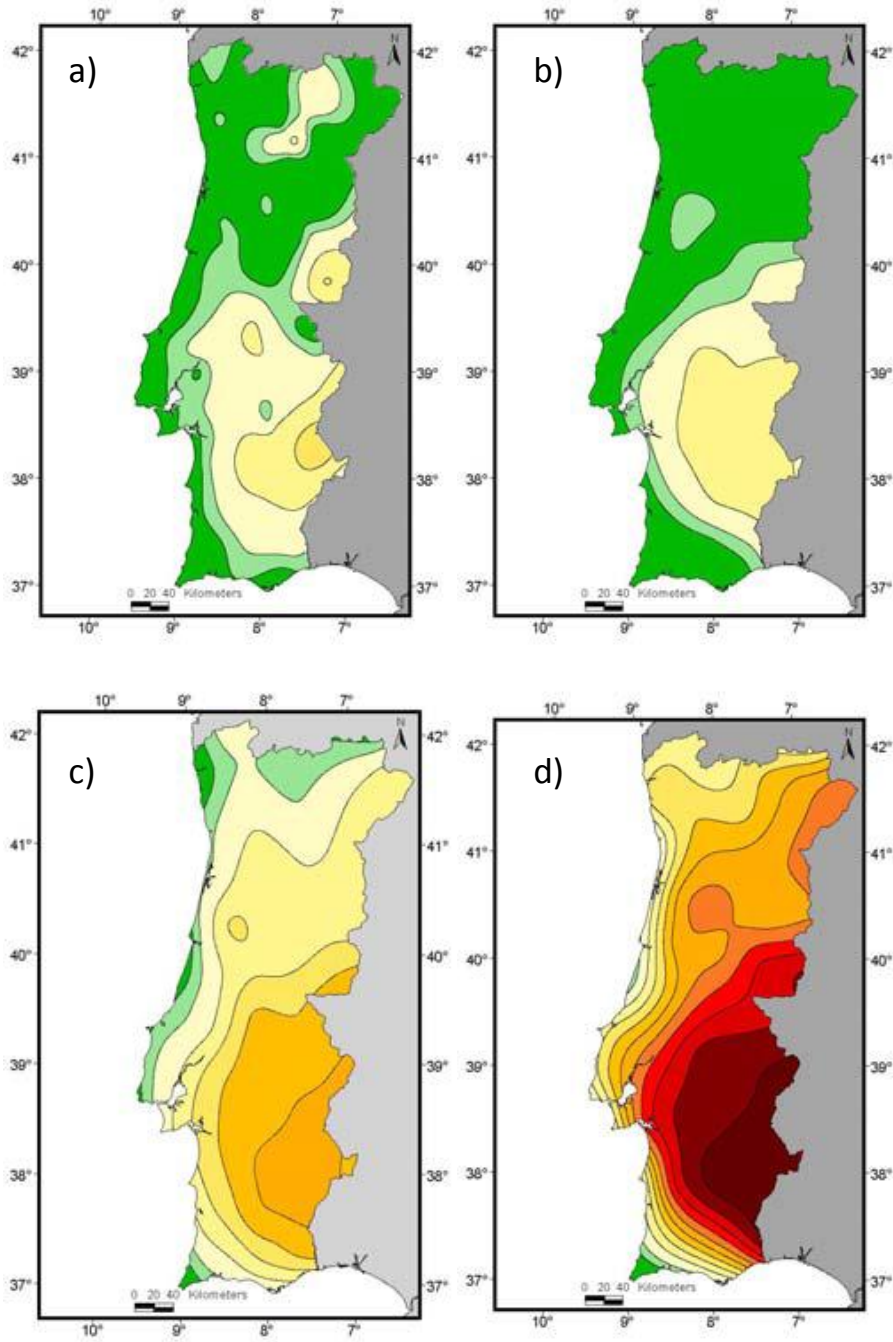


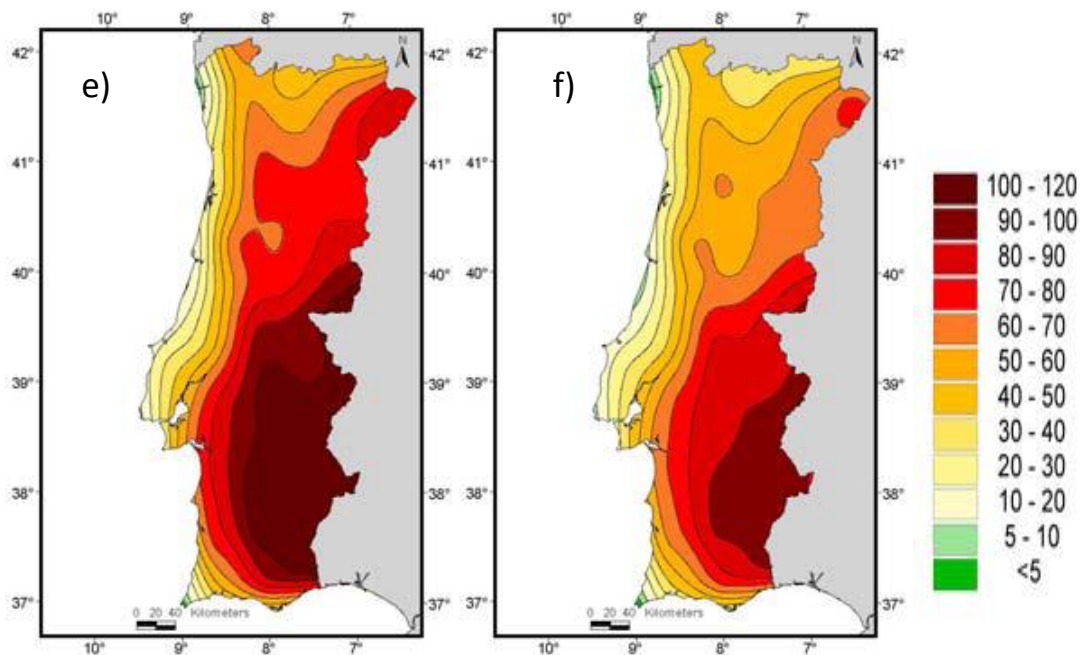


**Figura 24:** Número de “dias de Verão” por ano: a) observações 1961-1990; b) controlo HadRM2; c) controlo HadRM3; d) cenário IS92a HadRM2; e) cenário A2 HadRM3; f) cenário B2 HadRM3 (Miranda *et al.*, 2006).

#### 4.2.1.5. Número médio de “dias muito quentes” por ano

A Figura 26 apresenta as simulações dos modelos HadRM2 e HadRM3 (de controlo e cenários IS92, A2 e B2) e observações (1961-1990) do número médio de dias muito quentes por ano, ou seja, o número de dias com temperatura máxima superior a 35°C. Com as observações verificou-se um registo entre 10 e 30 dias. Neste caso a simulação de controlo do HadRM2 dá resultados muito positivos para este indicador, por outro lado a simulação de controlo do HadRM3 sobrestima estes parâmetros (Miranda *et al.*, 2006).





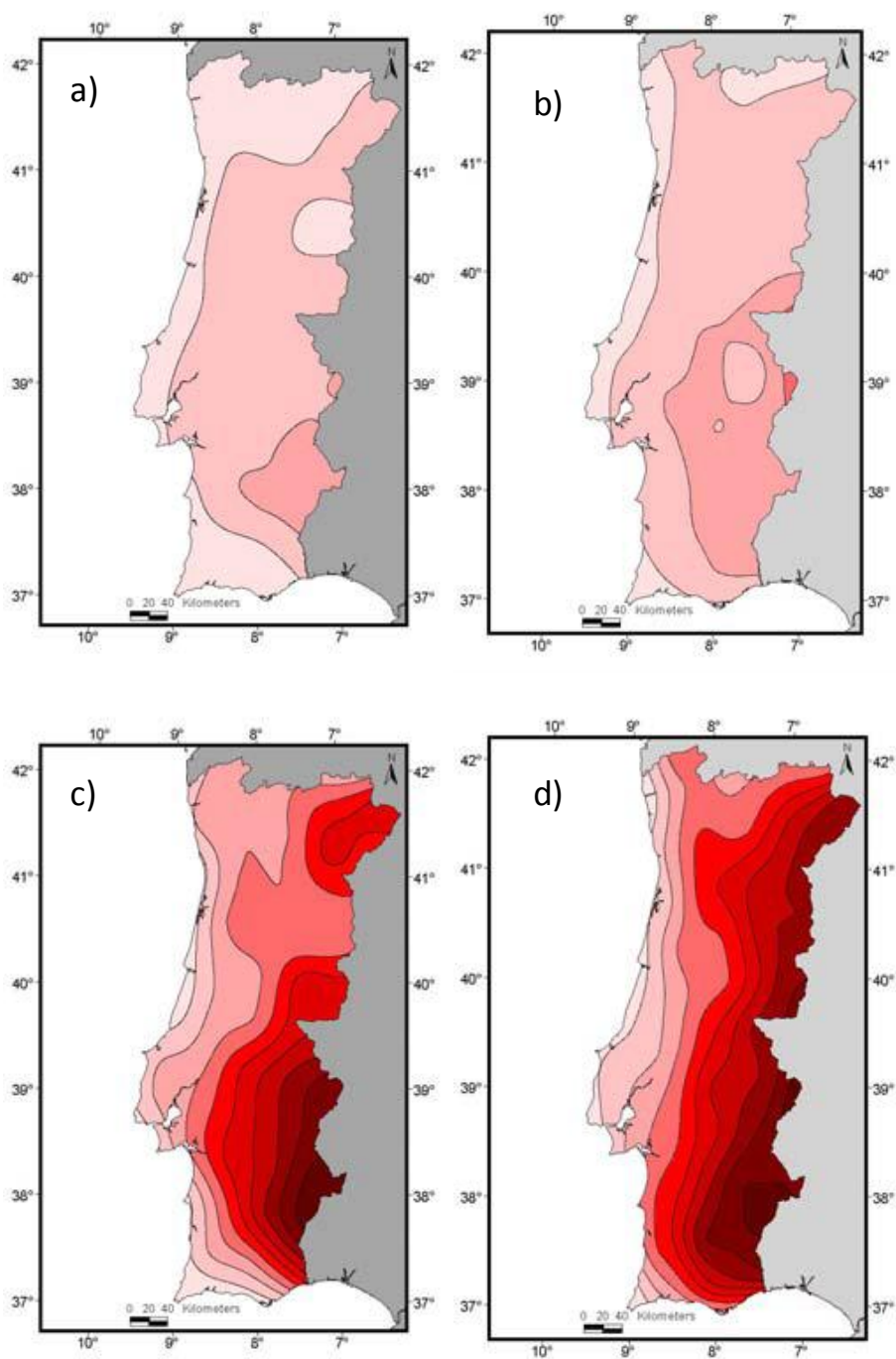
**Figura 25:** Número de “dias muito quentes” por ano (temperatura superior a 35°C): a) observações 1961-1990; b) controlo HadRM2; c) controlo HadRM3; d) cenário IS92a HadRM2; e) cenário A2 HadRM3; f) cenário B2 HadRM3 (Miranda *et al.*, 2006).

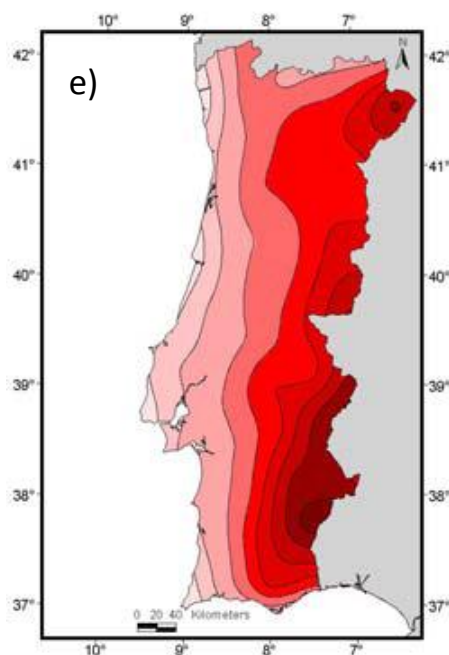
Para a região Sul os cenários IS92a e A2 são semelhantes, apontando para que a região interior seja a mais afetada, com mais de 100 dias por ano com temperatura máxima acima dos 35°C. Qualquer dos cenários indica que possam vir a ocorrer mais de 40 dias muito quentes por ano em todo o território, com exceção para o Litoral. As temperaturas acima de 35°C podem prejudicar a saúde das populações, pelo que, uma avaliação detalhada deste tipo de previsões pode beneficiar na prevenção da saúde pública. (Miranda *et al.*, 2006). Estes resultados sugerem um aumento do número de ignições e de áreas ardidas, a ocorrência de períodos de seca mais gravosos e de ondas de calor mais prolongadas.

#### **4.2.1.6. Número máximo de dias consecutivos com temperatura máxima superior a 35°C**

Uma onda de calor constitui-se pela ocorrência de dias consecutivos com temperaturas elevadas. A Figura 27 apresenta o número máximo de dias muito quentes consecutivos nos períodos das simulações de controlo e das simulações com os cenários ISP2, A2 e B2. As simulações de controlo são identificados no máximo 20 a 30 dias muito quentes consecutivos no interior Sul e menos 10 para o Litoral. O modelo HadRM3 simula ondas de calor mais prolongadas do que o HadRM2 o que condiz com a sobrestimação

do número de dias muito quentes referida no subcapítulo anterior (Miranda et al. 2006, 92).



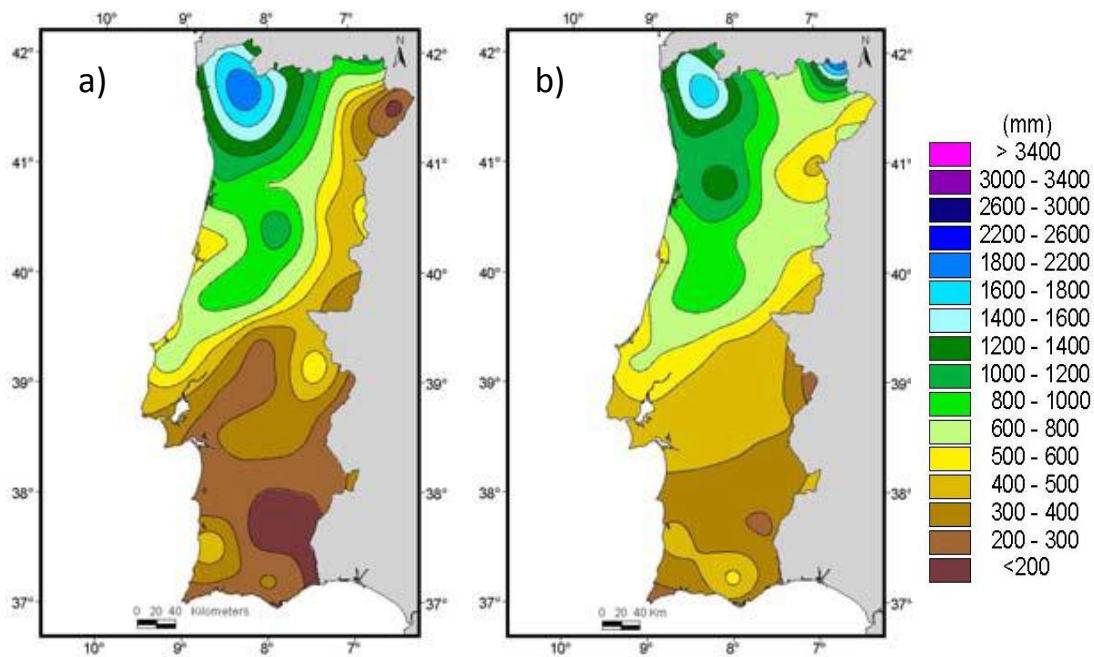


**Figura 26:** Número máximo de dias consecutivos com temperatura máxima superior a 35°C (dias muito quentes): a) controlo HadRM2; b) controlo HadRM3; c) cenário IS92a HadRM2; d) cenário A2 HadRM3; e) cenário B2 HadRM3 (Miranda *et al.*, 2006).

Os cenários futuros obtidos com ambos os modelos, projetam a ocorrência de 70 a 90 dias consecutivos com temperatura máxima superior a 35°C no Interior e no Sul do país. Para o Litoral as projeções indicam um valor menor a 30 dias consecutivos (Miranda *et al.* 2006, 92). Estes resultados sugerem igualmente um aumento do número de ignições e de áreas ardidas, a ocorrência de períodos de seca mais gravosos e de ondas de calor mais prolongadas.

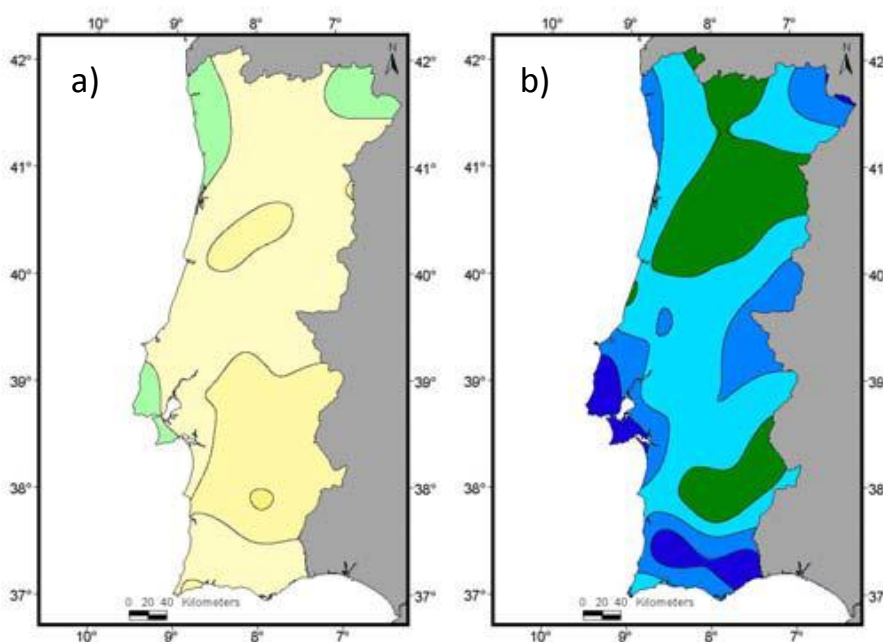
#### 4.2.2. Previsões de precipitação

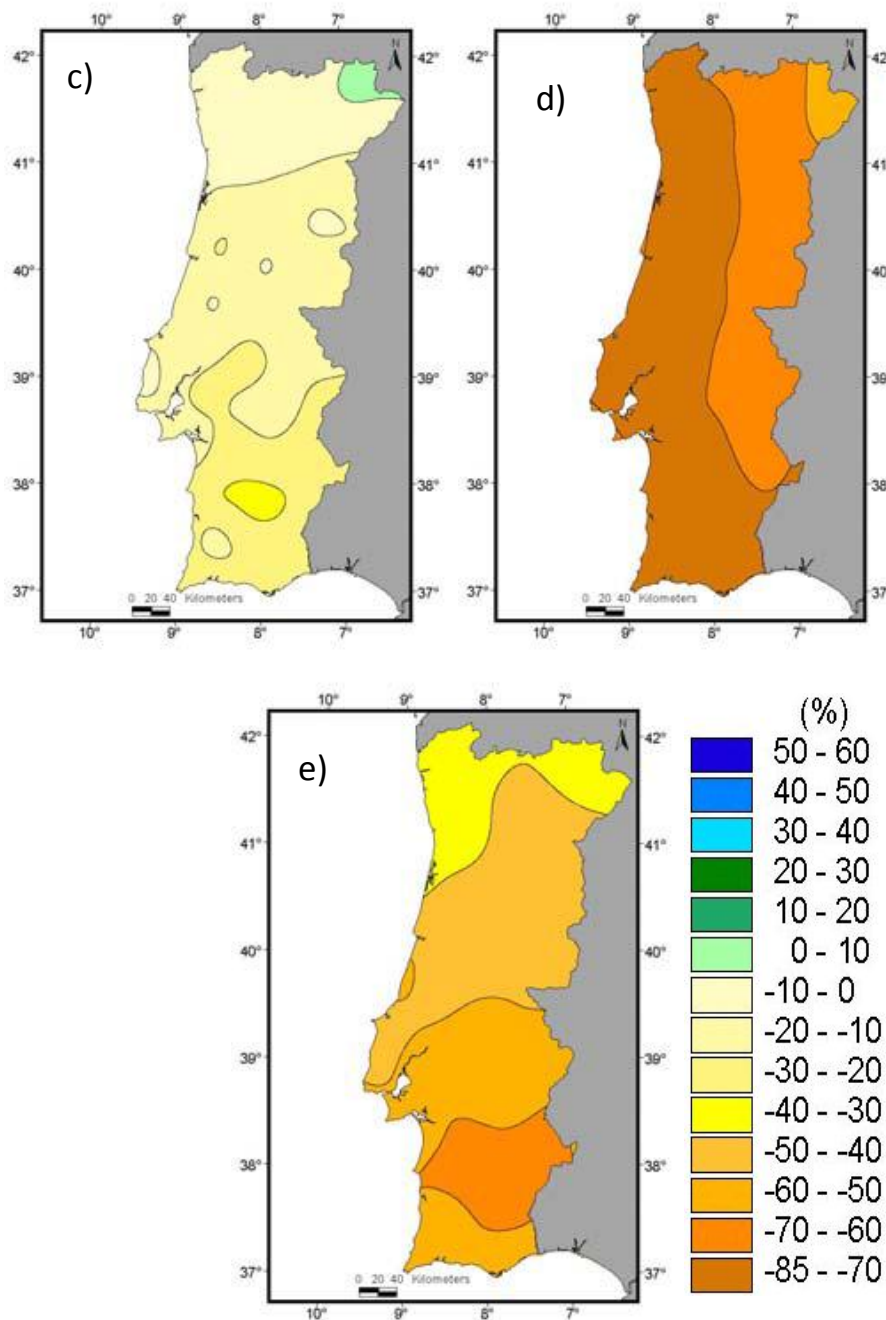
A Figura 28 a apresenta a precipitação anual para o cenário A2 através do modelo HadRM3, o cenário B2 não é apresentado, pois apresenta resultados bastante semelhantes. Todas as simulações, incluindo as de controlo foram corrigidas com as observações do período 1961-1990 por forma a remover o viés seco (falta de humidade, que pode influenciar os resultados) encontrado na simulação de controlo. A precipitação anual corrigida para o cenário A2 é apresentada na Figura 28 b (Miranda *et al.*, 2006).



**Figura 27:** Precipitação média anual no modelo HadRM3: a) cenário A2; b) A2 corrigido com observações 1961-90 (Miranda *et al.*, 2006).

A precipitação anual no cenário A2 varia entre menos de 200 mm no Sul do país e mais de 1800 mm na região do Minho. Quando a correção é aplicada estes valores variam entre aproximadamente 300mm e valores ligeiramente superiores a 1600 mm no cenário A2 e entre 300 mm e 1800 mm no cenário B2. Nas Figuras 29, 30 e 31 são representadas as anomalias relativas da precipitação anual e em cada estação do ano, em relação ao período de controlo, para cada um dos cenários (Miranda *et al.*, 2006).



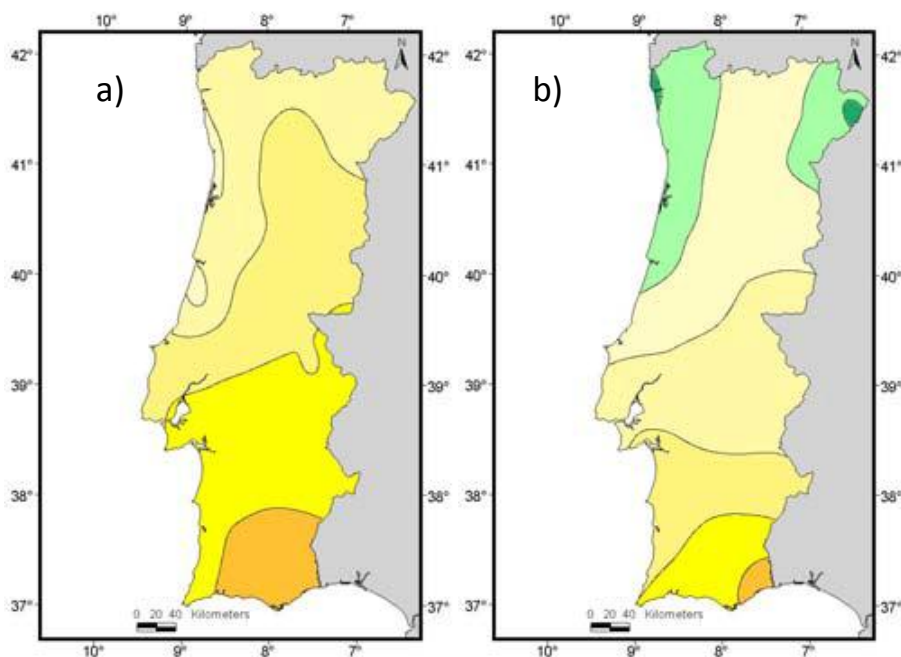


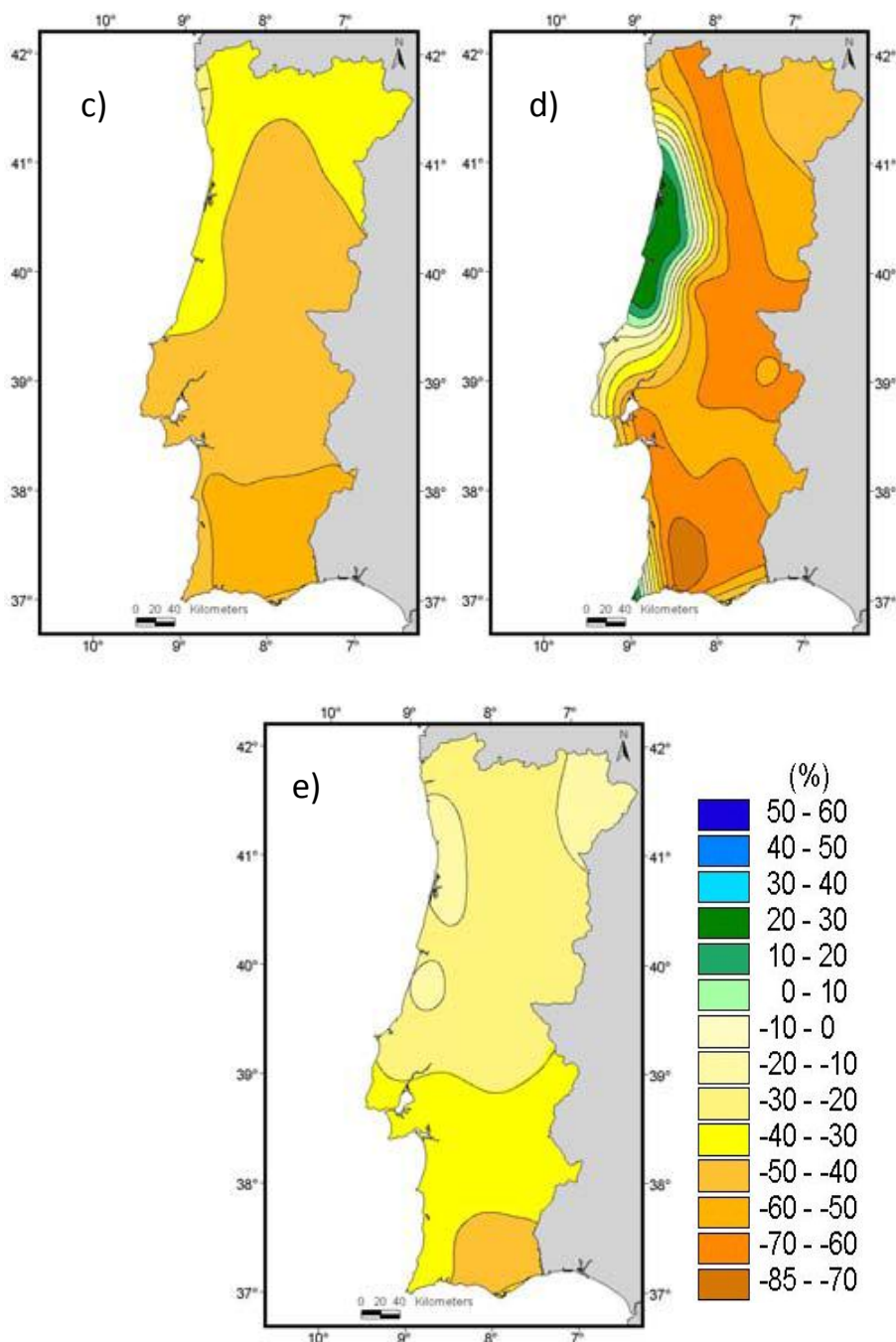
**Figura 28:** Anomalia da precipitação no modelo HadRM2 (IS92a) em percentagem da simulação de controlo: a) Anual; b) Inverno; c) Primavera; d) Verão; e) Outono (Miranda *et al.*, 2006).

O cenário IS92 (Figura 29) projeta uma diminuição da precipitação anual em relação ao período de controlo em praticamente todo o território, com exceção para o Minho e Douro Litoral, Lisboa, Setúbal e o Interior Norte, onde se verifica um ligeiro aumento mas inferior a 10%. O maior decréscimo verificou-se com o modelo HadRM2, sendo de 10 a 20% no Alentejo Interior. No Inverno são verificadas anomalias positivas entre 30% e 60%, sendo estas superiores no litoral Centro e Sul, nas restantes estações a precipitação diminui. Na Primavera a região Sul é a que sofre maior perda de

precipitação, com valores superiores a 20%, enquanto no Outono todo o território perde mais de 30%, sendo a maior anomalia registada no Baixo Alentejo com mais de 60%. No Verão a precipitação do cenário IS92a é 70-85% inferior à do período de controlo (Miranda *et al.*, 2006).

Nos cenários A2 e B2 do modelo HadRM3 as alterações na precipitação são diferentes da encontrada no cenário IS92, Figura 30. No cenário A2 as projeções apontam para uma menor precipitação no final do século em relação ao período de controlo, com um decréscimo na maioria do território (entre 0% nas Regiões Norte e Centro e 40% no Sul). Neste cenário apenas é projetado um ligeiro aumento de precipitação inferior a 10% no Litoral e Centro e Norte e no Interior Transmontano. Os cenários climáticos para Portugal Continental obtidos com o HadRM3 não vão de encontro ao aumento de precipitação extrema no Inverno, por outro lado as anomalias de precipitação obtidas com o HadCM3 (modelo global a que está acoplado o HadRM3), para os mesmos cenários apontam para um aumento de precipitação em Portugal Continental no Inverno, especialmente no cenário B2 (Miranda *et al.*, 2006).



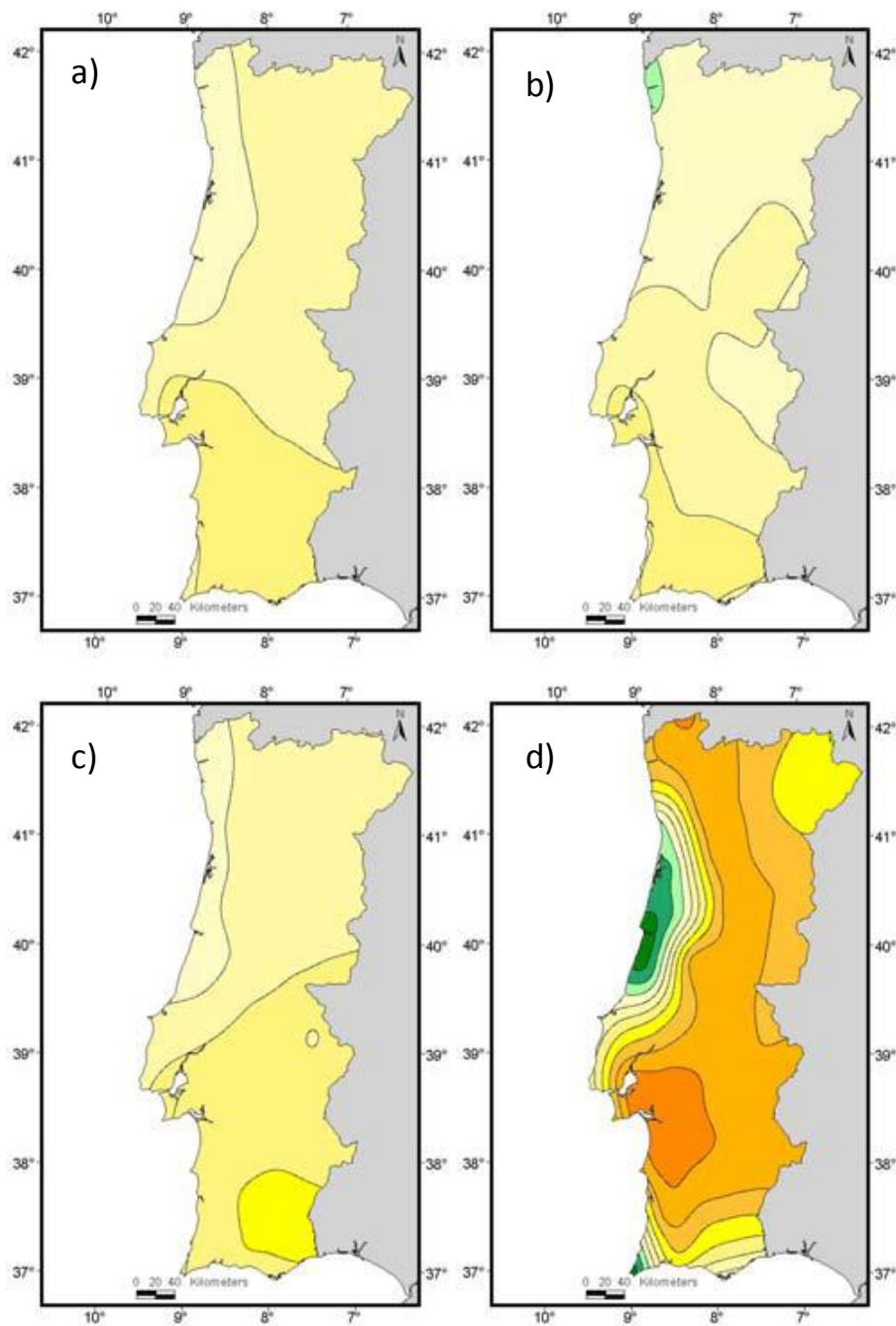


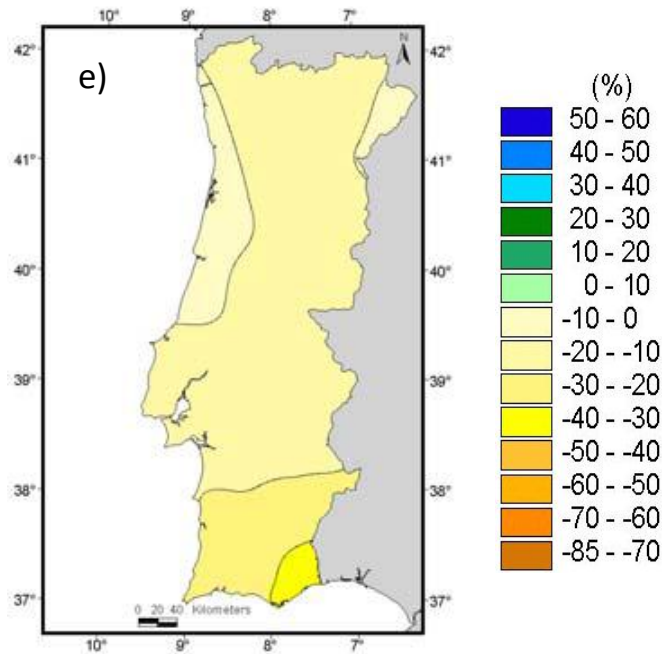
**Figura 29:** Anomalia relativa da precipitação no modelo HadRM3 (A2): a) Anual; b) Inverno; c) Primavera; d) Verão; e) Outono (Miranda *et al.*, 2006).

Os cenários A2 e B2 indicam perdas acentuadas da quantidade precipitação para a Primavera e o Outono, sendo o decréscimo maior na Primavera, com valores entre 30% e 60% para o cenário A2 e entre 10% e 35% para o cenário B2. No Outono verifica-se um decréscimo da quantidade de precipitação entre 20% e 40% para o cenário A2 e perdas inferiores a 30% para o cenário B2. Para ambos os cenários e estações do ano, as perdas mais acentuadas verificam-se no Sul. O modelo HadRM3 considera as maiores

perdas de precipitação no Verão, contudo ambos os cenários projetam um aumento da precipitação de Verão para a região Litoral Centro (Miranda *et al.*, 2006).

O cenário B2 (Figura 31) também aponta para uma diminuição da precipitação em todo o território, com um decréscimo reduzido no Norte e Centro e superior a 20% no Sul (Miranda *et al.*, 2006).





**Figura 30:** Anomalia da precipitação no modelo HadRM3 (B2) em percentagem da simulação de controlo: a) Anual; b) Inverno; c) Primavera; d) Verão; e) Outono (Miranda *et al.*, 2006).

Em termos anuais, os cenários obtidos com o modelo HadRM3 apontam uma diminuição da precipitação para o final do século XXI. Esta diminuição é superior a 30% no cenário A2 para a região Sul, atingindo os 40% no Algarve. O cenário B2 aponta para uma diminuição mais uniforme, com variações entre 10 e 30% em todo o território. As diferenças entre os cenários obtidos com o modelo HadRM2 (IS92) e os obtidos com o HadRM3 (A2 e B2) demonstram as grandes incertezas nas previsões de precipitação (Miranda *et al.*, 2006).

## **5. Os impactos das Alterações climáticas, a perspectiva da Proteção Civil e o ciclo da catástrofe**

As alterações climáticas podem ser abordadas apenas como um problema ambiental mas é necessária uma abordagem mais lata, em que sejam considerados fatores económicos, sociais e políticos. As alterações climáticas podem potenciar um aumento dos acidentes graves ou catástrofes, pelo que este capítulo pretende estudar as alterações climáticas e a suas relações com a segurança de pessoas e bens ou seja na perspectiva da proteção civil.

O risco corresponde à probabilidade da ocorrência de um perigo e à respectiva estimativa das suas consequências (ANPC, 2009). Podemos considerar os impactos decorrentes das alterações climáticas como um risco coletivo que deve ser tido em conta por todas as entidades com responsabilidades em proteção civil: o Estado, Regiões Autónomas e autarquias, cidadãos, todas as entidades públicas e privadas (Lei de Bases da Proteção Civil, Lei nº80/2015 de 3 de Agosto).

Quando se manifesta um perigo é necessária uma resposta por parte das entidades responsáveis, e de planeamento prévio que as capacite para uma ação otimizada. Este planeamento e resposta podem definir-se em termos de proteção civil como gestão de emergência.

A resposta e a sua gestão envolvem o esforço de todas as entidades já referidas que devem atuar de forma coordenada, de modo a dar resposta ao largo espectro de necessidades, normalmente existentes aquando a ocorrência de um acidente grave ou catástrofe (UNISDR, 2009). A resposta conjuntamente com outras atividades (prevenção, preparação e recuperação) constitui o ciclo da catástrofe, Figura 32.



**Figura 31:** Ciclo da catástrofe.

O ciclo da catástrofe ou ciclo de emergência apresenta a conceptualização da emergência ou catástrofe em forma de ciclo, que indica uma sequência de acontecimentos que decorrem por uma determinada ordem e acabam por voltar ao seu estado inicial. O ciclo distingue dois tempos de atuação: o tempo de quietação, onde se encontram as fases da prevenção/mitigação e preparação e o tempo de ação, onde estão inseridas as fases da resposta e recuperação/reabilitação (ANPC, 2009).

Ao período antes da emergência correspondem as fases de Prevenção/Mitigação e de Preparação. A fase da Prevenção/Mitigação é a fase mais importante de todo o ciclo, deve ter atenção dos decisores com responsabilidades em proteção civil e pode concretizar-se por intermédio do ordenamento do território. As medidas de prevenção e mitigação podem incluir-se também na fase de recuperação para tornar um território afetado pela manifestação de um risco mais resiliente a ameaças futuras) (Gomes, 2013).

É na fase da preparação que se organiza e planeia, as ações de resposta e se promove a capacitação das entidades com responsabilidades na fase de Resposta. A fase de Resposta corresponde ao período durante a emergência, onde se inclui também as ações de reposição das condições mínimas (p.e. energia, comunicações, água, saneamento) a curto prazo que correspondem à fase da Reabilitação. Em último lugar, a fase de Recuperação, tem como objetivo repor a normalidade em termos sociais, económicos e ambientais numa visão a longo prazo (Gomes, 2013).

A aplicação de todas as fases presentes no ciclo da catástrofe será a base para uma atenuação dos efeitos decorrentes de catástrofes. Como já referido as alterações climáticas potenciam o aumento da frequência e intensidade de fenómenos extremos que podem originar acidentes graves e catástrofes, pelo que faz todo o sentido enquadrar a adaptação às alterações climáticas no ciclo da catástrofe, Figura 33. Os conceitos presentes no ciclo da catástrofe podem também ser interpretados no âmbito dos impactes das alterações climáticas.



**Figura 32:** Ciclo da catástrofe e a adaptação às alterações climáticas.

A identificação, avaliação e gestão de riscos são cruciais para a minimização de potenciais perdas e danos. A gestão de risco consiste na gestão de incertezas com o objetivo de minimizar potenciais perdas e danos a partir de uma abordagem prática e sistemática (UNISDR, 2009).

A vulnerabilidade é definida pela UNISDR como as características e circunstâncias de uma comunidade que as tornam suscetíveis a sofrer impactos danosos inerentes a um risco (UNISDR, 2009).

A gestão das incertezas referidas nesta definição ganha mais relevo quando se inserem as alterações climáticas na temática da gestão de risco. Na Figura 34 apresentam-se a várias fases que devem ser consideradas para se implementarem políticas de controlo do risco. As medidas de adaptação e monitorização necessitam de uma identificação prévia de vulnerabilidades de modo a ser calculado o risco em função do perigo.



**Figura 33:** Gestão de Riscos (APA s.d.).

A Estratégia Internacional para a Redução de Catástrofes das Nações Unidas define prevenção como as políticas que permitem a ausência de impactos relacionados com os riscos da ocorrência de catástrofes. Este conceito expressa a intenção de se tomarem medidas antecipadamente de modo a evitar totalmente os impactos inerentes de um risco. Por vezes a ausência total de impactos não é possível de concretizar pelo que se têm de implementar medidas de mitigação (UNISDR, 2009).

No tema das alterações climáticas o conceito de prevenção não é muito utilizado, o que faz todo o sentido visto que evitar ou impedir os impactos das alterações climáticas será uma meta quase inalcançável. Contudo, medidas de prevenção, como as já referidas, devem ser aplicadas tendo em conta os impactos das alterações climáticas, como o aumento do risco de incêndio e inundação. Visto que este tipo de medidas não irá impedir que as alterações climáticas produzam os seus impactos, tratar-se-á de uma medida de mitigação.

Medidas de redução de emissões de GEE tratam-se igualmente de medidas de adaptação, a redução de emissões têm de ser o resultado de estratégias e de um esforço global, para que seja realmente possível diminuir as emissões de GEE. Por outro lado a prevenção/adaptação/mitigação de impactos decorrentes das alterações climáticas deve ter uma expressão local por exemplo ao nível dos municípios.

A Estratégia Internacional para a Redução de Catástrofes das Nações Unidas (UNISDR) define Mitigação como uma diminuição ou limitação dos impactos inerentes a riscos e catástrofes. Como já foi referido anteriormente, muitas vezes os impactos não podem ser evitados totalmente, mas podem ser reduzidos. As medidas de mitigação podem consistir em técnicas de engenharia com vista ao aumento da resiliência das construções, nas melhorias de políticas e na sensibilização da população. No que diz respeito às alterações climáticas o conceito de mitigação pode ser utilizado relativamente à redução de emissões de GEE (UNISDR, 2009).

Um conceito geralmente utilizado no tema das alterações climáticas é a Adaptação que o IPCC define como um ajustamento dos sistemas naturais (florestas, rios, oceanos) ou humanos (cidades ou outros aglomerados urbanos) a estímulos climáticos observados ou esperados, de modo a diminuir danos e explorar oportunidades benéficas.

O IPCC distingue três tipos de adaptação, a antecipatória, a autónoma e a planeada (APA s.d.).

A adaptação antecipatória ou proativa tem como principal característica, o fato de serem implementadas medidas de prevenção/mitigação anteriores à manifestação de um risco. Este tipo de ação e atitude seria o cenário ideal na prevenção e mitigação de riscos., Contudo, para se identificarem impactos futuros sem observações destes no passado é necessário recorrer às previsões e projeções de impactos relacionados com as alterações climáticas. Estas previsões e projeções, como já foi referido neste trabalho, estão sujeitas ao erro e à incerteza, o que por vezes é um entrave à aceitação de certas medidas por parte dos decisores políticos ou até da população envolvida. Este tipo de adaptação no contexto do ciclo da catástrofe identifica-se com as fases da prevenção/mitigação e preparação (fases antes da emergência).

A adaptação autónoma ou espontânea já se trata de uma resposta aos impactos já observados o que facilita a implementação de medidas. Estas medidas têm como objetivo adaptar um sistema natural ou humano, de modo a torna-los menos vulneráveis às alterações/impactos a que estejam sujeitos.

Quando os impactos verificados são de grande escala, é necessária uma recuperação e/ou reabilitação dos sistemas afetados. Este tipo de adaptação identifica-se com as fases da resposta e da recuperação/reabilitação do ciclo da catástrofe (fases durante e após a emergência).

A adaptação planeada remete para decisões políticas transversais às 4 fases do ciclo de emergência. Apesar de este tipo de adaptação ser definida pelo IPCC de uma forma simplista, esta é a base de toda a ação relativa às alterações climáticas. A aplicação de medidas preventivas e/ou mitigadoras, a preparação das entidades para possibilitar a resposta a ocorrências, e ainda os processos de recuperação e/ou reabilitação de uma área afetada por qualquer fenómeno, estão sujeitas à decisão política e à existência ou não de acordos, normas ou políticas que promovam uma atitude proativa e eficaz na gestão de riscos.

A adaptação planeada e proativa é mais eficaz que qualquer outro tipo de medidas reativas em situações de emergência. Não é fácil efetuar a previsões sobre o aumento de frequência e intensidade dos eventos meteorológicos extremos, mas a falta de preparação e a exposição ao risco, pode resultar em graves perdas e danos. Cada vez mais os riscos climáticos serão considerados nas tomadas de decisão. As medidas de adaptação permitem uma melhor aptidão dos sistemas a viver com a variabilidade climática (APA s.d.).

A resposta a estímulos climáticos referida na definição de adaptação do IPCC, é comparável com os períodos do ciclo da catástrofe (antes, durante e depois da catástrofe). A resposta a estímulos climáticos verificados corresponde aos períodos durante e após a manifestação de um evento climático. A resposta a estímulos climáticos esperados, já demonstra uma atitude mais preventiva e antecipatória na prevenção e mitigação de riscos, o que remete para as fases do ciclo da catástrofe do período anterior à manifestação de um evento climático. Existe um conjunto de limitações/impedimentos que podem dificultar a adoção de medidas de adaptação às alterações climáticas. Em termos científicos, o conhecimento limitado da natureza e magnitude dos riscos e vulnerabilidades climáticas, a inexistência ou falta de acesso a tecnologias, limitam a informação e a avaliação sobre os impactos das alterações climáticas, o que tem consequências para as tomadas de decisão de implementação de medidas. Em termos políticos e administrativos, a ausência de políticas, normas e regulamentos ou existência de restrições legais ou regulatórias pode impedir a implementação de certas medidas. As incertezas inerentes aos diferentes cenários climáticos futuros podem prejudicar severamente a implementação de medidas, quando não existe capacidade dos decisores para lidar com esta. A falta de consciencialização e falta de conhecimento dos decisores sobre medidas de adaptação são outros fatores que

podem inibir a implementação de medidas. Os custos, conflitos sociais ou culturais e falta de capacidade e competências humanas das organizações são outros aspetos que limitam a implementação de medidas de adaptação. A análise sistemática das próprias limitações/impedimentos e a consciencialização dos decisores e da população em geral pode facilitar a eliminação de certas limitações/impedimentos (APA s.d.).

A fase da Preparação é definida pela Estratégia Internacional para a Redução de Catástrofes das Nações Unidas como o conhecimento e capacidade de antecipar, responder, e recuperar de impactos prováveis, eminentes ou atuais. A Preparação é baseada numa análise de riscos de desastres e inclui atividades como o planeamento, coordenação, provisão de meios e informação pública que devem ser apoiados por capacidade institucional, legal e orçamental que permite a existência de uma resposta à emergência atempada e organizada (UNISDR, 2009).

Esta fase do ciclo da catástrofe permite que as fases seguintes sejam realizadas mais eficazmente. É nesta fase que é efetuado todo o planeamento para que as entidades com responsabilidades em proteção civil sejam capazes de responder a emergências de uma forma organizada e que tenham os meios à sua disposição para o fazer.

É também nesta fase que se prepara todos os mecanismos para a recuperação e reabilitação de um sistema urbano ou natural afetado por um fenómeno perigoso.

A Resposta consiste na prestação de serviços de emergência e assistência às populações durante e imediatamente após uma emergência, com o principal objetivo de salvar vidas. A Resposta tem foco principal nas ações de socorro, ou seja, nas necessidades mais imediatas, é nesta fase que é iniciada a primeira fase da Reabilitação (UNISDR, 2009).

A Reabilitação consiste na fase inicial da reparação de danos causados por uma catástrofe e tem por objetivo a reposição da normalidade de uma comunidade a curto prazo (ANPC, 2009).

Na Tabela 6 apresentam-se os 10 eventos mais mortíferos em Portugal nos últimos 100 anos (EM-DAT: The OFDA/CRED). Verifica-se que a onda de calor de 2003 foi o evento que originou maior número de mortos e as cheias de 1967, que ocorreram na

área de Lisboa, terão sido responsáveis por centenas de mortos, grandes impactos estruturais, e terão provocado um grande número de desalojados.

**Tabela 6:** Os 10 eventos mais mortíferos em Portugal nos últimos 100 anos.

Tipo de Evento	Ano	Nº de mortes
Onda de calor	2003	2696
Inundação	1967	462
Inundação	2010	43
Onda de calor	2006	41
Inundação	1981	30
Tempestade	1997	29
Inundação	1979	19
Inundação	1983	19
Incêndios Florestais	1986	15
Incêndios Florestais	2005	15

Todos os eventos identificados na Tabela 6 tiveram uma elevada influência nas comunidades e foram provocados por fenómenos climáticos, precipitação intensa que originou inundações, ou a falta desta associada a elevadas temperaturas e a subsequente formação de ondas de calor e o desenvolvimento de incêndios florestais em grande número e com grandes áreas ardidas. Tendo em conta que os fenómenos climáticos extremos aumentarão em número e em intensidade deverá ser realizada uma análise dos riscos associados aos cenários considerados para as alterações climáticas, nomeadamente, incêndios florestais, ondas de calor e inundações urbanas e costeiras.

### 5.1. Ondas de Calor

As ondas de calor são um fenómeno bastante frequente em Portugal Continental, Tabela 7.

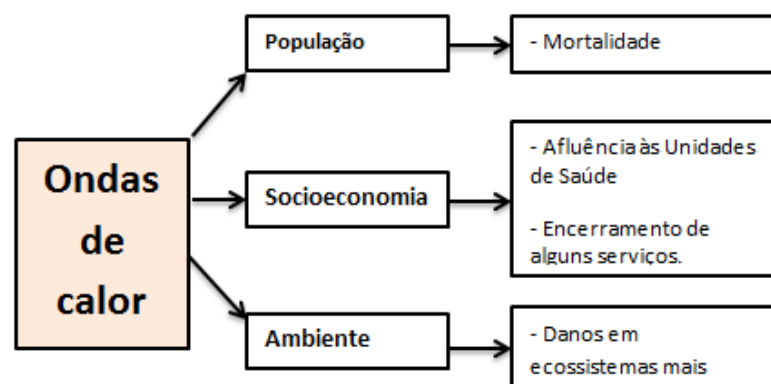
**Tabela 7:** Principais ocorrências de ondas de calor (ANPC, 2014).

Ano	Áreas afectadas
1981	Todos os distritos excepto o de Faro
1991	Todos os distritos do interior Centro e Sul
2003	Todos os distritos excepto na faixa litoral a Norte de Setúbal e no Barlavento Algarvio
2005	Todos os distritos excepto na faixa litoral a Norte de Lisboa, no Barlavento Algarvio e no extremo Nordeste Transmontano
2013	Todos os distritos (com especial incidência no Nordeste Transmontano) exceto o de Faro

Os principais impactos decorrentes das ondas de calor identificados na Avaliação Nacional de Risco (ANPC 2014, 65), dividem-se em 3 categorias: na população, socioeconómicos e no ambiente, Figura 35. Os impactos na população traduzem-se

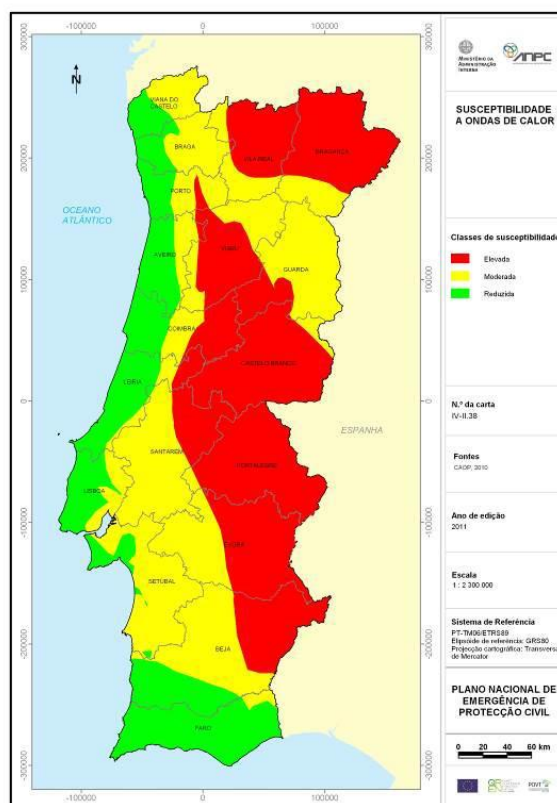
normalmente, em função da magnitude do evento e da sua distribuição geográfica, num número acentuado de vítimas mortais, principalmente na população idosa. Os impactos socioeconómicos traduzem-se na afluência extraordinária às unidades de saúde e no encerramento de alguns serviços sem ar condicionado (infantários, lares de idosos, etc.). Em termos ambientais estes tipos de eventos podem ser responsáveis por danos nos ecossistemas mais sensíveis.

É também importante salientar que as ondas de calor podem originar períodos de seca, o que ao nível da gestão de recursos hídricos pode criar dificuldades na disponibilidade de água para o consumo das populações e para a agricultura.



**Figura 34:** Impactos das ondas de calor.

As ondas de calor são fenómenos com uma grande extensão territorial, contudo a sua intensidade é variável, principalmente pelo efeito amenizador do oceano. Em Portugal as regiões mais suscetíveis são o Interior Centro e o Nordeste Transmontano Distritos de Viseu, Guarda, Coimbra, Castelo Branco, Portalegre, Santarém, Évora, Beja, Vila Real e Bragança) (ANPC, 2014).



**Figura 35:** Carta de suscetibilidade a ondas de calor (ANPC, 2014) *Ibid* Plano Nacional de Emergência de Proteção Civil - ANPC, 2013)

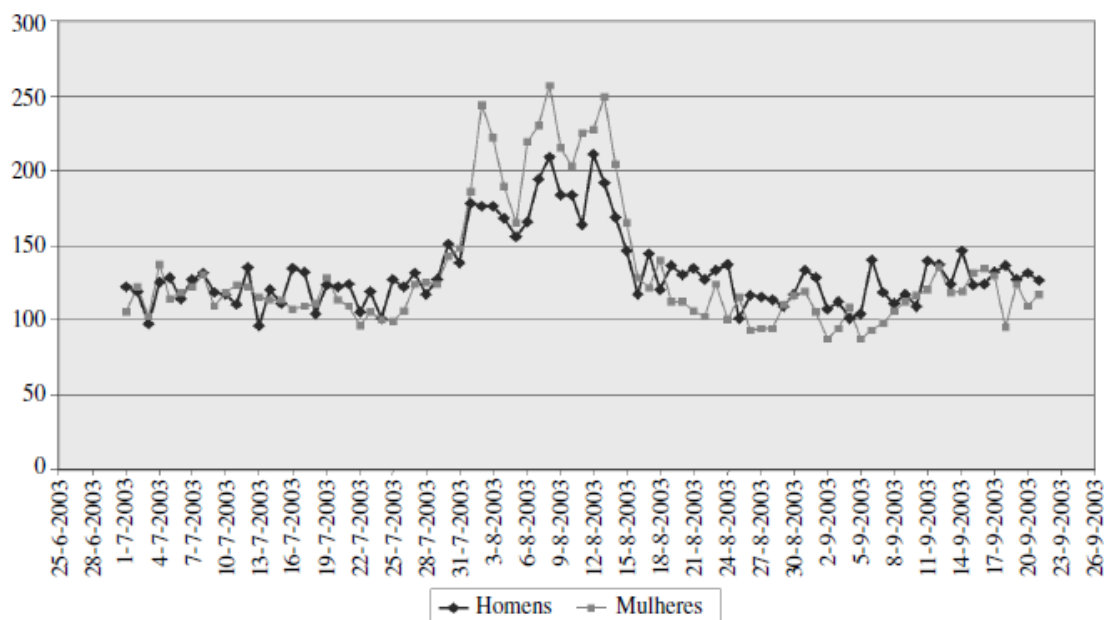
A uma escala mais reduzida, pode-se afirmar que as zonas mais vulneráveis a ondas de calor são os aglomerados urbanos localizados nos distritos de Évora, Beja, Portalegre, Castelo Branco e Guarda, distritos onde existe uma percentagem significativa de população idosa com mais de 75 anos (ANPC 2014, 69).

Vários estudos em zonas urbanas revelam uma relação entre a mortalidade e as temperaturas máximas ou mínimas ou outras condições meteorológicas (McGeehin et al. 2000, 186). A onda de calor de 2003 foi uma das mais intensas registadas em Portugal, tendo um forte impacto na mortalidade. Entre 30 de Julho e 15 de Agosto de 2003 foram contabilizados 6452 óbitos em Portugal Continental (Calado *et al.*, 2004).

Um estudo de Calado *et al.* (2003) aferiu que no período entre 30 de Julho e 15 de Agosto de 2003 ocorreram 2962 óbitos em homens (45,9%) e 3490 óbitos em mulheres (54,1%). Em ambos os géneros verificou-se um excesso de óbitos significativo (1317 do sexo feminino e 636 do sexo masculino (Calado *et al.*, 2004). Estas conclusões podem ser retiradas a partir da Tabela 8 e da Figura 37.

**Tabela 8:** Óbitos observados entre 30 de Julho e 15 de Agosto de 2003 e estimativas do excesso de óbitos e da razão observados/esperados segundo o sexo (Calado *et al.*, 2004).

	Óbitos observados	Excesso de óbitos	IC95 (excesso de óbitos)	Razão O/E
<b>Homens</b>	2962	634,8	(530,2;744,4)	1,27
<b>Mulheres</b>	3490	1316,9	(1202,4;1434,7)	1,61
<b>Total</b>	6452	1952,7	(1866,1;2039,3)	1,43



**Figura 36:** Distribuição diária do número total de óbitos no período de 1 de Julho a 30 de Agosto de 2003 por sexo (Calado *et al.*, 2004).

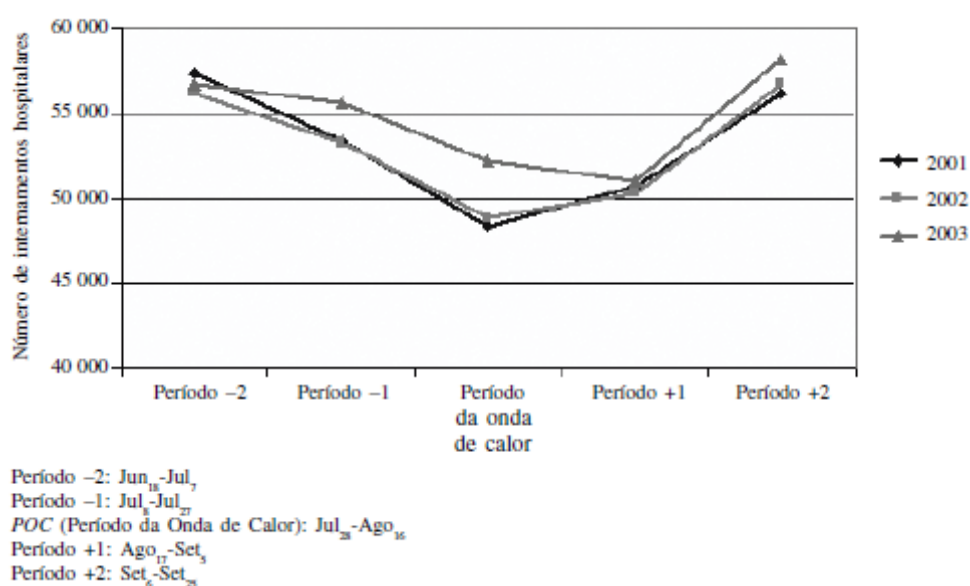
O estudo de Calado et al. evidencia os impactos de uma onda de calor na mortalidade da população: ,estas tendem a aumentar as taxas de mortalidade da população em geral., Já que as projeções relativas às alterações climáticas indicam um aumento da intensidade e frequência das ondas de calor, o sistema de proteção civil deverá considerar esses efeitos mortalidade e saúde das populações.

Quanto à vigilância e monitorização dos impactos das ondas de calor na saúde humana, sazonalmente é implementado o sistema de Vigilância ÍCARO. Este foi criado em 1999 através de uma parceria com o Instituto de Meteorologia e conta com a participação da Direção Geral da Saúde e da Autoridade Nacional de Proteção Civil. Desde 2004 que este Sistema está inserido no Plano de Contingência de Ondas de Calor.

O Sistema ÍCARO, observa e estuda os impactos de fatores climáticos na saúde humana e apresenta um Índice Alerta ÍCARO que consiste na medida numérica do risco que as altas temperaturas produzam na população (INSA s.d.).

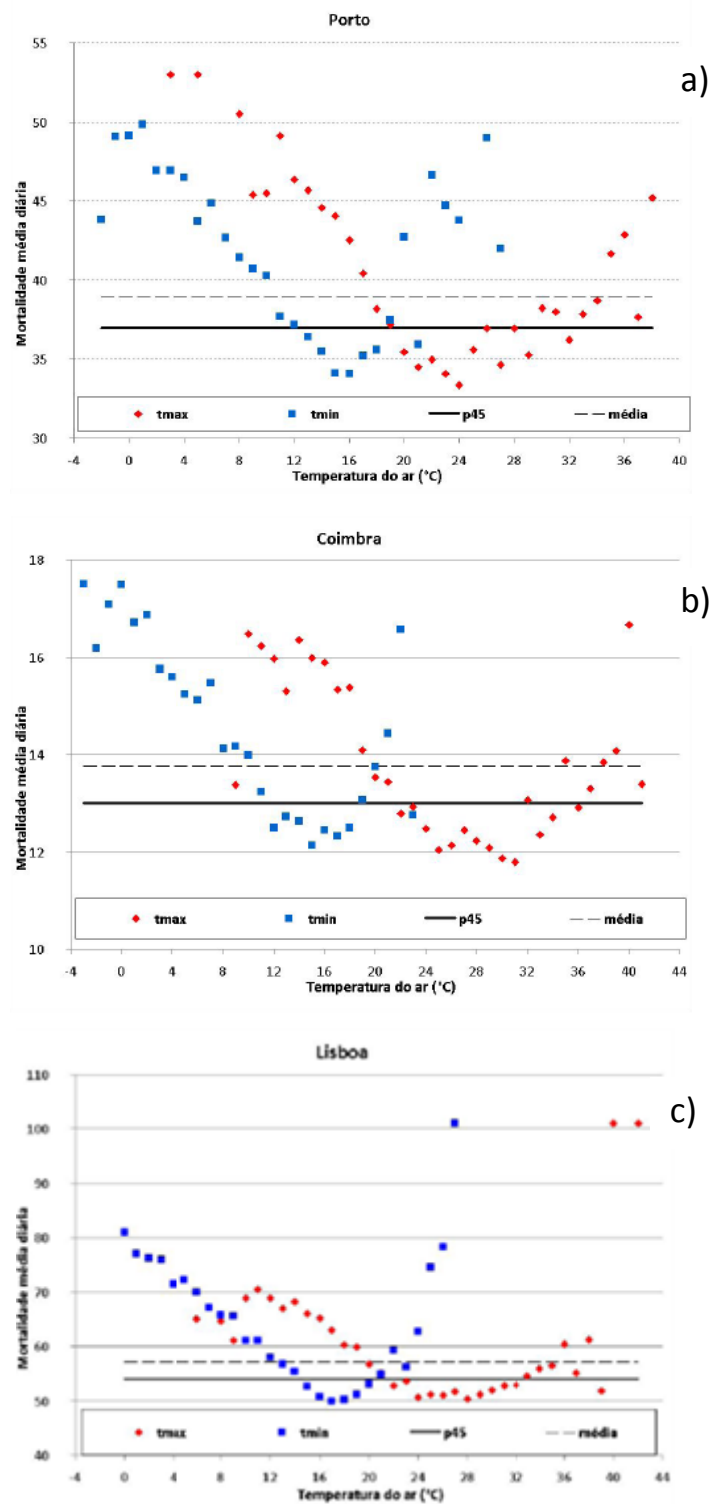
Com base na análise do Sistema ÍCARO, foi efetuado um estudo sobre internamentos hospitalares associados à onda de calor de Agosto de 2003, este estudo expõe com clareza um dos principais impactos das ondas de calor, a elevada afluência a unidades da saúde, através da análise ao número de internamentos em 2003 (Nogueira *et al.*, 2004).

A Figura 38 apresenta a distribuição do número de internamentos entre Junho e Setembro, dos anos 2001, 2002 e 2003. Este revela que em 2003 (ano com as temperaturas mais elevadas), o número de internamentos foi significativamente mais elevado.



**Figura 37:** Distribuição do número total de internamentos nos 5 períodos estudados nos anos de 2001, 2002 e 2003 (Nogueira *et al.*, 2004).

Para o período da onda de calor estimou-se um excesso de internamentos de 5%, ou seja, 2576 a mais do que o esperado. Para indivíduos com 75 ou mais anos verificaram-se aumentos nos internamentos, na ordem dos 28% e 25% em relação aos anos de 2001 e 2002, respetivamente (Nogueira *et al.*, 2004).



**Figura 38:** Variação da mortalidade média diária e da temperatura mínima e máxima do ar nos distritos do Porto, Coimbra e Lisboa, valores médios e percentis 45 (2003-2012) (Marques, 2014).

No estudo de Marques (2014), identificou-se para os distritos de Porto, Lisboa e Coimbra a variação média diária da mortalidade com as variações das temperaturas mínimas e máximas do ar (Figura 39). Há valores de temperatura para os quais a mortalidade apresenta valores baixos, que são designados por ótimos térmicos, que

variam ligeiramente nos distritos em análise (Marques 2014, 446). Estes valores são resumidos na Tabela 9.

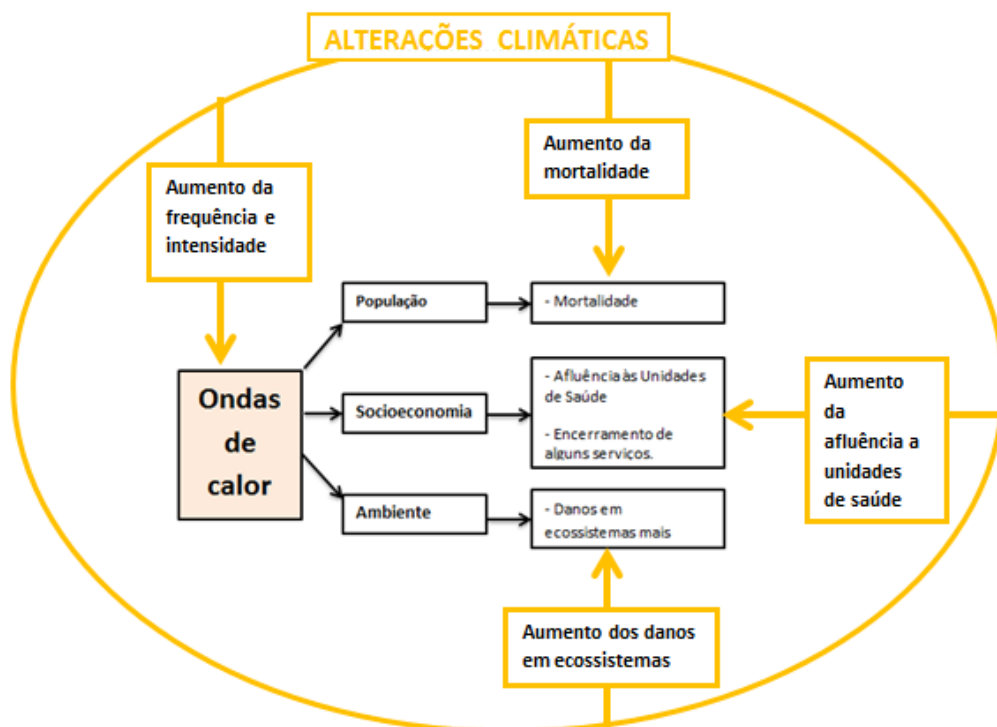
**Tabela 9:** Ótimos térmicos identificados para os distritos de Porto, Coimbra e Lisboa (Marques, 2014).

<b>Distrito</b>	<b>Temperatura mínima do ar (°C)</b>	<b>Temperatura máxima do ar (°C)</b>
Porto	13 a 18	20 a 29
Coimbra	12 a 18	22 a 31
Lisboa	15 a 20	22 a 32

A exposição excessiva a altas temperaturas constitui um risco para o organismo, especialmente para o sistema cardiovascular. Enquanto a temperatura da pele é superior à do ambiente dão-se perdas de calor por irradiação ou condução. Na situação oposta, o ganho de calor é superior à perda o que eleva a temperatura corporal, que em situações extremas pode atingir níveis perigosos (+40°C) (ENAAAC, 2011).

Os cenários IS92, A2 e B2 apresentados no capítulo 4 do presente trabalho mostram que as temperaturas médias, máximas e mínimas tendem a aumentar. Estes aumentos associados às conclusões de Marques *et al.* (2014), Nogueira *et al.* (2004) e Calado *et al.* (2004), evidenciam que as alterações climáticas poderão influenciar a mortalidade e a saúde da população.

Na Figura 40 apresentam-se os acréscimos que as alterações climáticas podem produzir nos impactos normais das ondas de calor: de um modo geral, as alterações climáticas ampliam o fenómeno climático (ondas de calor) e conseqüentemente os impactos deste.



**Figura 39:** Os impactos das ondas de calor com influência das alterações climáticas.

Do ponto de vista da emergência, as ondas de calor podem criar um número anormal de ocorrências e a consequente rotura de meios e recursos. Os impactos na saúde da população podem significar uma necessidade de atuação dos serviços de emergência médica com falta de recursos. Em cenários extremos o número de internamentos pode aumentar de tal forma que esgota a capacidade das unidades de saúde para internamentos. O que poderá por em causa a capacidade de resposta de emergência médica, já que os serviços de emergência dispõem de uma capacidade de resposta a um determinado número de ocorrências. Se as previsões do projeto SIAM se concretizarem, é provável que o número de ocorrências de emergência médica aumente durante o verão, mais concretamente durante os períodos de ondas de calor. Visto isto, torna-se necessária uma análise à capacidade de resposta dos serviços de emergência médica, tendo em conta os cenários previstos para as alterações climáticas.

Os aumentos de temperatura associados a um efeito de degradação da qualidade do ar são aspetos preocupantes em termos de saúde pública, principalmente numa população caracterizada pelo elevado nível de envelhecimento. As ondas de calor também podem produzir impactos em produções agrícolas e aumentar substancialmente o risco de incêndio (ENAAAC, 2013).

### **5.1.1. Medidas de Adaptação**

É um fato que as ondas de calor causam diversos impactos na população, no ambiente e na sócio economia, para se minimizar estes impactos é necessário adotar algumas medidas. Os impactos mais significativos das ondas de calor incidem essencialmente na área da saúde humana, pelo que, a Direção Geral de Saúde, elabora desde 2004 o Plano de Contingência para Temperaturas Extremas Adversas.

Atualmente, Portugal e muitos países europeus têm implementado sistemas de vigilância e alerta, onde estão incluídas e medidas de prevenção para fazer face aos riscos para a saúde, associados a fenómenos meteorológicos extremos. A implementação destes sistemas é uma relevante medida de adaptação às alterações climáticas na área da saúde (DGS, 2014).

Desde 2004 que o Ministério da Saúde, através da Direção Geral de Saúde implementa o Plano de Contingência para Ondas de Calor, que tem por objetivo minimizar os impactos das ondas de calor na saúde humana. Este documento potencia a coordenação interinstitucional entre os diferentes setores da Administração Pública Central com a Administração Local (DGS, 2014).

O Plano de Contingência para Ondas de Calor tem como principais objetivos: Potenciar a coordenação interinstitucional; melhorar o sistema de previsão, alerta e resposta; definir orientações/recomendações de intervenção; providenciar a informação para a população em geral, especialmente para os grupos mais vulneráveis; e monitorizar a morbidade e mortalidade, decorrente de eventuais ondas de calor (DGS, 2014).

A gestão dos riscos para a saúde das populações mobiliza entidades com responsabilidades na proteção das populações, tais como, o Instituto da Segurança Social, a Autoridade Nacional de Proteção Civil e a Administração Local para além das entidades ligadas à área da Saúde (DGS, 2014).

Mais direcionado para a temática das alterações climáticas, no âmbito da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (EN AAC), foi elaborado o relatório de progresso do grupo setorial de trabalho – Saúde Humana. Este relatório define três eixos

estratégicos como base de atuação: o Conhecimento técnico-científico; Sistemas de Vigilância e Monitorização; e Divulgação, sensibilização e formação (DGS 2014, 2).

Estes eixos são a base para o cumprimento dos objetivos específicos para a saúde humana, também apresentados neste relatório. Estes objetivos incluem: a integração e aprofundamento do conhecimento existente sobre clima e Saúde Humana; a identificação de medidas para prevenir e reduzir a ocorrência e/ou emergência de doenças influenciadas por fatores climáticos; a promoção da informação e sensibilização da população e dos profissionais de saúde (DGS, 2014).

Para se cumprir, tanto os eixos estratégicos do Plano de Contingência, como os objetivos estratégicos do relatórios da ENAAC relativo à Saúde Humana, é necessário a implementação de medidas de adaptação, estas podem subdividir-se em medidas de prevenção/mitigação, preparatórias, de resposta e de recuperação/reabilitação, de acordo com as diferentes fases do ciclo de emergência.

Na Tabela 10 enumeram-se algumas destas medidas em cada uma das fases do ciclo de emergência.

**Tabela 10:** Medidas de adaptação às alterações climáticas relativas a ondas de calor

<b>Medidas de Prevenção/ Mitigação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeamento urbano (orientação do edificado, criação de espaços verdes e pontos de água)</li> <li>• Adaptação dos materiais de novas construções.</li> </ul>
<b>Medidas Preparatórias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campanhas de informação pública.</li> <li>• Partilha e disponibilização de dados para a criação de estudos de cenários.</li> <li>• Melhoramento dos sistemas de monitorização, aviso e alerta.</li> <li>• Estímulos ao debate e à consideração dos impactos das alterações climáticas relativos a ondas de calor.</li> <li>• Consideração dos impactos das alterações climáticas nos diferentes tipos de planos (Planos de Emergência, Planos de Contingência, Planos Municipais de Ordenamento do Território, entre outros).</li> </ul>
<b>Medidas de Resposta à Emergência</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionamento e disposição dos serviços de saúde de acordo com o aumento dos impactos das ondas de calor na saúde humana e conseqüente aumento da afluência a este tipo de serviços.</li> </ul>
<b>Medidas de Recuperação/Reabilitação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhoramento de planos e estratégias tendo em conta os impactos verificados no passado.</li> </ul>

Existem algumas ações por parte do Homem, tal como, a poluição e degradação da qualidade do ar que podem agravar o impacto das temperaturas elevadas na saúde humana, estas ações devem ser evitadas e devem ser implementadas medidas ao nível do ordenamento do território para as contrariar.

No planeamento relativo ao ordenamento do território as ilhas de calor urbano (ICU) são um fator importante a ter em consideração. Estas consistem num padrão térmico em que uma cidade quente é rodeada por um campo mais fresco. As ICU podem ser utilizadas como recurso energético em climas mais frios, mas por outro lado podem ser uma limitação em climas quentes, sendo que o consumo de energia para refrigeração aumentaria, a par dos riscos para a saúde associados a temperaturas elevadas. A criação de áreas verdes permite mitigar estes impactos, reduzindo as temperaturas em áreas urbanas. O vento também desempenha um papel importante na regulação da temperatura de uma área urbana, a promoção do arejamento destas áreas é crucial, em zonas costeiras ou de estuário, o ar fresco do oceano ou estuário contribui significativamente para o arrefecimento de uma cidade (Lopes, 2006).

Os aumentos de temperatura no Verão irão aumentar significativamente a probabilidade de ocorrência de ondas de calor pelo que tornam-se importantes as medidas que visem a prevenção e redução da ocorrência de doenças influenciadas por fatores climáticos.

A eficácia e suficiência dos meios e recursos disponíveis devem ser avaliados segundo os acréscimos referidos de modo a dimensionar as unidades de saúde. O frequente encerramento de unidades de saúde essencialmente no interior do país poderá prejudicar severamente a capacidade de resposta dos serviços de saúde neste tipo de situações.

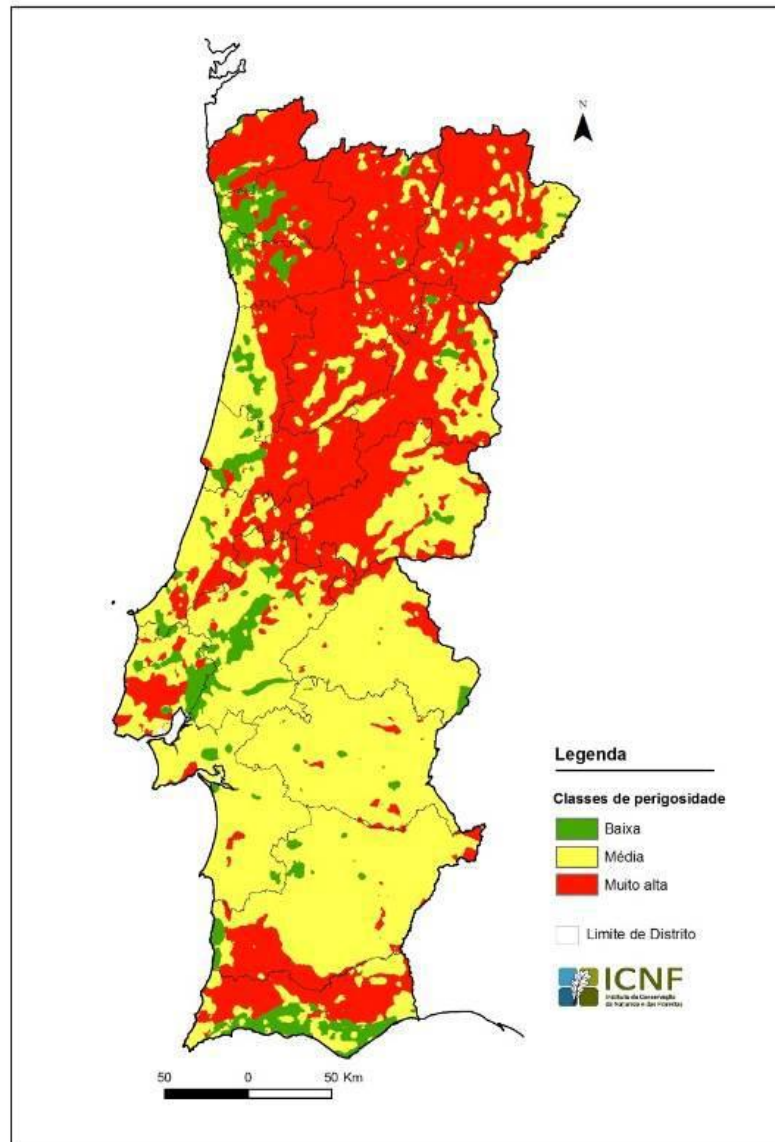
## 5.2. Incêndios

Todos os anos, durante o período de Verão, há uma forte incidência de incêndios florestais em Portugal Continental. Destaca-se o ano de 2003 como um dos piores de sempre, tendo ardido 425 mil hectares de floresta (ANPC, 2014).

**Tabela 11:** Área ardida e número de incêndios florestais entre 2000 e 2013 (ANPC, 2014).

Ano	Área Ardida (ha)	Nº Incêndios Florestais (área > 1 ha)
2000	159 604	8 802
2001	112 312	6 898
2002	124 619	6 521
2003	425 839	5 323
2004	130 107	5 069
2005	339 089	8 192
2006	76 058	3 499
2007	32 595	3 677
2008	17 564	2 591
2009	87 420	5 862
2010	133 090	3 970
2011	73 813	5 042
2012	110 232	4 425
2013 * (até 15 Outubro)	140 944	3 552

A Figura 41 apresenta a perigosidade de incêndios florestais em Portugal Continental. As regiões de maior perigosidade são a região Norte, Centro e da serra Algarvia (ANPC, 2014).



**Figura 40:** Carta de perigosidade de incêndios florestais (ANPC, 2014 *Ibid* Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, 2014)

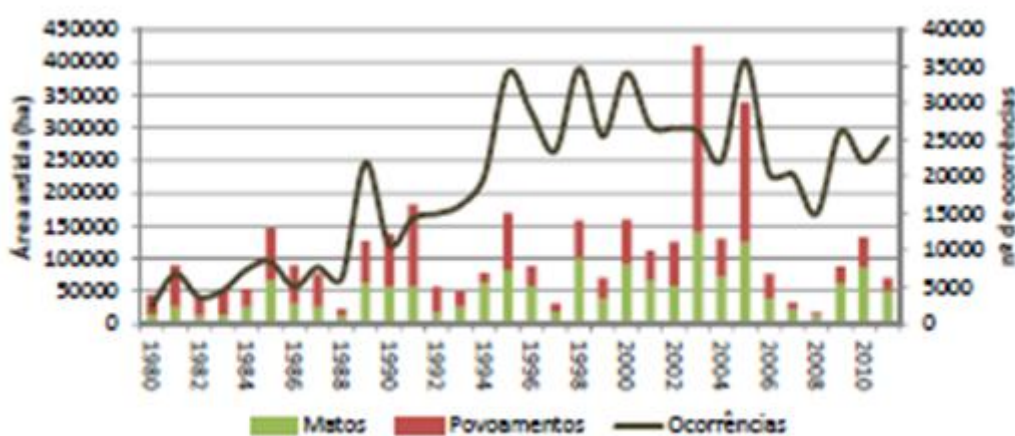
Os Incêndios florestais catastróficos, ou seja, incêndios que provocam grandes perdas a nível humano e de infraestruturas são cada vez mais frequentes em várias regiões do globo, sendo uma delas a região do Mediterrâneo. Para além da área ardida e danos em infraestruturas, os incêndios têm provocado um número significativo de perdas de vidas humanas. A ocorrência deste tipo de incêndios explica-se em parte por fenómenos climáticos, por exemplo, nos Estados Unidos da América os incêndios aumentaram quatro vezes desde 1986, resultado de períodos de Verão mais quentes e secos (Do Ó *et al.*, 2009).

A concentração da precipitação no período de Inverno promove o desenvolvimento de biomassa, que perdendo humidade no Verão, proporcionam condições para a ignição e

propagação de incêndios. As épocas mais críticas de ocorrência de incêndios catastróficos resultam da seguinte sequência (Do Ó *et al.*, 2009):

*Estação muito chuvosa → estação seca e quente → onda de calor + ventos fortes /variáveis*

Um dos impactos das alterações climáticas é o aumento do risco de incêndio florestal que já constitui um risco elevado. Entre 1980 e 2011 a média da área ardida anual foi de 108 000 hectares (ha), e os anos 2003 e 2005 apresentaram valores de área ardida superiores a 300000 ha, Figura 42 (ENAAAC, 2013 b)



**Figura 41:** Evolução da área ardida anual e do nº de ocorrências entre 1980 e 2010 (ENAAAC 2013b).

As alterações climáticas poderão determinar alterações do regime de incêndios florestais (ENAAAC, 2013 b). A relação entre as condições meteorológicas e os incêndios é evidente quando se verifica que 93% da área ardida é provocada por incêndios ocorridos entre Junho e Setembro (Fernandes 2007).

A ocorrência de incêndios tem um forte impacto no território e no ambiente, provocando certas alterações a este, principalmente alterações de paisagem e destruição de ecossistemas e biodiversidade. O relatório da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas relativo ao setor da Agricultura elenca como principais impactos e ameaças do aumento do número de incêndios e área ardida no território: a expansão de espécies invasoras lenhosas que é expectável se o nível de gestão florestal for reduzido; o aumento de condições propícias a agentes bióticos; a diminuição de área e volume em pé de pinheiro-bravo; a promoção de formações arbustivas em áreas com maior recorrência de incêndios; perdas de biodiversidade; e perdas de investimento pelo aumento da perceção de risco (ENAAAC, 2013 a).

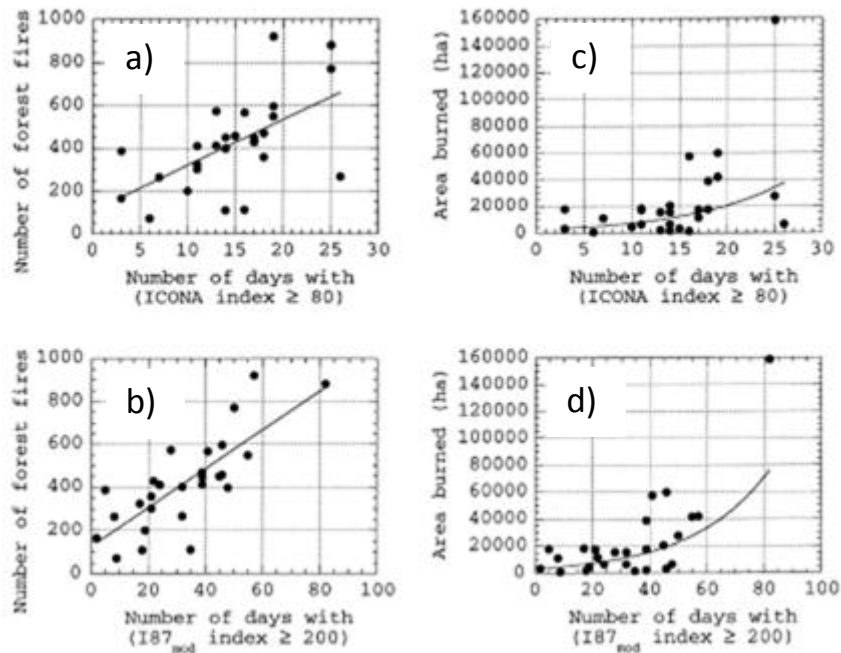
Neste relatório a principal ameaça identificada é o aumento da frequência de incêndios de grandes dimensões, semelhantes aos de 2003 e 2005, em zonas com uma baixa resiliência e que provoquem desinvestimento na gestão florestal e um aumento significativo da área ardida. A prevenção estrutural pode ser prejudicada pela falta de meios mecanizados e a utilização de fogo controlado também pode ser afetada pela falta de dias com condições atmosféricas que permitam a sua realização (ENAAAC, 2013 a).

Depois dos anos catastróficos de 2003 e 2005 foi revisto o Sistema de Defesa da Floresta Contra Incêndios (SDFCI) que incluía um conjunto de medidas no âmbito do planeamento e de articulação institucional e intervenção na prevenção e proteção da floresta contra incêndios. Este Sistema definiu três níveis de planeamento: Nacional, Distrital e Municipal segundo cinco eixos estratégicos: aumento da resiliência do território aos incêndios florestais; redução da incidência dos incêndios; melhoria da eficácia do ataque e da gestão dos incêndios; recuperar e reabilitar os ecossistemas e adaptação de uma estrutura orgânica e funcional eficaz. Tendo em consideração os cenários das alterações climáticas justifica-se uma maior capacitação e reforço da prevenção e da resposta. A gestão dos espaços florestais e dos combustíveis e a implementação de planos de defesa da floresta são essenciais para aumentar a capacidade de prevenção e resposta. A diminuição do número de ocorrências é fundamental pois aumentar a capacidade de resposta dos meios de primeira intervenção e combate não resolverá grande parte dos problemas associados às alterações climáticas (ENAAAC, 2013 a).

Em 1998 foi publicado um estudo de Piñol et al. que compara três variáveis: Os índices de risco de incêndio meteorológico, a ocorrência de incêndios e a área ardida nas províncias de Barcelona e Valência (Espanha).

Neste estudo foi utilizado uma série climática de uma localidade do Nordeste de Espanha (Roquetes) para calcular dois índices de risco de incêndio com base em dados meteorológicos diários. O primeiro índice estima a inflamabilidade dos combustíveis finos mortos, esta é obtida a partir de dados tabelados de humidade relativa e temperatura (ICONA, 1988; o segundo é uma modificação do índice de I87 Carrega (1991)). Nesta série temporal verifica-se um aumento das temperaturas médias e máxima diária, e uma diminuição da humidade relativa diária, o que correspondeu a um aumento de ambos os índice elaborados. O número de ocorrências e área ardida também

aumentou durante este período, o que comprova a grande correlação entre os fatores meteorológicos e o risco de incêndio. Entre 1968 e 1994, na área em estudo, registaram-se 16 776 incêndios que resultaram numa área ardida de 738 306 ha, 67% destes incêndios ocorreram no período de Verão (Junho a Setembro) e correspondem a 85% do total de área ardida (Piñol *et al.*, 1998).



**Figura 42:** Relação entre os índices ICONA e I87mod e o número de incêndios (A: ICONA index, B: I87mod índice) e área ardida (C: ICONA index, D: I87mod índice) durante a época de incêndios (Piñol *et al.*, 1998).

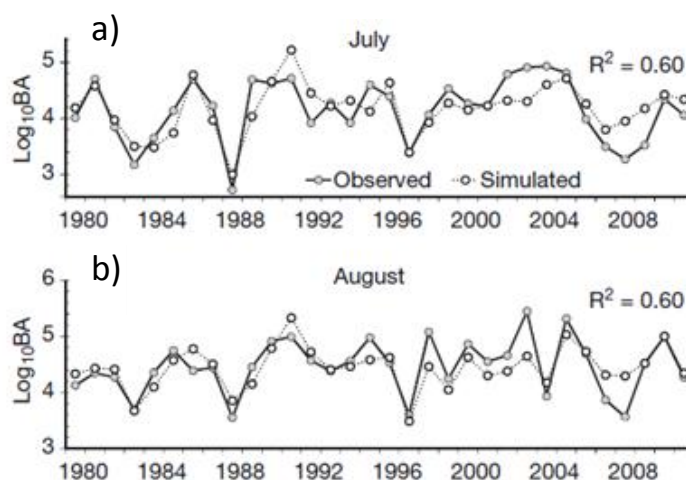
Conclui-se com base na Figura 43 que o número de incêndios e a área ardida aumenta quando comparadas com o aumento de número de dias com índices de risco de incêndio elevado. Ou seja, que as condições meteorológicas influenciam fortemente a ocorrência e severidade dos incêndios. As alterações climáticas tendem a afetar estas condições meteorológicas, sendo que está previsto um aumento do número de dias com temperaturas elevadas, o que irá agravar os índices de risco de incêndio e consequentemente a ocorrência destes essencialmente no Verão.

Foi verificada uma grande correlação entre o número de dias com risco de incêndio elevado e o número de incêndios e a área ardida. Este fato pode levar à conclusão de que a evolução do número de incêndios e área ardida são uma consequência das alterações climáticas, Contudo esta afirmação não é totalmente correta porque a incidência de incêndios depende de vários fatores, alguns deles não meteorológicos (Piñol *et al.* 1998, 355).

Em 2013 foi publicado um estudo de Pereira et al., onde foram estudados os efeitos regionais das alterações climáticas nos fogos rurais em Portugal. Este estudo é semelhante ao de Piñol et al. (1998), mas Pereira et al. (2013) considera uma previsão do número de incêndios com base no cenário B1 (Cenários SRES, IPCC).

Neste estudo são analisadas três variáveis: dados sobre fogos rurais, dados meteorológicos (observados e simulados) e índices de risco de incêndio.

Todas estas variáveis foram trabalhadas estatisticamente de modo a estabelecer um histórico e uma média da área ardida para os meses de Julho e Agosto, Figura 44.



**Figura 43:** Valores observados e modelados da área ardida para o período 1980-2011 (Logaritmo decimal da área ardida- $\text{Log}_{10}\text{BA}$ ). a) Julho; b) Agosto (Pereira et al., 2013).

A estes dados foi aplicado um Modelo Climático de Circulação Global para dois períodos de 30 anos (2051-2080 e 2071-2100) aliado ao cenário de emissões B1 do IPCC.

Como resultado dessa modelação apresenta-se a Tabela 12 que expressa um valor logarítmico de área ardida observado e modelado de 4.31 para o período entre 1980 e 2011 e de 5.06 para o período entre 1971 e 2000. As previsões para os períodos futuros de 2051-2080 e 2071-2100 registam um aumento destes valores (5.63 e 6.03 respectivamente), ou seja, é previsto um aumento gradual da área ardida para estes períodos em Portugal.

**Tabela 12:** Estatística do teste de normalidade one-sample Kolmogorov- Smirnov para áreas ardidas em Julho e Agosto, respeitando o período de 30 anos de valores observados (1981-2010) (Pereira et al. 2013).

	Média dos valores logarítmicos das áreas ardidas.	Desvio Padrão	P (probabilidade de significância)
<b>Observado</b>	4.31	0.54	0.41
<b>Modelado</b>	4.31	0.43	0.85
<b>20C3M (1971-2000)</b>	5.06	1.06	0.42
<b>B1. 2051-2080</b>	5.63	0.72	0.38
<b>B1. 2071-2100</b>	6.03	1.07	0.68

Os resultados indicam que as anomalias médias de precipitação em Março seguido de anomalias positivas de temperatura e anomalias negativas de precipitação e humidade relativa do ar na época anterior aos incêndios estão relacionadas com os anos mais gravosos. Comparando o cenário atual (20C3M) e os cenários futuros (B1, para os períodos 2051-2080 e 2071-2100), as médias logarítmicas de área ardida aumentam 7% e 11% respetivamente (Pereira *et al.*, 2013).

Em Portugal Continental, as séries temporais de temperatura máxima e mínima apresentam tendências semelhantes ao nível global. No final do século verificou-se um aumento significativo das temperaturas mínimas e máximas, havendo assim uma diminuição da amplitude térmica. Dias e noites mais quentes, e o aumento do risco de ondas de calor são uma tendência real. Por outro lado, verifica-se uma diminuição de dias ou noites mais frias e vagas de frio (ENAAAC, 2012).

No âmbito da ENAAAC foram elaborados diversos relatórios de progresso por parte dos diversos setores prioritários: Agricultura; Biodiversidade; Economia; Energia; Florestas; Saúde; Segurança de Pessoas e Bens; Transportes e Comunicações; Zonas Costeiras.

O relatório da ENAAAC (2012) (grupo de Segurança de Pessoas e Bens) apresenta uma comparação semelhante ao estudo de Pereira et al. (2013) mas mais simplificada. Neste relatório são utilizadas três variáveis: os desvios dos valores de temperatura máxima face às normais climatológicas do período entre 1971 e 2000, os valores relativos ao número de incêndios florestais e respectiva área ardida, sendo efetuada uma análise aos dados entre 2001 e 2011 das variáveis referidas, Tabela 13.

**Tabela 13:** Dados observados entre 2001 e 2011 relativos ao número de incêndios, área ardida e desvios de temperatura (ENAAC, 2012).

	<b>Nº de incêndios total (Jun-Set)</b>	<b>Nº de incêndios total/dia (Jun-Set)</b>	<b>Total Área ardida (ha) (Jun-Set)</b>	<b>Total Área ardida/dia (ha) (Jun-Set)</b>	<b>Desvios da Temperatura máxima (°C) (Jun-Set)</b>
<b>2001</b>	23 487	193	110 119	905	1,00
<b>2002</b>	24 200	198	126 803	1 042	0,13
<b>2003</b>	23 513	192	467 133	3 804	1,88
<b>2004</b>	20 326	167	139 447	1 155	1,88
<b>2005</b>	28 133	230	315 683	2 569	2,25
<b>2006</b>	19517	160	79 761	649	1,50
<b>2007</b>	11.366	93	21 963	180	-0,25
<b>2008</b>	10.787	89	11 121	91	-0,38
<b>2009</b>	18 710	154	68 482	561	0,88
<b>2010</b>	21 629	177	134 667	1 094	2,00
<b>2011</b>	16 640	136	41 937	343	0,50
<b>Média</b>	<b>19 846</b>	<b>163</b>	<b>137 920</b>	<b>1 127</b>	<b>1.03</b>

Estes dados foram trabalhados de modo a ser encontrada uma tendência do número de incêndios e área ardida e em função dos possíveis aumentos de temperatura, Tabela 14.

**Tabela 14:** Evolução do número de ocorrências e área ardida em função da variação da temperatura para o período de Junho a Setembro (ENAAC, 2012).

<b>Desvio da Temperatura máxima (°C)</b>	<b>Nº de incêndios total</b>	<b>Nº de incêndios total/dia</b>	<b>Total Área ardida (ha)</b>	<b>Total Área ardida/dia (ha)</b>
0	15 553	128	36 454	301
0,5	17 629	145	85 514	700
1	19 705	162	134 574	1 099
1,5	21 780	179	183 634	1 499
2	23 856	195	232 694	1 898
2,5	25 932	212	281 754	2 298
3	28 008	229	330 814	2 697

Este estudo conclui que para um aumento das temperaturas máximas existe um aumento do número de ocorrências e da área ardida. A partir destes dados calcularam-se os acréscimos de ocorrências e de áreas ardidas para o período de Verão, tendo em conta três cenários do aumento das médias das temperaturas máximas, Tabela 15 (ENAAC, 2012).

**Tabela 15:** Variação do número de incêndios e área ardida em função da temperatura para o intervalo de Junho a Setembro (ENAAC, 2012).

<b>Varição da Temperatura</b>	<b>Acréscimo nº Incêndios</b>	<b>Acréscimo na Área Ardida</b>
+ 1°C	27%	269%
+ 2°C	53%	538%
+ 3°C	80%	807%

Tendo em consideração que as cenarizações indicam aumentos de temperaturas e que o Sul da Europa é uma zona susceptível aos efeitos das alterações climáticas, é expectável um aumento significativo do número de ocorrências e da área ardida entre Julho e Setembro (ENAAAC, 2012).

Considerando-se que se têm verificado, para os períodos mais críticos, 400 a 500 incêndios florestais por dia, as alterações climáticas deverão induzir um aumento destes valores (ENAAAC, 2012).

Nos cenários IS92, A2 e B2 a temperatura máxima de Verão aumenta consideravelmente, com valores acima dos 30°C em todo o país exceto o Litoral. As diferenças de temperatura entre o Litoral e o Interior são mais intensas no cenário A2, que prevê temperaturas superiores a 38°C no Alentejo Interior e superiores a 34°C no Norte (Minho e Trás-os-Montes) (Miranda *et al.*, 2006).

### **5.2.1. Medidas de Adaptação**

A prevenção e mitigação de incêndios florestais é de crucial importância em países como Portugal, que todos os Verões são severamente afetados pelos incêndios. A gestão florestal, a gestão de combustíveis, a criação de redes e faixas de gestão de combustível, a existência de uma rede viária florestal e de sistemas de vigilância, aviso e alerta são ações obrigatórias para a prevenção e mitigação de incêndios florestais.

O Plano Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios (PNDFCI) baseia-se em 4 eixos estratégicos fundamentais (ENAAAC 2013a):

- Aumento da resiliência do território aos incêndios florestais;
- Redução de incidência de incêndios;
- Melhoria da eficácia do ataque e da gestão dos incêndios;
- Recuperar e reabilitar ecossistemas.

O relatório de progresso da ENAAAC (grupo da Agricultura e Florestas) apresenta 3 objetivos estratégicos em que o primeiro se sobrepõe com o primeiro eixo estratégico do PNDFCI:

- Aumentar a resiliência, reduzir os riscos e manter a capacidade de produção de bens e serviços;

- Aumentar e transferir o conhecimento entre os agentes dos setores;
- Monitorizar e avaliar.

O primeiro objetivo estratégico refere-se à preservação e resiliência do território no âmbito da prevenção/mitigação estruturais ou não estruturais de modo a existir uma correta gestão de riscos. O segundo objetivo refere-se ao conhecimento dos riscos existentes e à partilha de informação, para que as incertezas que estão inerentes às alterações climáticas sejam minimizadas e a análise e gestão de riscos sejam mais eficazes. O terceiro objetivo estratégico visa uma avaliação e monitorização dos impactos das alterações climáticas e ainda dos planos e programas implementados ou a implementar.

Considerando o possível agravamento dos impactos produzidos pelos incêndios florestais devido às alterações climáticas, é justificável o reforço da capacidade de resposta e implementação de medidas preventivas (EN AAC, 2013 b).

A complexidade destes fenómenos atribui um papel importantíssimo à comunidade científica, para que esta providencie o conhecimento necessário para se atuar em termos de prevenção de modo a eliminar ou reduzir incertezas que possam existir (EN AAC, 2013 a).

Para se cumprir, tanto os eixos estratégicos do PNDFCI, como os objetivos estratégicos dos relatórios da EN AAC, é necessário implementar medidas de adaptação que podem subdividir-se em medidas de prevenção/mitigação, preparatórias, de resposta e de recuperação/reabilitação, de acordo com as diferentes fases do ciclo de emergência.

Na Tabela 16 apresentam-se medidas de adaptação para cada uma das fases do ciclo de emergência.

**Tabela 16:** Medidas de adaptação às alterações climáticas relativas aos incêndios florestais.

<b>Medidas de Prevenção/ Mitigação</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Restrições à ocupação de áreas de risco.</li><li>• Atividades de gestão e prevenção florestal.</li><li>• Criação e manutenção de redes de defesa da floresta contra incêndios.</li><li>• Silvicultura preventiva.</li></ul>
<b>Medidas Preparatórias</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Campanhas de informação pública.</li><li>• Partilha e disponibilização de dados para a criação de estudos de cenários.</li><li>• Realização de exercícios de âmbito operacional.</li><li>• Análise às dificuldades nas ações de combate devido aos aumentos de temperatura.</li><li>• Melhoramento dos sistemas de monitorização, aviso e alerta.</li><li>• Estímulos ao debate e à consideração dos impactos das alterações climáticas nos incêndios florestais.</li><li>• Estímulos à prevenção e gestão florestal por parte dos proprietários (nas zonas de maior risco).</li></ul>
<b>Medidas de Resposta à Emergência</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dimensionamento e disposição do dispositivo operacional (meios humanos e materiais) de acordo com o aumento do número de ocorrências previsto.</li></ul>
<b>Medidas de Recuperação/ Reabilitação</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Seleção de espécies na reflorestação de áreas ardidas.</li><li>• Recuperação de ecossistemas.</li><li>• Início de atividades que visem a prevenção/mitigação.</li></ul>

Para existir uma resposta aos desafios colocados pelas alterações climáticas é necessário um esforço de todos os agentes setoriais. Tendo em conta a visão que os produtores agrícolas e florestais possuem sobre este setor, estes são elementos fundamentais nos processos de implementação de medidas de adaptação. A administração pública tem igualmente um papel relevante na promoção da resiliência e adaptação às alterações climáticas do setor agrícola e florestal (EN AAC, 2013 a).

Concluindo, os aumentos de temperatura e a diminuição de precipitação no Verão irão aumentar significativamente o risco meteorológico de incêndio e causar dificuldades no combate. Com estes aumentos tornam-se ainda mais importantes medidas que visem a diminuição do número de ocorrências e respectiva área ardida.

A eficácia e suficiência dos meios e recursos disponíveis devem ser analisadas para que, quando os aumentos de temperatura e do risco de incêndio se verificarem os sistemas e

agentes de proteção civil estejam preparados para contrariar os aumentos previstos quanto ao número de ocorrências e área ardida.

### 5.3. Inundações

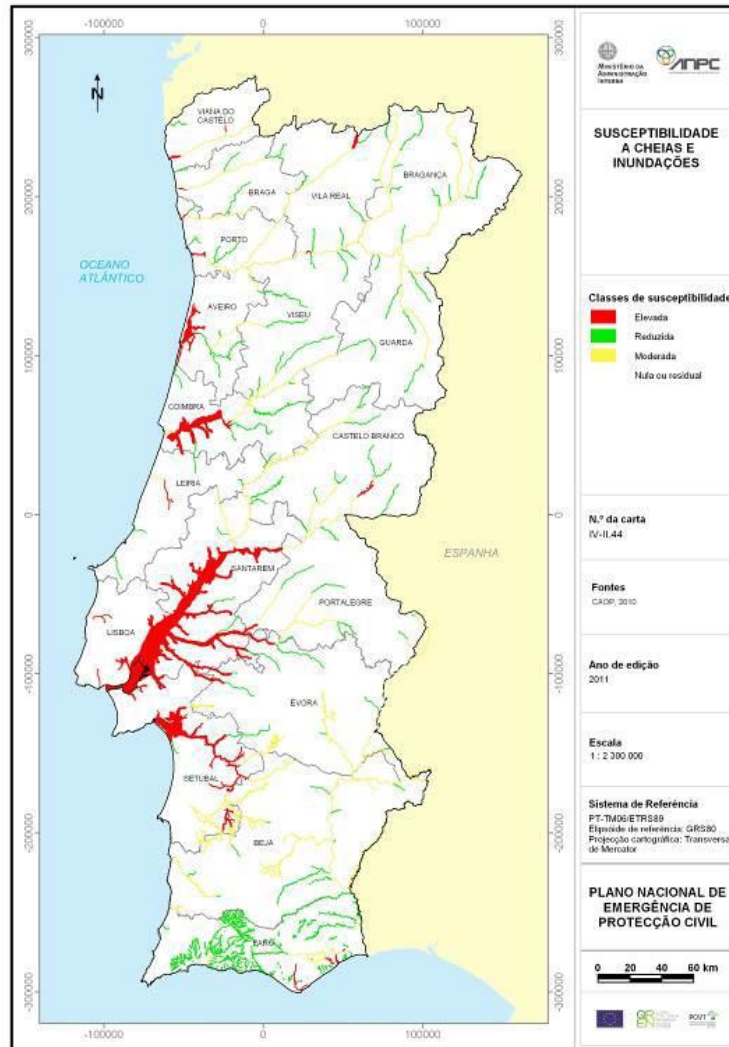
As cheias e inundações ocorrem devido à precipitação sendo a frequência e a intensidade variáveis em função de fatores naturais ou induzidos pelo Homem. Em Portugal Continental, as bacias hidrográficas mais afetados por cheias e inundações são as do Tejo, Douro e Sado, com relevância também para as do Lima, Cávado e Mondego (ANPC, 2014).

Na Tabela 17 apresentam-se a cheias e inundações mais relevantes que ocorreram entre 1948 e 2008. As alterações de precipitação e a maior frequência e intensidade de eventos extremos, potenciam também a ocorrência de inundações urbanas. Os recentes episódios de inundações em Lisboa, Albufeira e Coimbra são exemplos de eventos extremos que provocaram inundações urbanas com danos avultados.

**Tabela 17:** Principais ocorrências de cheias e inundações (ANPC, 2014).

Ano	Localização
1948	Rios principais
1962	Rios Mondego e Douro
1967	Rio Tejo
1969	Rios Tejo e Sado
1978	Rios Tejo e Sado
1979	Rio Tejo
1983	Rio Tejo
1989	Rios Tejo e Douro
1997	Baixo Alentejo
2000-01	Rios Tejo e Douro
2001	Rio Mondego
2008	Lisboa e Setúbal

Na Figura 45 apresentam-se as regiões com maior suscetibilidade à ocorrência de cheias e inundações. As regiões identificadas são os vales dos rios Tejo e Sado (Lezíria do Ribatejo), o rio Mondego, o estuário do rio Vouga (Ria de Aveiro), a Foz do Douro e um troço deste rio na zona do Peso da Régua (ANPC, 2014).



**Figura 44:** Carta de suscetibilidade a cheias e inundações. (ANPC, 2014 *Ibid* Plano Nacional de Emergência de Protecção Civil – ANPC).

Os cenários climáticos relativos à precipitação apresentam um grau de incertezas superior aos cenários de temperatura. Apesar disto, projetam-se alterações no sentido de haver uma redução de precipitação no Outono, Primavera e Verão e uma redução da duração da estação chuvosa (Inverno) mas com fenómenos de precipitação mais intensa. Este fato potencia ocorrência de cheias e inundações no Inverno (ANPC, 2014).

Este cenário apresentado na Avaliação Nacional de Risco, tal como nos vários relatórios do IPCC, demonstra uma visão clara do impacto das alterações climáticas inerente às alterações na precipitação. Os fenómenos de precipitação serão mais intensos durante o inverno e haverá uma drástica diminuição no Verão, o que potenciará um aumento do número de cheias e inundações, tanto fluviais como urbanas no Inverno. Por outro lado

a ausência de precipitação no verão irá aumentar o risco de seca e ainda criará condições propícias para a ocorrência de incêndios.

Normalmente, é possível prever para as grandes bacias uma inundação através de dados meteorológicos e do conhecimento das descargas das barragens, sendo assim possível avisar ou alertar as popula es para que tomem medidas de autoprote o e se minimizem as consequências de uma cheia ou inunda o. Por outro lado, a instabilidade atmosférica e as precipita es intensas mais repentinas são difíceis de prever, pelo que nem sempre   possível alertar a popula o atempadamente. Em Portugal, no âmbito da Prote o Civil a possibilidade de ocorrência de cheias começa a ser analisada no Outono até   Primavera (ANPC s.d.).

Os impactos das altera es climáticas em fenómenos extremos (cheias ou secas) aparentam estar a aumentar, em parte devido às altera es ao regime de precipita o (mais períodos húmidos em épocas mais curtas). Pode parecer contraditório, mas os períodos de precipita o intensa intercalados com longos períodos de seca potenciam um aumento de fenómenos de cheias e secas. Em zonas costeiras a subida do nível das águas do mar, aumenta o risco de inunda es costeiras e em zonas de foz e estuários (EN AAC, 2013).

A  gua constitui um importante recurso natural, essencial   existência de vida,   também um elemento fundamental do exercício de algumas atividades como, a agricultura, as florestas, a biodiversidade, a indústria, a energia, as pescas, a saúde e o turismo. As altera es climáticas podem provocar altera es em diversas componentes do ciclo hidrológico e dos que com este interagem (EN AAC, 2013).

A Figura 46 e a Tabela 18 demonstram a interliga o entre as altera es climáticas e os seus impactes nos recursos hídricos. A emissão de GEE e o conseqüente aumento de temperatura interferem na quantidade de precipita o, a abundância ou falta desta potencia fenómenos extremos e interfere na quantidade e qualidade de água disponível. Observa-se que o aumento do nível médio das águas do mar que potencia eventos de inunda es e galgamentos costeiros (Figura 46). A forte presença de aglomerados populacionais na linha de costa aumenta a vulnerabilidade das popula es às inunda es costeiras. Todas as altera es na precipita o irão provocar impactes nos mais variados setores de atividade: Saúde; Biodiversidade; Energia; Industria; Turismo; Agricultura e Sócio economia.

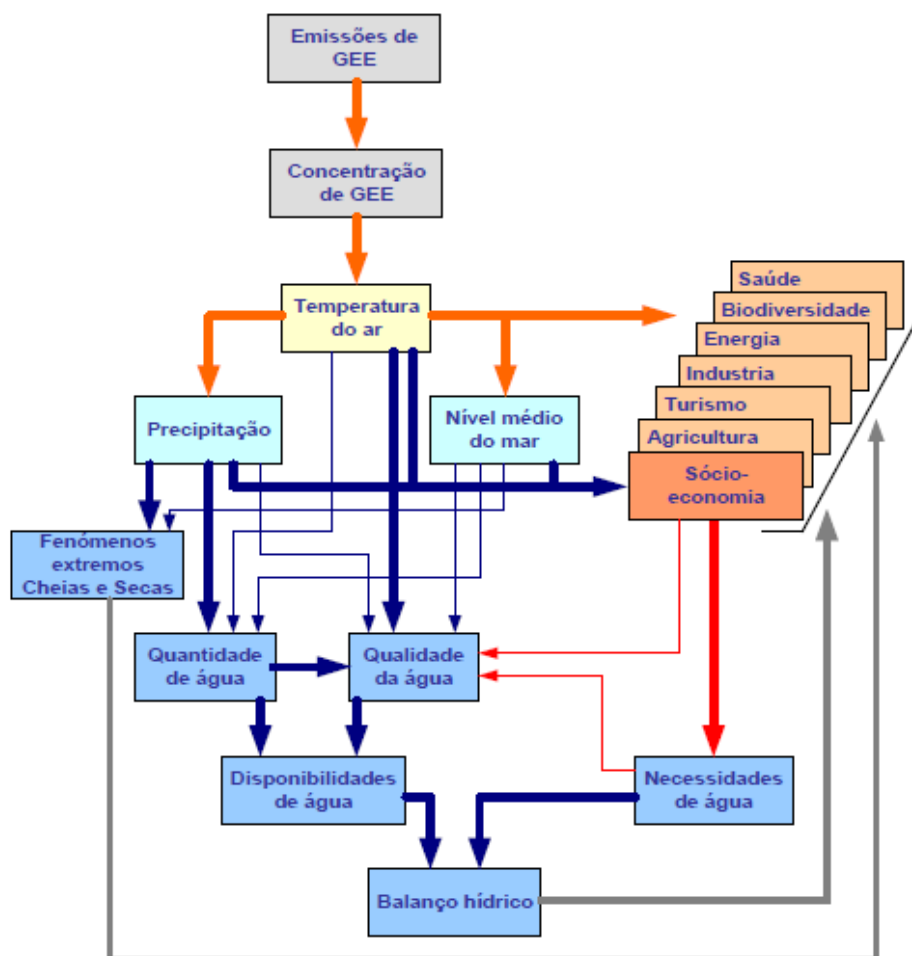


Figura 45: Impactes das alterações climáticas nos recursos hídricos (ENAAC, 2013).

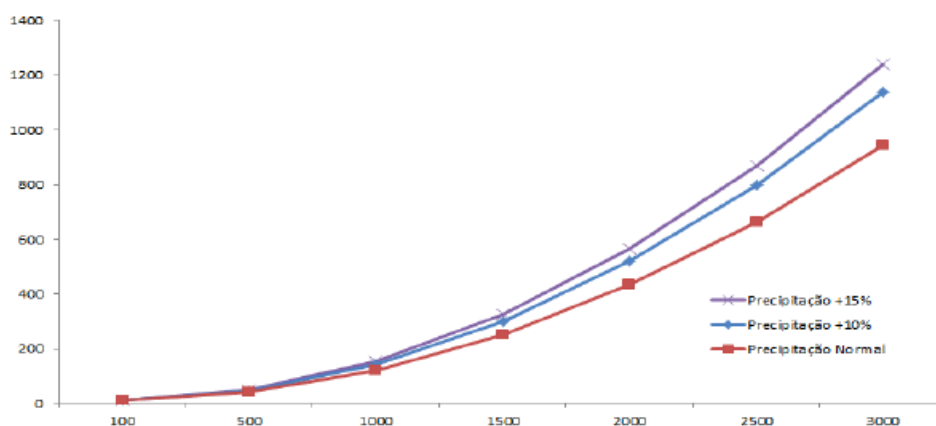
Tabela 18: Impactes das alterações climáticas nos recursos hídricos (ENAAC, 2013).

Área	Impacto
Disponibilidade de água	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução do escoamento anual e da recarga anual dos aquíferos, sobretudo no sul;</li> <li>• Aumento da variabilidade do escoamento e da assimetria regional da disponibilidade da água;</li> <li>• Aumento do risco de secas.</li> </ul>
Procura de água	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possível aumento da procura de água para a agricultura;</li> <li>• Aumento da procura de água para produção de energia para reduzir a dependência de combustíveis fósseis.</li> </ul>
Qualidade da água	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuição da qualidade da água devido à redução do escoamento, ao aumento da temperatura da água e ao possível aumento da erosão do solo e da contaminação difusa;</li> <li>• Salinização dos aquíferos costeiros devido ao aumento do nível médio do mar e à diminuição da recarga dos aquíferos;</li> <li>• Degradação da saúde dos ecossistemas.</li> </ul>
Risco de cheias e inundações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento do risco de cheias, sobretudo no norte do país e nas zonas costeiras.</li> </ul>

À semelhança dos incêndios, no Relatório de Progresso da ENAAC do (Grupo de Segurança de Pessoas e Bens) foi efetuada uma análise entre a quantidade de precipitação e o número de ocorrências.

Em pequenas bacias de drenagem urbanas, os tempos de concentração do pico de inundação são mais reduzidos o que causa cheias rápidas com impactos. A ocorrência de cheias em bacias urbanas e ribeirinhas são fortemente influenciadas pela atividade humana., As subidas repentinas de caudal devido a chuvas intensas são mais frequentes no Sul de Portugal Continental. Perante este cenário, torna-se necessária uma resposta adequada e articulada em termos de Proteção Civil, perante os graus de severidade e gravidade dos danos potenciais da precipitação extrema e ocorrência de cheias rápidas (EN AAC, 2012). As previsões indicam que as alterações na precipitação variam significativamente em termos espaciais. É projetada uma maior quantidade nas latitudes elevadas e nas regiões equatoriais e menos precipitação nas latitudes médias, onde se inclui Portugal e o Sul da Europa. É também projetado um aumento na frequência e intensidade de fenómenos extremos como, a elevada precipitação em períodos de curta duração. Sendo estimado um aumento de 10% a 15% dos fatores extremos e quantitativos acumulados (EN AAC, 2012).

Com estas estimativas foi elaborado um gráfico que analisa a variação entre a precipitação acumulada e ocorrências relacionadas face a dois cenários.



**Figura 46:** Variação entre a precipitação acumulada e ocorrências relacionadas face a dois cenários. (EN AAC, 2012).

Desta análise, conclui-se que um aumento de precipitação convectiva na ordem dos 10 a 15% potencia o aumento do número de ocorrências em 16% e 25% respectivamente, Tabela 19 (ENAAC, 2012).

**Tabela 19:** Tendências potenciais de desvios de precipitação e do número de ocorrências face aos cenários analisados (ENAAC 2012, 9).

Precipitação	Desvio de Precipitação	Desvio de ocorrências
Normal	0	0%
Cenário 1	+ 10%	+ 16%
Cenário 2	+ 15%	+ 25%

Com os dados apresentados neste relatório ENAAC (2012) pode-se concluir que o número de ocorrências de inundações poderá aumentar apesar das incertezas inerentes a estas previsões. Analisando as previsões do IPCC mais detalhadamente pode-se afirmar que o aumento do número de ocorrências relacionadas com cheias e inundações irá concentrar-se essencialmente no Inverno.

### 5.3.1. Medidas de adaptação

Os impactes das alterações climáticas no ciclo hidrológico são variados, no contexto da proteção civil as inundações são um fenómeno que se tende a agravar essencialmente no inverno, pelo que, é necessário que sejam implementadas medidas de adaptação às alterações climáticas neste âmbito.

A disponibilidade e a qualidade da água, bem como o risco de secas e inundações condicionam a implementação e localização de cidades, áreas agrícolas e florestais, unidades industriais e centrais de produção de energia. A utilização da água nestas localizações tem sido definido ao longo do tempo tendo em conta o quadro climático. Se este quadro se altera é necessária uma análise profunda dos sistemas ligados a recursos hídricos (ENAAC, 2013).

O relatório da ENAAC relacionado com os recursos hídricos apresenta vários programas de adaptação, o programa nº 5 recai sobre o tema do risco e controlo de cheias, as medidas propostas neste programa estão transcritas na tabela 20.

**Tabela 20:** Medidas propostas para o controlo do risco de cheias do relatório ENAAC - Estratégia Setorial de Adaptação aos Impactos das Alterações Climáticas relacionados com os Recursos Hídricos (RH).

<b>Medida RH 5.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação aos fatores de risco de cheias e inundações, ou seja, avaliação dos impactos das alterações ao regime de precipitação e ondulação na costa. O conhecimento dos riscos e dos seus impactos proporciona uma maior facilidade na tomada de decisão de implementação de medidas e atuação em resposta operacional.</li> </ul>
<b>Medida RH 5.2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Com o conhecimento sobre os impactos deve-se efetuar o dimensionamento de infraestruturas apropriado às previsões existentes. Este processo requer uma análise contínua e prolongada na recolha de informação.</li> </ul>
<b>Medida RH 5.3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Na identificação de zonas em risco de inundação dos Planos de Gestão do Risco de Inundações. Para as primeiras cartas e planos criados entre 2011 e 2015, a legislação correspondente (Decreto-Lei n.º 115/2010, que estabelece um quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundações), estabelece uma avaliação preliminar dos riscos de inundações a longo prazo decorrentes do impacto das alterações climáticas. Este tipo de medidas são uma importante base para a adaptação às alterações climáticas o futuro.</li> </ul>
<b>Medida RH 5.4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A adequação da ocupação em zonas de risco e o reforço das respectivas infraestruturas. Pode ser necessário, em certos casos, a construção de diques ou de outras estruturas e proteção, ou em casos extremos, a deslocação da população e/ou infraestruturas.</li> </ul>

À semelhança com os capítulos anteriores foi elaborada no presente estudo uma tabela com medidas de adaptação distribuídas pelas diferentes fases do ciclo de emergência.

**Tabela 21:** Medidas de adaptação às alterações climáticas relativas às inundações.

<p><b>Medidas de Prevenção/ Mitigação</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeamento urbano e restrições à ocupação de áreas de risco.</li> <li>• Promover a permeabilidade de áreas de risco.</li> <li>• Construção de diques/barreiras que permitam a prevenção de inundações fluviais e costeiras.</li> <li>• Novos investimentos e a criação de novas infraestruturas devem ter em conta os riscos atuais e futuros de cheias e inundações.</li> <li>• Especial cuidado na implantação de infraestruturas sensíveis (serviços de proteção civil, saúde, escolas e redes viárias principais).</li> <li>• Gestão eficiente dos recursos hídricos para não existirem insuficiências em períodos de seca.</li> <li>• Reforço da gestão das bacias hidrográficas nacionais e internacionais.</li> </ul>
<p><b>Medidas Preparatórias</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campanhas de informação pública.</li> <li>• Partilha e disponibilização de dados para a criação de estudos de cenários.</li> <li>• Melhoramento dos sistemas de monitorização, aviso e alerta.</li> <li>• Realização de exercícios de âmbito operacional.</li> <li>• Estímulos ao debate e à consideração dos impactos das alterações climáticas relativos a ondas de calor.</li> <li>• Consideração dos impactos das alterações climáticas nos diferentes tipos de planos (Planos de Emergência, Planos de Contingência, Planos Municipais de Ordenamento do Território, entre outros).</li> </ul>
<p><b>Medidas de Resposta à Emergência</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionamento e disposição dos serviços de proteção civil de acordo com o aumento dos impactos e de ocorrência de inundações.</li> </ul>
<p><b>Medidas de Recuperação/ Reabilitação</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhoramento de planos e estratégias tendo em conta os impactos verificados no passado.</li> <li>• Criação de uma rede de voluntariado para operações de limpeza e recuperação de áreas afetadas por inundações.</li> </ul>

Para as zonas costeiras o fenómeno com mais relevância é a subida do nível médio da água do mar e modificação do regime de ondulação marítima que pode provocar uma maior intensidade e frequência de inundações costeiras. As previsões apontam para uma manutenção da altura média anual das ondas, mas para um agravamento dos temporais, quer no inverno, quer no verão. A ocorrência em simultâneo de praia-mar de águas vivas e precipitação intensa podem causar inundações de intensidade muito elevada provocando danos significativos (ENAAAC, 2013).

Para contrariar estes fenómenos é necessária uma estratégia de resposta às alterações climática que inclua várias ações articuladas entre si. A adaptação constitui esse processo de resposta e de implementação de medidas com vista a minimizar os impactos

das alterações climáticas. Como já foi referido neste trabalho as incertezas são uma constante no tema das alterações climáticas, cabe às entidades administrativas e de gestão atualizar o conhecimento sobre o tema e implementar medidas preventivas antecipadamente (EN AAC, 2013).

Na Tabela 22 apresentam-se os principais impactos esperados em função das alterações de temperatura e precipitação previstas. As tendências das variáveis são de aumento com exceção das anomalias de precipitação no verão que tenderão a diminuir. Poderão existir aumentos de variáveis que se podem traduzir numa diminuição do risco para as populações: é o caso do aumento da temperatura mínima de inverno que tem como consequência a diminuição de vagas de frio.

**Tabela 22:** Resumo dos impactos das alterações climáticas que tenham uma ligação mais direta à proteção civil e à sua atividade.

Variável	Tendência	Impactos
Temperatura mínima de Inverno	Aumento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuição de vagas de frio e consequente diminuição da mortalidade e afluência a serviços de saúde.</li> </ul>
Temperatura máxima no Verão	Aumento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento do número de ocorrências de incêndios e respectiva área ardida.</li> <li>• Aumento do risco meteorológico de incêndio.</li> <li>• Maiores dificuldades no combate aos incêndios devido às altas temperaturas.</li> <li>• O aumento do número de ocorrências de incêndios pode levar à diminuição da capacidade de resposta dos serviços de proteção civil.</li> </ul>
Número médio de “dias de Verão” por ano	Aumento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento da frequência e intensidade das ondas de calor.</li> <li>• Aumento da mortalidade e afluência aos serviços de saúde em períodos de ondas de calor.</li> <li>• Aumento da época crítica de incêndios.</li> <li>• Aumento do número de ocorrências de incêndios e respectiva área ardida.</li> <li>• Aumento do risco meteorológico de incêndio.</li> <li>• Maiores dificuldades no combate aos incêndios devido às altas temperaturas.</li> <li>• O aumento do número de ocorrências pode levar à diminuição da capacidade de resposta dos serviços de proteção civil.</li> </ul>
Número médio de “dias muito quentes” por ano		
Número máximo de dias consecutivos com temperatura máxima superior a 35°C		
Anomalias de precipitação no Verão	Diminuição	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento do risco de seca.</li> <li>• Insuficiências no abastecimento de água.</li> <li>• Aumento do risco meteorológico de incêndio.</li> <li>• Maiores dificuldades no combate aos incêndios.</li> </ul>
Anomalias de precipitação no Inverno	Aumento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento do número de ocorrências de cheias e inundações.</li> <li>• O aumento do número de ocorrências de inundações pode levar à diminuição da capacidade de resposta dos serviços de proteção civil.</li> </ul>

## 6. Inquéritos

### 6.1. Introdução

Ao longo das últimas décadas as alterações climáticas têm vindo a ganhar importância política, e por consequência o debate entre os dois eixos estratégicos fundamentais: a mitigação (redução de gases de efeito de estufa) e a adaptação (capacitar as comunidades para serem mais resilientes aos impactos das alterações climáticas).

A criação de políticas, normas, diretivas, leis, entre outros, cabe aos governantes e decisores, contudo, estas necessitam do apoio e colaboração dos cidadãos e das comunidades locais para ser possível obter resultados práticos com base nas políticas praticadas. Para isto ser possível, as entidades locais (câmaras municipais) têm um papel preponderante na implementação de medidas estruturais e não estruturais ao nível do município.

Um exemplo de uma boa prática da atuação dos municípios é o projeto: “*ClimAdapt* - Estratégias Municipais de Adaptação às Alterações Climáticas”, onde se inserem 26 municípios de Portugal Continental. Este projeto tem como principais objetivos:

- Elaborar 26 Estratégias Municipais de Adaptação às Alterações Climáticas (EMAAC);
- Formar 52 técnicos municipais em Adaptação às Alterações Climáticas;
- Criar uma Plataforma para a Adaptação Municipal às Alterações Climáticas;
- Criar uma Rede de Municípios de Adaptação Local às Alterações Climáticas.

Portugal continental está subdividido por 278 concelhos, mas apenas 26 estão incluídos no projeto *ClimAdapt* e já estão comprometidos com a atuação estratégica face às alterações climáticas.

No âmbito deste estudo pretende-se estudar o grau de envolvimento dos municípios do continente na problemática das alterações climáticas. Foi elaborado um inquérito (Anexo 1) que foi distribuído pelas 278 câmaras municipais do continente, onde se colocam questões relativas à atuação dos municípios face às alterações climáticas e sobre os possíveis impactos das alterações climáticas nos concelhos. Os concelhos são igualmente questionados sobre a existência de uma articulação e coordenação entre a

câmara municipal e as entidades distritais e nacionais com responsabilidades em proteção civil.

## 6.2. Metodologia

O inquérito elaborado tem como público-alvo as 278 câmaras municipais de Portugal Continental. Inicialmente este inquérito seria apenas para o território continental, pois, as ilhas são um caso de estudo um pouco diferente devido às diferenças de clima e possíveis impactos que nestas possam existir. No entanto e porque o inquérito foi distribuído aos municípios pela Associação Nacional dos Municípios Portugueses (ANMP), foram recebidas respostas de alguns municípios dos arquipélagos da Madeira e Açores, que foram introduzidos nos resultados. Utilizou-se a aplicação “Google Forms” para se operacionalizar o inquérito junto dos municípios e utilizaram-se os estilos de resposta “resposta múltipla” para 12 das 20 questões do inquérito e o estilo “caixas de verificação” para 7 questões (onde o inquirido pode selecionar mais do que uma resposta). Para a 1ª questão optou-se pelo estilo “resposta escrita” porque é utilizada na identificação do município. Para a elaboração dos gráficos e tabelas foi utilizado o software informático IBM SPSS Statistics 20 e para a elaboração de mapas foi o ESRI ArcGis 10.

Foi realizado um contacto com a ANMP de modo a requerer sua colaboração na divulgação e distribuição deste inquérito pelos municípios.

As 4 primeiras questões (Anexo 1) são apenas uma breve caracterização do município, em que se questiona o inquirido sobre a existência de um Serviço Municipal de Proteção Civil e se existe alguma preocupação da câmara municipal face às alterações climáticas. Estas questões têm como principal objetivo entender se as câmaras municipais e os respectivos Serviços Municipais de Proteção Civil encaram a temática das alterações climáticas como um problema de proteção civil e qual o grau de relevância que atribuem a esta problemática.

As duas questões seguintes abordam os riscos associados às alterações climáticas e os seus possíveis impactos no município e pretende-se entender se as câmaras municipais conhecem estes riscos.

A sétima, oitava e nona questões, inquiram a existência de estudos sobre os riscos associados às alterações climáticas e se estes são considerados no planeamento municipal (Plano Diretor Municipal, Planos de Urbanização, Planos de Pormenor e Plano Municipal de Emergência). A fase de planeamento é crucial no que diz respeito à prevenção e mitigação de riscos. As duas questões seguintes relacionam-se com dois dos objetivos do projeto ClimAdapt e questiona-se sobre a existência de EMAAC e técnicos com formação em adaptação às alterações climáticas. Estas duas questões têm 2 objetivos distintos, o primeiro é verificar se os 26 municípios integrados no projeto ClimAdapt cumprem duas das principais metas a que se comprometeram ao serem incluídos no programa, e se os restantes municípios atuaram neste âmbito, apesar de não estarem incluídos no projeto.

As questões nº 12 e 13 dizem respeito à informação pública. Estas auscultam o inquirido se foram postas em prática ações de informação à população relativas às alterações climáticas, sobre os riscos presentes no município e de que forma foi realizada esta informação.

Com as cinco perguntas seguintes pretende-se saber se as autarquias têm medidas de mitigação e adaptação às alterações climáticas já implementadas ou planeadas, e de que naturezas são essas medidas (ex. Ordenamento do território, Gestão florestal, Proteção dos recursos hídricos, Reforço de meios humanos e materiais para o socorro e emergência).

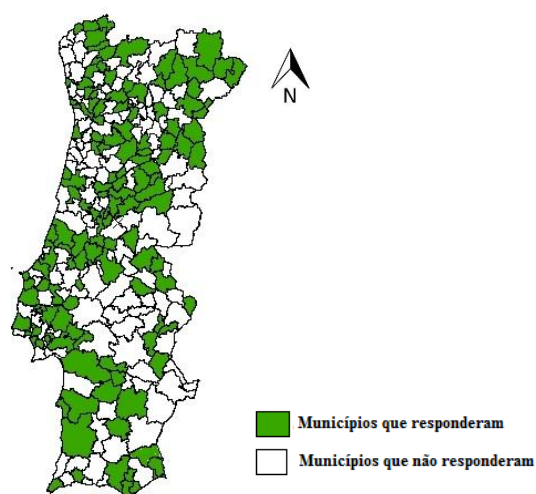
As duas últimas questões remetem para a comunicação e coordenação organizacional, onde se pretendem identificar os organismos (ou o organismo) da administração central ou regional que tem informado a câmara municipal sobre a temática das alterações climáticas (Agência Portuguesa do Ambiente, Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional, Ministério da Administração Interna, Associação Nacional de Municípios). Pretende-se também caracterizar o grau de coordenação existente entre as entidades responsáveis pela proteção civil a nível distrital (Comandos Distritais de Operações de Socorro - CDOS) e ao nível nacional (Autoridade Nacional de Proteção Civil - ANPC).

### 6.3. Resultados

Foram obtidas 159 respostas, mas 6 foram consideradas nulas por falta de identificação do município respondente. A primeira resposta foi obtida no dia 25 de Novembro de 2015 e foi do município de Vila de Rei e a última foi do município de Bragança no dia 24 de Fevereiro de 2016.

Foi também recebida uma resposta por parte da Comunidade Intermunicipal do Alentejo Central (CIMAC), que engloba os concelhos de Vendas Novas, Montemor-o-Novo, Mora, Arraiolos, Évora, Viana do Alentejo, Portel, Redondo, Borba, Estremoz, Alandroal, Reguengos de Monsaraz, Vila Viçosa e Mourão.

Na Figura 48 apresenta-se a distribuição geográfica dos municípios que responderam ao presente inquérito, não se verificando a existência de um padrão geográfico na distribuição dos municípios que responderam aos inquéritos.



**Figura 47:** Distribuição Geográfica dos municípios de Portugal Continental que responderam ao inquérito elaborado. (Escala: 1: 5.000.000)

A listagem dos municípios que responderam a esta questão está disponível no Anexo 2.

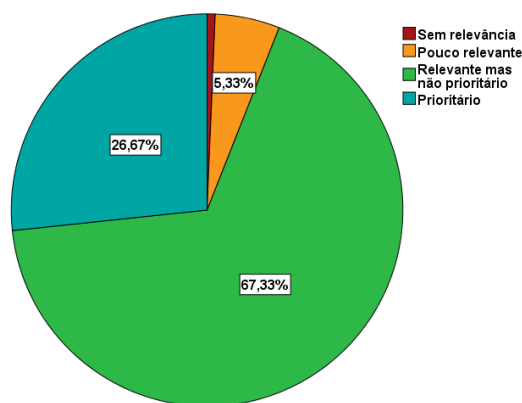
A segunda questão refere-se à existência de um Serviço Municipal de Proteção Civil (SMPC), e tem por objetivo efetuar uma comparação entre o número de municípios que possuem ou não um SMPC. Do total de 153 respostas, apenas 8 municípios referem que

não possuem um SMPC (Macedo de Cavaleiros, Alvito, Manteigas, Vila Nova da Barquinha, Castelo de Vide, São Brás de Alportel, Freixo de Espada à Cinta e a CIMAC).

A terceira questão foi dirigida apenas para os municípios com SMPC, e questiona-os se estão cientes dos riscos associados às alterações climáticas. Apenas 5 municípios responderam negativamente (Castelo de Paiva, Vila Viçosa, Borba, S. Pedro do Sul e Nordeste na ilha de São Miguel nos Açores).

A questão seguinte funciona como uma extensão da terceira pergunta, e onde é solicitado ao respondente um grau de relevância da temática das alterações climáticas no município. Foram apresentadas quatro opções de resposta, sem relevância, pouco relevante, relevante mas não prioritário e prioritário.

Como se verifica mais de 90% dos municípios atribuem importância à temática das alterações climáticas, Gráfico 1. No entanto, deste conjunto apenas 26% considera esta temática prioritária.

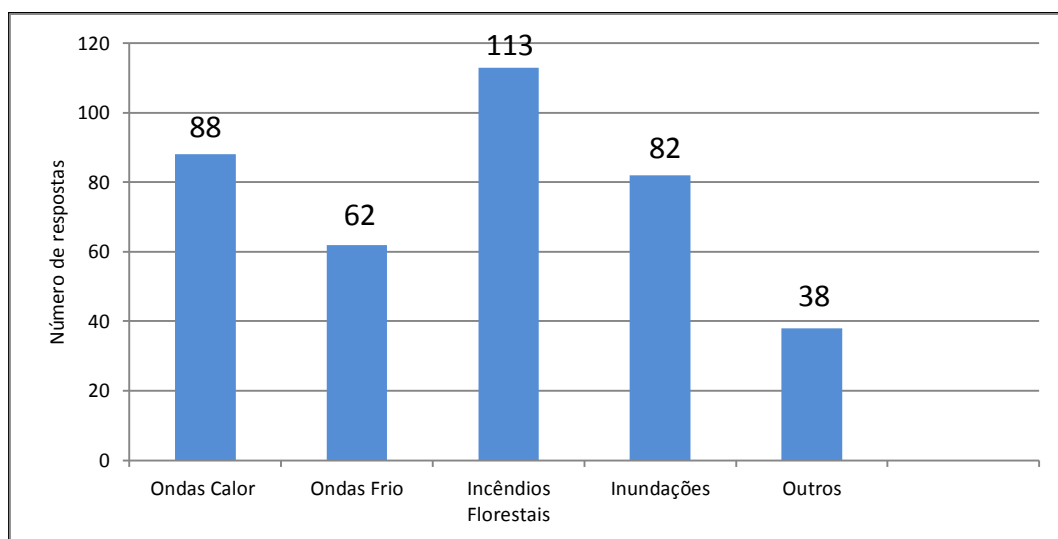


**Gráfico 1:** Graus de relevância (percentagens) atribuídos pelos municípios à temática das alterações climáticas.

Destes resultados conclui-se que existe uma preocupação das câmaras municipais no que diz respeito às alterações climáticas mas a maioria das autarquias têm outras prioridades setoriais.

Na quinta questão o respondente é inquirido sobre quais os riscos associados às alterações climáticas que podem causar impactos no espaço geográfico do município, e existia a possibilidade de os municípios selecionarem várias respostas. Foram incluídos

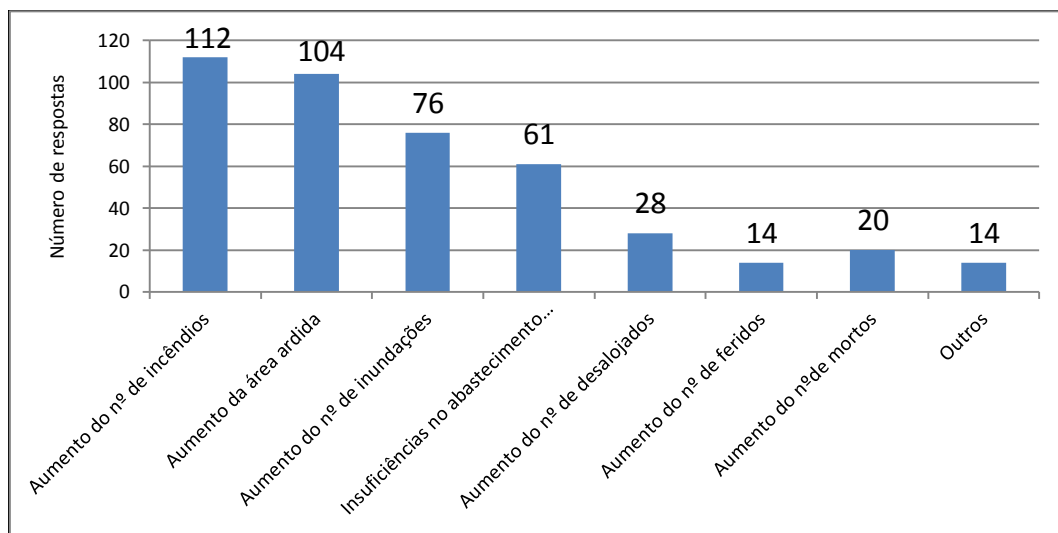
nas respostas riscos como, ondas de calor, ondas de frio, incêndios florestais, inundações e foi dada a possibilidade ao respondente de indicar outros riscos, Gráfico 2.



**Gráfico 2:** Resultados da questão número 5: “Quais são os principais riscos associados às alterações climáticas no município?”

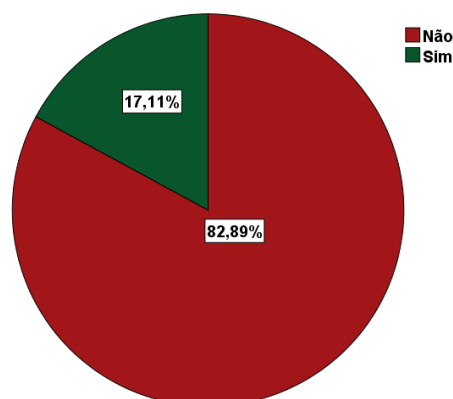
Como é observável no Gráfico 2, os incêndios florestais foram a opção mais selecionada, contabilizando 113 seleções, seguido pelas ondas de calor (88) e inundações (82). Apesar de as previsões do IPCC indicarem um aumento das temperaturas mínimas, a opção “Ondas de Frio” foi selecionada 62 vezes o que pode evidenciar falta de informação pública. Por último, a opção “Outros” foi selecionada por 38 respondentes, nesta opção foi colocada uma caixa de texto de modo a ser dada a possibilidade de especificar a resposta. As respostas maioritariamente referidas foram os movimentos de massas, as secas, a erosão e os galgamentos costeiros.

Os resultados apresentados no Gráfico 3 mostram que as maiores preocupações dos municípios residem no aumento do número de incêndios e da área ardida, nas inundações e no abastecimento de água às populações. Os respondentes que selecionaram a opção “outros” indicaram maioritariamente a seca como um dos principais riscos.



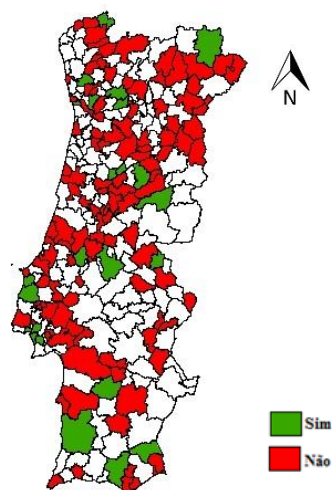
**Gráfico 3:** Resultados da questão número 6: “Quais são os principais riscos associados às alterações climáticas no município?”

A sétima questão é de especial importância já que em vários estudos e documentos referentes a previsões ou projeções são referidas as suas incertezas. A existência de estudos a diferentes níveis é crucial para se minimizarem as incertezas das previsões de modo as estas poderem ser utilizadas como base credível na aprovação de medidas de adaptação às alterações climáticas. Os resultados desta questão são bastante desapontantes, de um total de 152 respondentes, apenas 17% referiram possuir estudos ao nível municipal, Gráfico 4. A falta de estudos relativos aos possíveis impactos das alterações climáticas a nível local poderá ter forte influência nas decisões políticas e na atitude da população em geral face a esta problemática. É necessário incentivar a comunidade científica e autarquias a promover este tipo de estudos a nível local. Estes podem promover a implementação de medidas que a nível nacional e no seu conjunto possam ter um impacto significativo.



**Gráfico 4:** Resultados da questão número 7: “Existem estudos sobre possíveis impactos das alterações climáticas no concelho?”

Na Figura 49 apresenta-se a distribuição geográfica das respostas a esta questão, não se identificando nenhum padrão de distribuição geográfica nas respostas rececionadas.



**Figura 48:** Distribuição geográfica das respostas relativas à existência de estudos sobre possíveis impactos das alterações climáticas. (Escala: 1: 5.000.000)

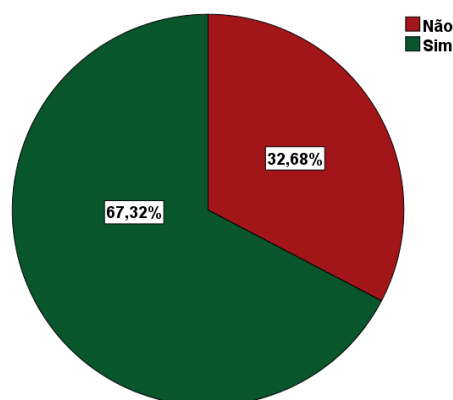
A oitava questão funciona como uma continuação da questão anterior, mas apenas os municípios que indicaram a existência de estudos na questão anterior (26) são agora analisados. De um total de 26 respostas, 10 indicaram que os estudos de impactos têm muita influência no planeamento municipal, 11 indicaram alguma influência e 5 sem influência, Tabela 24. A existência de estudos e a sua inclusão no planeamento municipal iria permitir uma melhor adaptação às alterações climáticas, no que diz respeito à mitigação e prevenção de riscos.

**Tabela 23:** Resultados da questão número 8: “Os estudos referidos na pergunta 7 têm influência na aprovação de planos municipais (Plano Diretor Municipal, Planos de Urbanização, Planos de Pormenor e Plano Municipal de Emergência)?”

	Número de respostas	Percentagem (%)
<b>Sem influência</b>	5	19,2
<b>Alguma influência</b>	11	42,3
<b>Muita influência</b>	10	38,5
<b>Total</b>	26	100

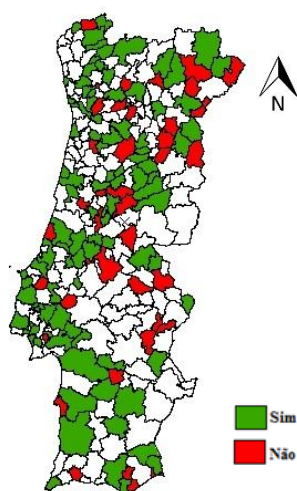
Ainda no âmbito do planeamento, a nona questão do inquérito pretende aferir se os impactos das alterações climáticas têm influência nas políticas de prevenção e ordenamento do território. Do conjunto dos inquiridos, 67% dos municípios

responderam positivamente a esta questão. Estes resultados demonstram a preocupação das autarquias no que diz respeito aos impactos das alterações climáticas, contudo a falta de estudos sobre o tema condiciona a tomada de decisão sobre a implementação de medidas preventivas face às alterações climáticas.



**Gráfico 5:** Resultados da questão número 9: “As políticas de prevenção e ordenamento do território levadas a cabo pela câmara municipal têm em conta as alterações climáticas e os seus impactos?”

A Figura 50 mostra que não existe um padrão na distribuição geográfica das respostas à questão nº 9 do presente inquérito.

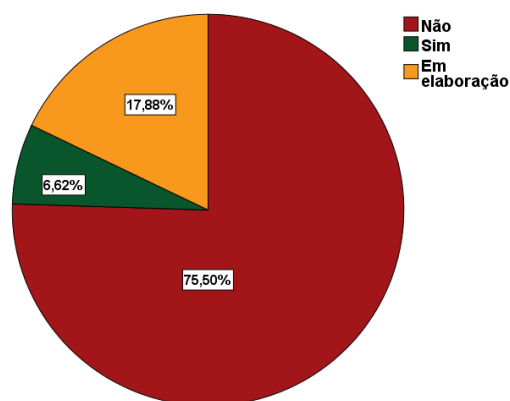


**Figura 49:** Distribuição geográfica das respostas relativas à existência de um plano estratégico de adaptação às alterações climáticas. (Escala: 1: 5.000.000)

O projeto *ClimAdapt*, tem dois principais objetivos: elaborar 26 Estratégias Municipais de Adaptação às Alterações Climáticas e formar 52 técnicos municipais em Adaptação

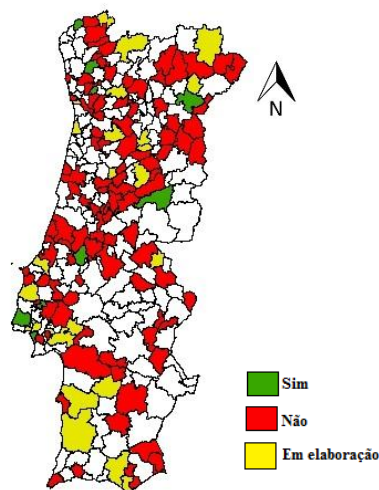
às Alterações Climáticas. As próximas duas questões pretendem avaliar estes dois aspetos. A décima questão questiona o município sobre a existência de um plano estratégico para implementação de medidas de adaptação às alterações climáticas. A décima primeira questão refere-se à existência de técnicos com formação em adaptação às alterações climáticas.

Os resultados da questão nº 10 indicam que apenas 6 % dos municípios apresentam Planos Estratégicos de Adaptação às Alterações Climáticas para implementação de medidas de adaptação às alterações climáticas e 18% ainda têm esses planos em elaboração, Gráfico 10.



**Gráfico 6:** Resultados da questão número 10: "Existe um plano estratégico para implementação de medidas de adaptação às alterações climáticas?"

A Figura 51 apresenta a distribuição geográfica das respostas à questão nº 10 do presente inquérito, verificando-se que na metade sul do continente os municípios que apresentam ou têm planos em elaboração se encontram na sua maioria no litoral ou na Área Metropolitana de Lisboa (AML).

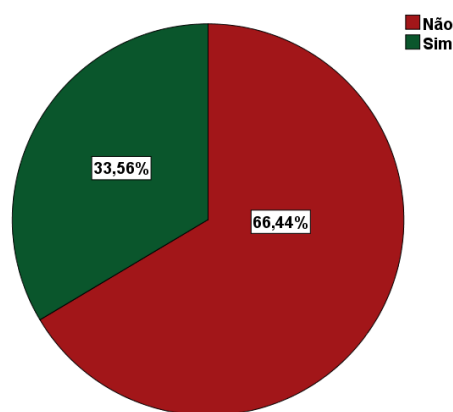


**Figura 50:** Distribuição geográfica das respostas relativas à existência de um plano estratégico de adaptação às alterações climáticas. (Escala: 1: 5.000.000)

Denota-se nestes resultados que a existência de planos estratégicos a nível municipal ainda não é uma realidade para a maioria dos municípios. É de realçar que a inexistência de estudos de impactos pode inibir a criação de planos neste âmbito. A falta de conhecimento técnico e científico sobre os impactos das alterações climáticas pode dificultar a implementação de medidas de adaptação estruturais e não estruturais (Planos Estratégicos de Adaptação às Alterações Climáticas).

Relativamente à existência de profissionais com formação verificou-se que cerca de 33% dos municípios que responderam a esta questão já possuem técnicos com formação específica, Gráfico 7. Este fato pode significar que as alterações climáticas e os seus impactos possam começar a ter uma maior importância no planeamento e ação municipal.

Apesar dos resultados satisfatórios nesta questão é necessário um contínuo investimento na formação que é essencial em qualquer entidade, empresa ou organização. É também importante promover a partilha de experiências entre os indivíduos com formação neste âmbito. A formação e a partilha de experiências são cruciais para que os resultados da adaptação às alterações climáticas sejam cada vez mais proveitosos.

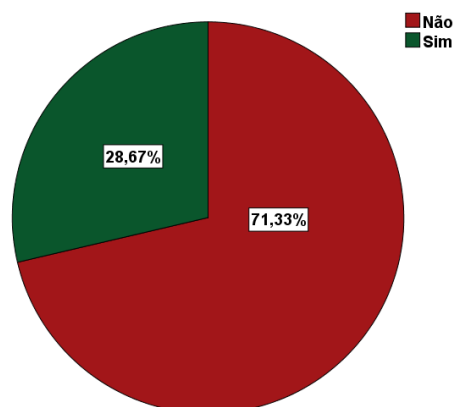


**Gráfico 7:** Resultados da questão número 11: “Existem técnicos na câmara municipal com formação em adaptação às alterações climáticas?”

Além da formação dos técnicos das autarquias, é também importante passar alguma informação à população. A divulgação dos impactos das alterações climáticas é uma excelente forma de consciencializar a população para os problemas ambientais.

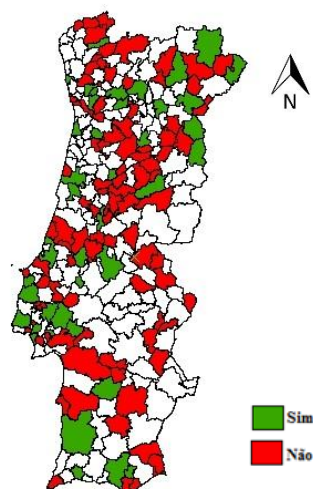
Os resultados da décima segunda questão mostram que, de um total de 150 municípios respondentes, cerca de 29% afirmam que foi distribuída informação à população, Gráfico 8. Com a tecnologia e meios dos quais dispomos hoje em dia estes resultados poderiam ser superiores.

As organizações ambientais (p.e. Quercus, *World Wildlife Fund*) presentes em Portugal poderiam ter um papel mais ativo e presente junto da população. Uma aproximação entre as autarquias e este tipo de organizações pode facilitar a divulgação e transmissão de informação entre estes três grupos: autarquias, organizações ambientais e população.



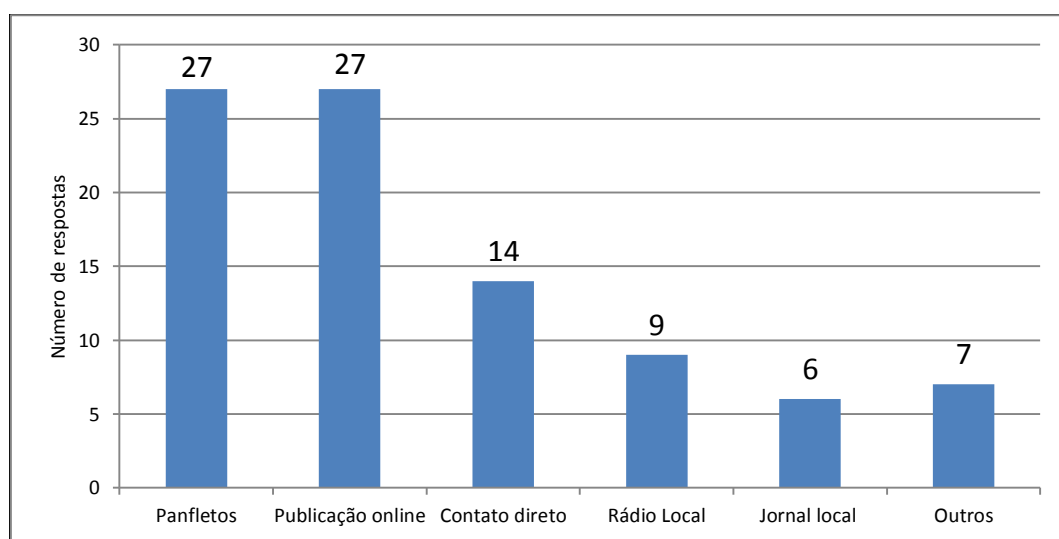
**Gráfico 8.** Resultados da questão número 12: “Foi fornecida informação à população sobre os possíveis impactos das alterações climáticas?”

Na Figura 52 verifica-se não existir um padrão na distribuição geográfica das respostas à questão nº 12 do inquérito.



**Figura 51:** Distribuição geográfica das respostas relativas à informação fornecida à população. (Escala: 1: 5.000.000)

Relativamente à forma utilizada na divulgação da informação apenas se consideram as respostas dos municípios (43) que responderam afirmativamente à questão anterior. Os municípios podiam selecionar várias respostas simultaneamente. Os panfletos e as publicações *online* são os meios preferidos das autarquias na divulgação de informação, Gráfico 9. Foram também utilizados o contato direto, os jornais e rádios locais para divulgar informação.

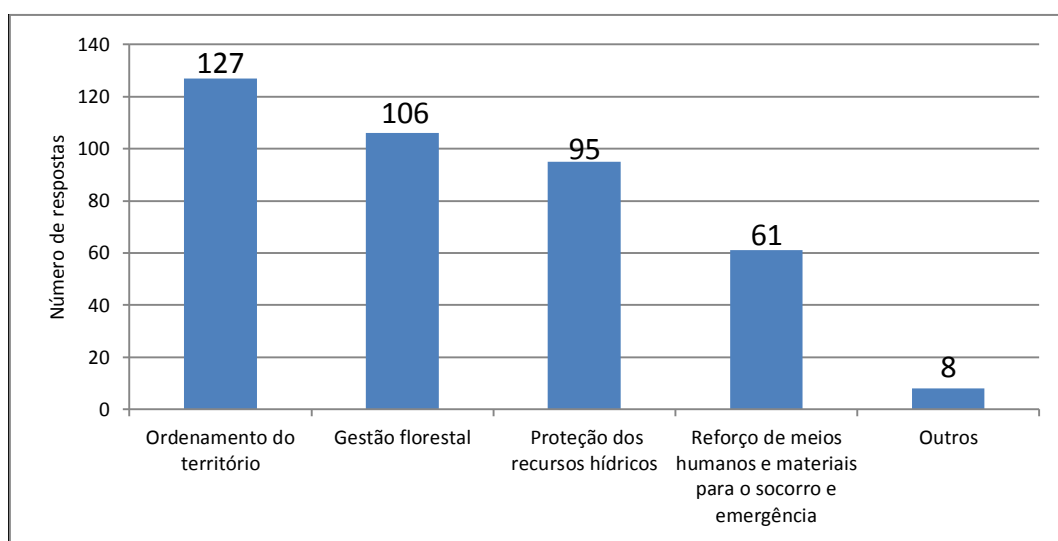


**Gráfico 9:** Resultados da questão número 13: “De que forma foi distribuída a informação à população?”

A partir da décima quarta questão deste inquérito, pretende-se estudar o tipo de medidas já aplicadas e a aplicar pelos municípios.

Com a questão 14 pretende-se identificar em que tipo de medidas deve assentar a adaptação municipal.

Os resultados apontam para que os municípios tenham preferência por medidas no âmbito do ordenamento do território (127 respostas), gestão florestal (106) e proteção dos recursos hídricos (95), Gráfico 10. A resposta à necessidade do reforço de meios humanos e materiais para o socorro e emergência foi selecionada 61 vezes, fato que pode estar associado à falta de estudos de impactos nas ocorrências de nível municipal, ou no fato dos municípios terem a noção de que o incremento em meios não resolverá os problemas relacionados com as alterações climáticas. As grandes maiorias dos estudos sobre esta temática focam-se muito nos impactos que as alterações climáticas têm no ambiente e não no número de ocorrências de proteção civil. A promoção da análise dos impactos das alterações climáticas no número de ocorrências a nível municipal poderia dar às autarquias uma nova perceção sobre os riscos associados às alterações climáticas e a necessidade de reforço de meios no município.



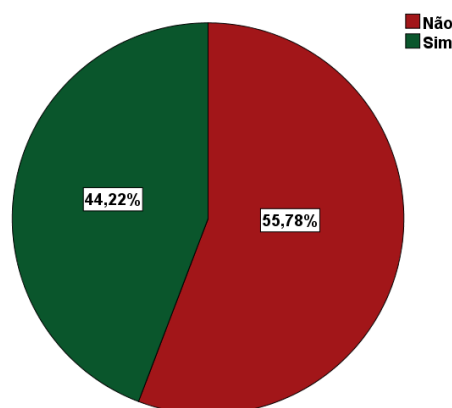
**Gráfico 10:** Resultados da questão número 14: “A adaptação municipal às alterações climáticas deverá assentar essencialmente em?”

Na questão seguinte é pedido aos municípios que refiram se já implementaram medidas de adaptação e/ou mitigação face às alterações climáticas. Na Tabela 29 verifica-se que num total de 147 respostas, 65 afirmam que já implementaram medidas deste tipo.

**Tabela 24:** Resultados da questão número 15: “Foram implementadas medidas de adaptação e/ou mitigação face às alterações climáticas?”

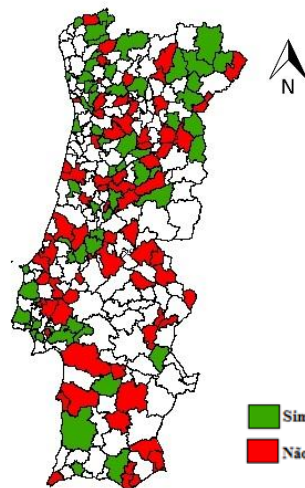
	Frequência	Percentagem (%)
Não	82	55,8
Sim	65	44,2
Total	147	100,0

Estes resultados revelam uma preocupação dos municípios quanto aos impactos das alterações climáticas. A implementação de medidas necessita de um investimento financeiro por parte das autarquias, pelo que, dado a situação económica atual do país, as dificuldades financeiras podem condicionar a implementação de medidas. Será necessário garantir o financiamento para atividades relacionadas com as alterações climáticas, para auxílio aos municípios que já estejam a implementar medidas e adaptação ou estejam em condições de o fazer, consigam continuar com este progresso e para que os que não o fazem tenham a possibilidade de o fazer. Certamente esta não será a única razão para que 82 de um total de 147 municípios não tenham implementado medidas de adaptação e/ou mitigação face às alterações climáticas, outros fatores como a falta de informação, formação e planeamento estratégico podem inibir as autarquias de implementar estas medidas.



**Gráfico 11:** Resultados da questão número 15: “Foram implementadas medidas de adaptação e/ou mitigação face às alterações climáticas?”

Na Figura 53 verifica-se que não existe nenhum padrão na distribuição geográfica das respostas à questão nº 15 do presente inquérito.



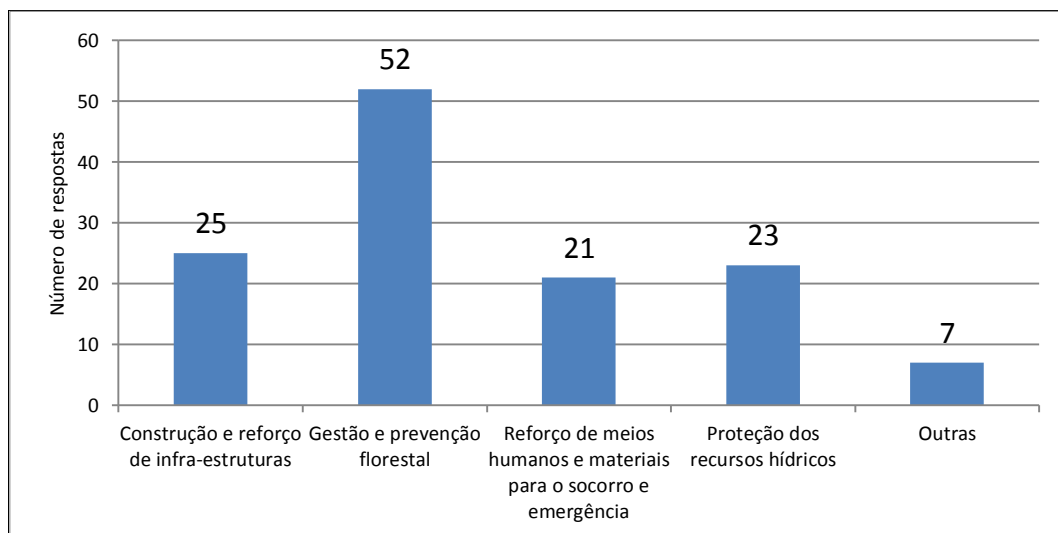
**Figura 52:** Distribuição geográfica das respostas relativas às medidas de adaptação e/ou mitigação implementadas. (Escala: 1: 5.000.000)

No seguimento da questão anterior é importante aferir qual a tipologia das medidas implementadas pelos 65 municípios que responderam afirmativamente à questão nº 15.

A décima sexta questão apresenta como hipóteses de resposta quatro tipos de medidas: construção e reforço de infraestruturas; gestão e prevenção florestal; reforço de meios humanos e materiais para o socorro e emergência; proteção dos recursos hídricos e outras. Foi dada a possibilidade aos municípios de selecionarem várias respostas em simultâneo.

Verifica-se que a gestão e prevenção florestal se destaca em relação às restantes tipologias de medidas (Gráfico 12), certamente porque os incêndios florestais ocorrem com mais frequência.

Estes resultados podem também estar associados às respostas da quinta questão do presente inquérito, em que os inquiridos selecionaram como um dos principais impactos das alterações climáticas, os incêndios florestais.



**Gráfico 12:** Resultados da questão número 16: “Que tipo de medidas foram implementadas no município?”

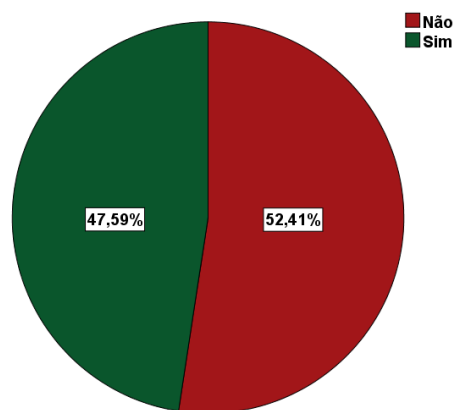
A questão seguinte (17) questiona os municípios se estão planeadas medidas de adaptação e/ou mitigação face às alterações climáticas e é semelhante à décima quinta, que inquiria se já foram implementadas medidas de adaptação/mitigação.

**Tabela 25:** Resultados da questão número 17: “Estão planeadas medidas de adaptação e/ou mitigação face às alterações climáticas?”

	Frequência	Percentagem (%)
Não	76	52,4
Sim	69	47,6
<b>Total</b>	145	100,0

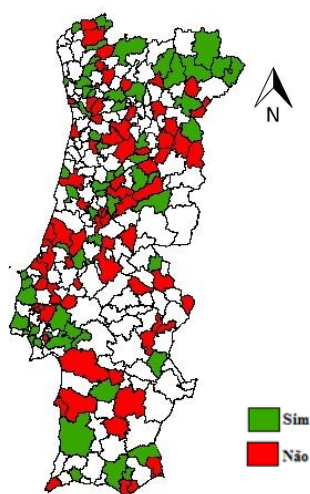
Os resultados desta questão (Gráfico 13) apresentam semelhanças com a décima quinta questão do inquérito. 69 municípios afirmam estarem planeadas medidas de adaptação e/ou mitigação face às alterações climáticas. Na questão nº 15, 65 afirmam já terem sido implementadas medidas de adaptação e/ou mitigação neste âmbito.

As respostas obtidas nas questões 17 e 15 são muito semelhantes pelo que se procedeu a uma análise mais pormenorizada dos dados adquiridos nos inquéritos. Verificou-se que os municípios que têm planeado medidas de adaptação/mitigação são os mesmos que já implementaram algumas medidas. Como já foi referido anteriormente neste trabalho, a falta de estudos de impactos de nível regional e/ou local pode inibir as autarquias e os seus decisores a não implementar ou planejar medidas de adaptação e/ou mitigação.



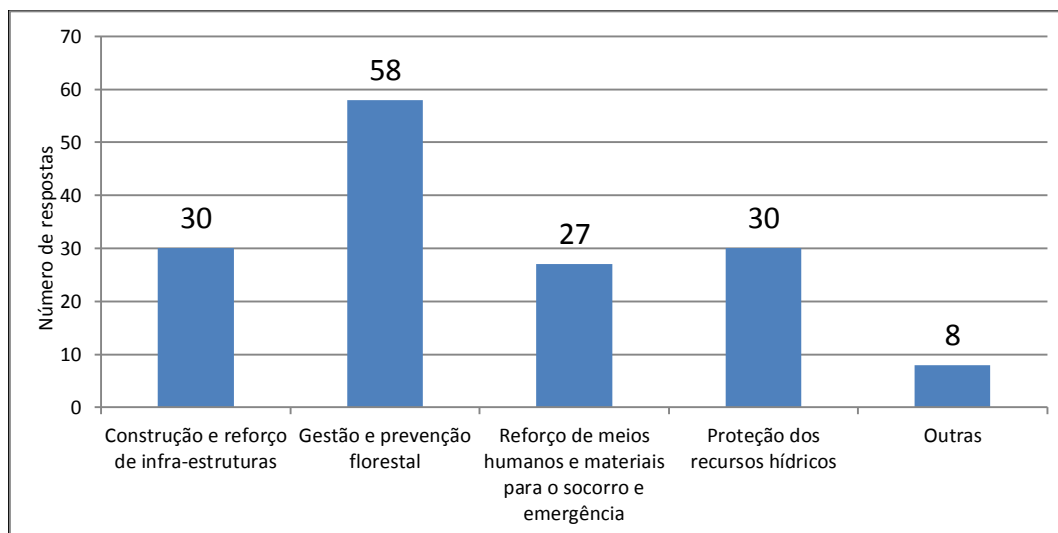
**Gráfico 13:** Resultados da questão número 17: "Estão planeadas medidas de adaptação e/ou mitigação face às alterações climáticas?"

Na Figura 54 verifica-se uma concentração de municípios na AML que têm planeadas medidas de adaptação e/ou mitigação. Parece existir igualmente uma concentração de municípios com o mesmo comportamento no Nordeste Transmontano.



**Figura 53:** Distribuição geográfica das respostas relativas às medidas de adaptação e/ou mitigação a implementar. (Escala: 1: 5.000.000)

A décima oitava pergunta, tal como a décima sexta questão, pergunta aos municípios quais as tipologias das medidas de adaptação/mitigação que estão planeadas para o município. As respostas nas duas questões são muito semelhantes, destacando-se a gestão e a prevenção florestal em comparação com as restantes.

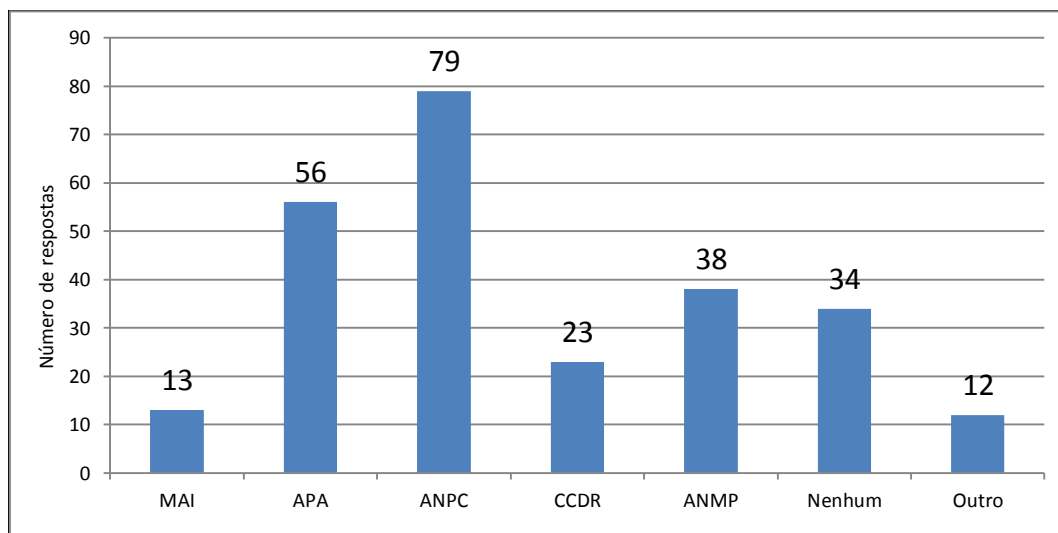


**Gráfico 14:** Resultados da questão número 18: “Que tipo de medidas estão planeadas para o município?”

As duas últimas questões do presente inquérito abordam o tema da comunicação entre os municípios e outras entidades sobre a temática das alterações climáticas.

A décima nona pergunta pretende identificar quais as entidades que transmitem informação municipal aos municípios sobre as alterações climáticas. Foram recebidas 145 respostas a esta questão, verificando-se que a Autoridade Nacional de Proteção Civil é a entidade mais ativa neste âmbito (79 seleções), seguido da Agência Portuguesa do Ambiente (56 seleções) e da Associação Nacional de Municípios Portugueses (38 seleções).

É bastante positivo existir comunicação entre os organismos da administração central e as autarquias, contudo, é visível no Gráfico 15 que a opção Nenhum foi selecionada por 34 municípios. Para melhorar este tipo de comunicação será necessário promover a partilha de experiências e de informação entre as câmaras municipais e os organismos da administração central.



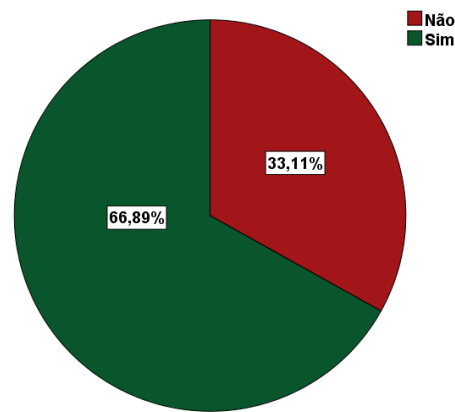
**Gráfico 15:** Resultados da questão número 19: “Quais são os organismos (ou o organismo) da administração central ou regional que tem informado a câmara municipal sobre a temática das alterações climáticas? (MAI – Ministério da Administração Interna; APA – Agência Portuguesa do Ambiente; CCDR – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional).

Com este resultado constata-se que existe uma preocupação da ANPC sobre esta temática. No entanto, verifica-se quase uma inexistência de referências às alterações climáticas na Avaliação Nacional de Risco (ANPC 2014). A vigésima e última questão do presente inquérito, serve para confirmar a presença ativa da ANPC na transmissão de informação sobre as alterações climáticas. Os resultados desta questão estão expressos na Tabela 26 e no Gráfico 16, e a sua distribuição geográfica na Figura 55.

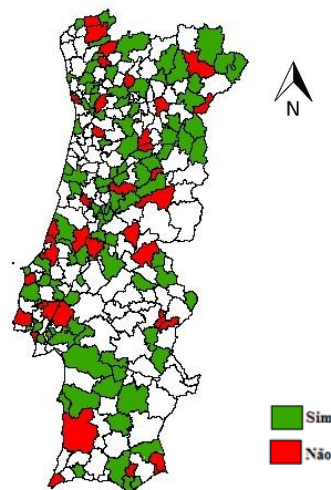
**Tabela 26:** Resultados da questão número 20: “Existe articulação da câmara municipal com o CDOS/ANPC nesta matéria?”

	Frequência	Percentagem (%)
<b>Não</b>	49	33,1
<b>Sim</b>	99	66,9
<b>Total</b>	148	100,0

De um total de 148 respondentes, 99 afirmam que existe uma articulação entre a câmara municipal e os respectivos CDOS e/ou a ANPC.



**Gráfico 16:** Resultados da questão número 20: “Existe articulação da câmara municipal com o CDOS/ANPC nesta matéria?”



**Figura 54:** Distribuição geográfica das respostas à relativas à articulação entre a Câmara Municipal e os Comandos Distritais de Operações de Socorro e a Autoridade Nacional de Proteção Civil. (Escala: 1: 5.000.000)

#### 6.4. Conclusões

Cerca de 65 câmaras municipais a já adotaram medidas de adaptação/mitigação face aos impactos das alterações climáticas e 69 planeiam fazê-lo. Podemos afirmar que as alterações climáticas e os seus impactos são uma preocupação de um número significativo de autarquias. Existem mais de 50% de municípios que não implementaram medidas de adaptação/mitigação face às alterações climáticas.

A maioria dos municípios considera as ondas de calor, os incêndios e a inundações como os fenómenos de maior risco e responsáveis pelos maiores impactos devido às

alterações climáticas, pelo que as medidas implementadas pelas autarquias vão maioritariamente no sentido de prevenir/mitigar estes riscos.

No âmbito do planeamento municipal, a nona questão do presente inquérito pretende aferir se os impactos das alterações climáticas têm influência nas políticas de prevenção e ordenamento do território, 103 municípios responderam positivamente a esta questão, o que demonstra uma atitude pró-ativa das autarquias sobre este tema, apesar de os estudos de impactos de nível local serem escassos.

A falta de estudos com evidências dos impactos das alterações climáticas a nível local pode ter forte influência nas decisões políticas e na atitude da população em geral face a esta problemática. É necessário incentivar a comunidade científica, universidades e autarquias a promover este tipo de estudos a nível local.

A existência de estudos deste tipo poderia também promover a criação de Estratégias Municipais de Adaptação às Alterações Climáticas. A formação de técnicos e a partilha de experiências pode também influenciar positivamente a implementação de medidas ou planos.

Quanto ao tema da comunicação com a população, as câmaras municipais não têm uma atividade muito presente neste âmbito. Apenas 43 municípios afirmam terem fornecido informação sobre as alterações climáticas e os seus impactos à população, os meios mais utilizados são os panfletos e as publicações online. As organizações ambientais (p.e. Quercus, World Wildlife Fund) presentes em Portugal poderiam ter um papel mais ativo e presente junto da população. Uma aproximação entre as autarquias e este tipo de organizações pode facilitar a divulgação e transmissão de informação entre estes três “grupos”: autarquias, organizações ambientais e população.

É observável nos resultados da penúltima questão que a APA e a ANPC são as entidades mais ativas no que diz respeito à transmissão de informação sobre as alterações climáticas para as câmaras municipais.

## 7. Conclusões

As alterações climáticas são sem sombra de dúvida um fenómeno global e transversal a todos os setores de atividade, e provocam os mais variados impactos, contudo, estes podem ser diferenciados de continente para continente, de país para país e até de cidade para cidade, pelo que, é crucial existirem estratégias globais conjuntas sem descorar a sua aplicabilidade ao nível local.

Foi possível verificar que os estudos, as estratégias e os planos, relativos ao tema das alterações climáticas são bastante complexos e um pouco repetitivos, o que dificulta a análise e a gestão dos impactos das alterações climáticas. Os estudos e análises mais localizadas podem facilitar a implementação de medidas e ainda contribuem para a redução das incertezas relacionadas com as previsões de impactos das alterações climáticas.

Os municípios portugueses não abordam de igual forma as alterações climáticas., Programas integrados, tal como o ClimAdapt, poderiam abranger uma maior quantidade de municípios e regiões para que as preocupações com as alterações climáticas tenham uma maior homogeneidade geográfica e a transmissão de informação e conhecimento beneficie realmente os municípios portugueses.

O estudo e o investimento nesta temática não podem ser vistos como uma despesa ou um esforço, mas sim como um investimento para o futuro, a atuação atempada face aos impactos das alterações climáticas pode trazer benefícios no que toca à segurança de pessoas e bens, a qual é retratada neste trabalho, mas também benefícios económicos, sociais, ambientais e até políticos. Cabe à presente geração de decisores políticos atuarem em conformidade com os riscos que as alterações climáticas acarretam.

Se a Humanidade insistir no consumo compulsivo e na degradação contínua de recursos, a teoria de que o nosso mundo terá um fim torna-se mais próxima. A evolução baseada em sociedades verdes e sustentáveis tem de deixar de ser um sonho para o futuro e passar a ser uma realidade do presente.

As alterações climáticas modificarão parâmetros meteorológicos, por exemplo a temperatura e a precipitação, que irão produzir ao nível global impactos materiais e sociais. A magnitude desses impactos dependerá das regiões geográficas, das políticas que forem implementadas no âmbito do ciclo da catástrofe, com destaque para as

medidas preventivas e de mitigação (adaptação). O aumento dos fenómenos extremos terá como efeito o acréscimo do número de incêndios e área ardida, das ondas de calor, secas e das inundações urbanas. O aumento destes perigos, em número e magnitude, sem que exista uma redução de vulnerabilidades, terá como consequência o aumento progressivo do número de mortos, feridos, desalojados e impactos económicos.

Os municípios portugueses revelam preocupações relativas às alterações climáticas e preferem introduzir medidas preventivas no âmbito dos seus Planos Municipais de Ordenamento do Território. Os incêndios florestais, pelo seu período de retorno, parecem ser o perigo que maior atenção merece por parte dos municípios portugueses. A seca, fenómeno mais lento e controlável, não merece destaque, parecendo ser subvalorizado em termos de impactos futuros.

Os municípios que implementaram políticas de adaptação são os que pensam implementar outras. Deverão ser pensadas estratégias com vista ao envolvimento de novos municípios na adaptação às alterações climáticas.

Com exceção da uma concentração de municípios que têm planeadas medidas de adaptação e/ou mitigação na Área Metropolitana de Lisboa e no Nordeste Transmontano, verifica-se que não existe uma influência espacial no modo como os municípios abordam a questão das alterações climáticas.



*“ Quando a última árvore tiver caído,  
quando o último rio tiver secado,  
quando o último peixe for pescado,  
vocês vão entender que o dinheiro não se come”*

*(Greenpeace)*

## 8. Referências bibliográficas

- A. Karali, M. Hatzaki, C. Giannakopoulos, A. Roussos, G. Xanthopoulos e V. Tenentes. “Sensitivity and evaluation of current fire risk and future projections due to climate change: the case study of Greece.” *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 23 de Janeiro de 2014: 1.
- ANPC. *Avaliação Nacional de Risco*. Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2014.
- ANPC. *Cheias- Autoridade Nacional de Proteção Civil*. s.d. <http://www.prociv.pt/RiscosVulnerabilidades/RiscosNaturais/Cheias/Pages/Oquee.aspx> (acedido em 30 de Abril de 2016).
- ANPC. *Glossário de Proteção Civil*. Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2009.
- APA. *Relatório do Estado do Ambiente 2015*. Agência Portuguesa do Ambiente, 2015.
- APA. “A Cimeira do Rio e a UNFCCC.” *Website da Agência Portuguesa do Ambiente*. s.d. <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=119&sub3ref=494> (acedido em 23 de Maio de 2016).
- APA. “Acordo de Copenhaga.” *Website da Agência Portuguesa do Ambiente*. s.d. <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=119&sub3ref=502> (acedido em 23 de Maio de 2016).
- APA. “Adaptação às Alterações Climáticas.” *Website da Agência Portuguesa do Ambiente*. s.d. <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=118&sub3ref=392> (acedido em 25 de Maio de 2016).
- APA. “COP21- Paris 2015.” *Website da Agência Portuguesa do Ambiente*. s.d. <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=1251> (acedido em 23 de Maio de 2016).
- APA. *CumprirQuioto.pt. Avaliação do cumprimento do Protocolo de Quioto*. Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente, 2012.
- APA. “Protocolo de Quioto.” *Website da Agência Portuguesa do Ambiente*. s.d. <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=119&sub3ref=500> (acedido em 23 de Maio de 2016).
- Bernardino, M e Espirito Santo, F. *Identificação de metodologias para a definição de cenários climáticos no contexto das alterações*. Lisboa: LNEC e IPMA . Projeto AdaPT AC:T, v0., 2015.
- Calado, Rui. Paulo Jorge Nogueira, Eleonora de Jesus Paixão, Jaime Botelho, Mário Carreira, José Marinho Falcão. *A onda de calor de Agosto de 2003 e os seus*

- efeitos sobre a mortalidade da população portuguesa. Revista Portuguesa de Saúde Pública* VOL. 22, Nº 2, 2004.
- DGS. *Plano de Contingência para Temperaturas Extremas Adversas - Módulo Calor 2014*. Direção de Serviços de Prevenção da Doença e Promoção da Saúde. Divisão de Saúde Ambiental e Ocupacional., 2014.
- Do Ó, Afonso. Miguel Bugalho. Luís Silva. *Incêndios Florestais e Alterações Climáticas*. Lisboa: WWF Mediterrâneo – Portugal, 2009.
- EEA. *Impacts of Europe's changing climate. An indicator-based assessment*. EEA Report, Copenhagen: European Environment Agency, 2004.
- ENAAC. *Adaptação das Florestas às Alterações Climáticas. Trabalho no âmbito da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas*. estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas– Grupo de Trabalho Setorial Florestas, Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, 2013b.
- ENAAC. *Alterações Climáticas*. estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas– Grupo de Trabalho Setorial Segurança de Pessoas e Bens, Ministério da Administração Interna, 2012.
- ENAAC. *Alterações Climáticas e Saúde Humana. "Estado da Arte"*. Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas– Grupo de Trabalho Setorial Saúde Humana, Ministério da Saúde, 2011.
- ENAAC. *Estratégia de Adaptação da Agricultura e das Florestas às Alterações Climáticas*. estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas– Grupo de Trabalho Setorial Agricultura e Florestas, Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, 2013a.
- ENAAC. “Estratégia Setorial de Adaptação aos Impactos das Alterações Climáticas relacionados com os Recursos Hídricos.” Grupo Setorial de Trabalho Recursos Hídricos., 2013.
- EuroNews. “EuroNews Notícias.” *Habitante de Kiribati pede refúgio climático na Nova Zelândia*. 17 de Outubro de 2013. <http://pt.euronews.com/2013/10/17/habitante-de-kiribati-pede-refugio-climatico-na-nova-zelandia/> (acedido em 18 de Maio de 2016).
- Fernandes, Paulo. “Entender porque arde tanto a floresta em Portugal.” In *Árvores e Florestas de Portugal, Vol. 8 Proteger a Floresta - Incêndios, Pragas e Doenças.*, de J.S. Silva, 69-91. Lisboa: Público, Comunicação Social, SA, & Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento, 2007.
- Gomes, Artur. *Mitigação de Riscos e Ordenamento do Território*. Dissertação de Mestrado em Gestão do Território, especialização em Planeamento e

- Ordenamento do Território, Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas. Universidade de Lisboa, 2013.
- INSA. “ÍCARO.” *Website do Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge*. s.d. <http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/Epidemiologia/Unidades/UnInstrObser/Paginas/ICARO.aspx> (acedido em 25 de Maio de 2016).
- IPCC. *Climate change 2001: impacts, adaptation and vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001 b.
- IPCC. *Climate Change 2014 Synthesis Report*. Synthesis Report, Geneva: The Intergovernmental Panel on Climate Change. The Core Writing Team, Rajendra K. Pachauri e Leo Meyer, 2015.
- IPCC. *Mudança do Clima 2007: A Base das Ciências Físicas. Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima*. Sumário para os Formuladores de Políticas, Genebra: Secretariado do IPCC, aos cuidados da OMM., 2007.
- IPCC. *Third Assessment Report of the Working Group I: The Science of Climate Change*. Cambridge University Press, 2001.
- IPCC. “Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts and Response Strategies. Technical Summary.” *IPCC Expert Meeting Report*. Noordwijkerhout, The Netherlands: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. 9.
- IPMA. “Área educativa - Clima de Portugal Continental.” *Website do Instituto Português do Mar e da Atmosfera*. s.d. <https://www.ipma.pt/pt/educativa/tempo.clima/> (acedido em 24 de Maio de 2016).
- IPMA. “Índice de Risco de Incêndio (FWI).” *Website do Instituto Português do Mar e da Atmosfera*. s.d. <http://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/otempo/risco.incendio/index.html?page=index.xml> (acedido em 24 de Maio de 2016).
- Lopes, António. “O sobreaquecimento das cidades - Causas e medidas para a mitigação da ilha de calor de Lisboa.” *RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança*, 2006: 39-52.
- M. Velasco, P. A. Versini, A. Cabello e A. Barrera-Escoda. “Assessment of flash floods taking into account climate change scenarios in the Llobregat River basin.” *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 6 de Dezembro de 2013.
- Marques, Jorge. Antunes, Sílvia. Nunes, Baltazar. Silva, Susana das Neves Pereira da. Antunes, Liliana. Dias, Carlos. “Determinação dos ótimos térmicos em relação à mortalidade anual: análise de Porto, Coimbra e Lisboa.” In *Multidimensão e*

*territórios de risco*, de Jorge. Antunes, Sílvia. Nunes, Baltazar.Silva, Susana das Neves Pereira da. Antunes, Liliana. Dias, Carlos Marques. Coimbra: RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, 2014.

McGeehin, Maria Mirabelli e Michael A. *The Potential Impacts of Climate Variability and Change on Temperature-Related*. Atlanta, Georgia, USA: Division of Environmental Hazards and Health Effects, National Center for Environmental Health, U.S. Centers for Disease Control and Prevention, 2000.

Miranda, M. António Valente, António R. Tomé, Ricardo Trigo, M. Fátima F.S. Coelho, Ana Aguiar, Eduardo B. Azevedo. “O clima de Portugal nos Séculos XX e XXI.” In *Alterações Climáticas em Portugal. Cenários Impactos e Medidas de Adaptação. Projecto SIAM II*, de Filipe Duarte Santos e Pedro Miranda, 50. Lisboa: Gradiva, 2006.

Nogueira, Paulo Jorge. Ana Raquel Nunes, Baltazar Nunes, José Marinho Falcão, Paulo Ferrinho. “Internamentos hospitalares associados à onda de calor de Agosto de 2003: evidências de associação entre morbilidade e ocorrência de calor.” *Revista Portuguesa de Saúde Pública VOL. 22, Nº 2*, 2004.

ONU. “Fatos sobre a Cimeira de Joanesburgo. Progressos Conseguídos desde a Cimeira do Rio.” *Cimeira Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável*. Joanesburgo, Africa do Sul: Centro de Informação das Nações Unidas em Portugal, 2002. 1.

Pereira, Mário G. Pereira, Teresa J. Calado, Carlos C. Da Camara, Tomás Calheiros. “Effects of regional climate change on rural fires in Portugal.” *Climate Research*, 8 de Outubro de 2013: Vol. 57: 187–200.

Piñol, Josep. Jaume Terradas e Francisco Lloret. “Climate Warming, Wildfire Hazard, and Wildfire Occurrence in Costal Eastern Spain.” In *Climatic Change 38*, de Kluwer Academic Publishers, 345-357. Netherlands, 1998.

Republic of Kiribati. “About Kiribati.” *Website: Kiribati Climate Change. Office of the President. Republic of Kiribati*. s.d. <http://www.climate.gov.ki/about-kiribati/> (acedido em 24 de Maio de 2016).

Republic of Kiribati. “Kiribati Adaptation Program.” *Website: Kiribati Climate Change. Office of the President. Republic of Kiribati*. s.d. <http://www.climate.gov.ki/about-kiribati/> (acedido em 24 de Maio de 2016).

Republic of Kiribati. “Relocation.” *Website: Kiribati Climate Change. Office of the President. Republic of Kiribati*. s.d. <http://www.climate.gov.ki/category/action/relocation/> (acedido em 24 de Maio de 2016).

Santos, Filipe Duarte. “Problemática das Alterações Climáticas no Início do Século XXI.” In *Alterações Climáticas em Portugal. Cenários Impactos e Medidas de*

*Adaptação. Projecto SIAM II*, de Filipe Duarte Santos e Pedro Miranda, 17. Lisboa: Gradiva, 2006.

SIAM. “Projecto SIAM - climate change in portugal: scenarios, impacts, and adaptation measures.” *Website do Projecto SIAM: Impacto da Alterações Climáticas em Portugal*. s.d. <http://siam.fc.ul.pt/index.php> (acedido em 24 de Maio de 2016).

UN. “United Nations Framework Convention on Climate Change.” *United Nations Convention on Climate Change*. Rio de Janeiro, 1992. 7.

UNESCO. “Implementar ações urgentes para adaptar ou mitigar a acidificação dos oceanos.” *Website da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura*. s.d. <http://www.unesco.org/new/pt/natural-sciences/ioc-oceans/priority-areas/rio-20-ocean/10-proposals-for-the-ocean/1a-ocean-acidification> (acedido em 24 de Maio de 2016).

UNFCCC. “Find out more about COP 21.” *Website oficial da UNFCCC - COP 21 PARIS*. s.d. <http://www.cop21paris.org/about/cop21/> (acedido em 23 de Maio de 2016).

—. “Kyoto Protocol.” *Website da United Nations Framework Convention on Climate Change*. s.d. [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php) (acedido em 23 de Maio de 2016).

UNISDR. *UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction*. Geneva: United Nations Strategy for Disaster Reduction (UNISDR), 2009.

WMO. “Emission Scenarios.” *Website da World Meteorological Organization*. s.d. [https://www.wmo.int/pages/themes/climate/emission\\_scenarios.php](https://www.wmo.int/pages/themes/climate/emission_scenarios.php) (acedido em 24 de Maio de 2016).



## 9. ANEXOS

### Anexo I

#### **Inquérito realizado aos Municípios de Portugal Continental.**

Este inquérito enquadra-se na Dissertação de Mestrado: "As Alterações Climáticas e a Proteção Civil" no âmbito do Mestrado em Riscos e Proteção Civil do Instituto Superior de Educação e Ciências de Lisboa.

Os seus principais objetivos consistem em Identificar os principais riscos e impactos das alterações climáticas em Portugal Continental e entender a perceção e atuação das Câmaras Municipais e dos respectivos Serviços Municipais de Civil neste mesmo âmbito.

Não existem respostas boas ou más, certas ou erradas. Pede-se apenas sinceridade para que o resultado deste estudo seja fidedigno.

A realização deste inquérito tem uma duração prevista de 10 minutos.

Muito obrigado pela sua colaboração!

#### **1. Município**

#### **2. O município possui um Serviço Municipal de Proteção Civil?**

(Caso a resposta seja "Não", ignore a pergunta 3)

- Sim
- Não

#### **3. O Serviço Municipal de Proteção Civil está ciente dos riscos associados às alterações climáticas?**

- Sim
- Não

**4. As alterações climáticas são uma preocupação para a câmara municipal?**

- Sem relevância
- Pouco relevante
- Relevante mas não prioritário
- Prioritário

**5. Quais são os principais riscos associados às alterações climáticas no município?**

- Ondas de calor
- Ondas de frio
- Incêndios florestais
- Inundações
- Outros: \_\_\_\_\_

**6. Quais os principais impactos que poderão estar associados às alterações climáticas no município?**

- Aumento do número de incêndios
- Aumento de área ardida
- Aumento do número de inundações
- Insuficiências no abastecimento de água às populações
- Aumento de desalojados
- Aumento de ferido
- Aumento do número de mortos
- Outros: \_\_\_\_\_

**7. Existem estudos sobre possíveis impactos das alterações climáticas no concelho?**

(Caso a resposta seja "Não", ignore a pergunta 8)

- Sim
- Não

**8. Os estudos referidos na pergunta 7 têm influência na aprovação de planos municipais (Plano Diretor Municipal, Planos de Urbanização, Planos de Pormenor e Plano Municipal de Emergência)?**

- Sem influência
- Pouca influência
- Alguma influência
- Muita influência

**9. As políticas de prevenção e ordenamento do território levadas a cabo pela câmara municipal têm em conta as alterações climáticas e os seus impactos?**

- Sim
- Não

**10. Existe um plano estratégico para implementação de medidas de adaptação às alterações climáticas?**

- Sim
- Não
- Em elaboração

**11. Existem técnicos na câmara municipal com formação em adaptação às alterações climáticas?**

- Sim
- Não

**12. Foi fornecida informação à população sobre os possíveis impactos das alterações climáticas?**

**(Caso a resposta seja "Não", ignore a pergunta 13)**

- Sim
- Não

**13. De que forma foi distribuída a informação à população?**

- Panfletos
- Contacto direto
- Publicação Online
- Rádio Local
- Jornal Local
- Outra: \_\_\_\_\_

**14. A adaptação municipal às alterações climáticas deverá assentar essencialmente em:**

- Ordenamento do território
- Gestão Florestal
- Proteção dos recursos hídricos
- Reforço de meios humanos e materiais para o socorro e emergência
- Outra: \_\_\_\_\_

**15. Foram implementadas medidas de adaptação e/ou mitigação face às alterações climáticas?**

**(Caso a resposta seja "Não", ignore a pergunta 16)**

- Sim
- Não

**16. Que tipo de medidas foram implementadas no município?**

- Construção e reforço de infraestruturas
- Gestão e prevenção florestal
- Reforço de meios humanos e materiais para o socorro e emergência
- Proteção dos recursos hídricos
- Outras: \_\_\_\_\_

**17. Estão planeadas medidas de adaptação e/ou mitigação face às alterações climáticas?**

**(Caso a resposta seja "Não", ignore a pergunta 18)**

- Sim
- Não

**18. Que tipo de medidas estão planeadas para o município?**

- Construção e reforço de infraestruturas
- Gestão e prevenção florestal
- Reforço de meios humanos e materiais para o socorro e emergência
- Proteção dos recursos hídricos
- Outras: \_\_\_\_\_

**19. Quais são os organismos (ou o organismo) da administração central ou regional que tem informado a câmara municipal sobre a temática das alterações climáticas?**

- Ministério da Administração Interna
- Agência Portuguesa do Ambiente
- Autoridade Nacional de Proteção Civil
- CCDR
- Associação Nacional de Municípios
- Nenhum
- Outras: \_\_\_\_\_

**20. Existe articulação da câmara municipal com o CDOS/ANPC nesta matéria?**

- Sim
- Não

Se considerar pertinente pode inserir neste espaço qualquer comentário relacionado com este inquérito:

## Anexo II

### Lista dos Municípios que responderam ao inquérito.

Abrantes	Borba	Ferreira do Alentejo
Alcácer do Sal	Braga	Ferreira do Zêzere
Alcanena	Bragança	Figueira de Castelo Rodrigo
Alcobaça	Cadaval	Figueiró dos Vinhos
Alcoutim	Caldas da Rainha	Freixo de Espada à Cinta
Alfândega da Fé	Câmara de Lobos	Fundão
Almada	Campo Maior	Góis
Almeida	Cantanhede	Gondomar
Alpiarça	Carregal do Sal	Gouveia
Alter do Chão	Castanheira de Pera	Horta
Alvito	Castelo de Paiva	Lagoa - Açores
Amarante	Castelo de Vide	Lamego
Amares	Castro Daire	Leiria
Arcos de Valdevez	Castro Marim	Lisboa
Arganil	Castro Verde	Loulé
Arruda dos Vinhos	Celorico da Beira	Lourinhã
Azambuja	Condeixa-a-Nova	Macedo de Cavaleiros
Baião	Corvo	Mangualde
Batalha	Covilhã	Manteigas
Beja	Fafe	Marinha Grande
Benavente	Faro	

Matosinhos	Ovar	São Brás de Alportel
Meda	Paços de Ferreira	S. Pedro do Sul
Melgaço	Palmela	Salvaterra de Magos
Mesão Frio	Pampilhosa da Serra	Santa Comba Dão
Mira	Paredes	Santiago do Cacém
Miranda do Douro	Pedrógão Grande	Santo Tirso
Mirandela	Penacova	São João da Madeira
Moita	Penafiel	São João da Pesqueira
Monção	Penalva do Castelo	Sátão
Mondim de Basto	Penela	Seia
Montalegre	Peniche	Seixal
Montemor-o-Velho	Pinhel	Sever do Vouga
Montijo	Ponta Delgada	Sines
Murça	Ponte da Barca	Sintra
Nisa	Portalegre	Sobral de Monte Agraço
Nordeste	Portimão	Tábua
Odemira	Porto	Terras de Bouro
Odivelas	Póvoa de Lanhoso	Tomar
Oeiras	Póvoa de Varzim	Torre de Moncorvo
Oeiras	Povoação	Torres Novas
Olhão	Proença-a-Nova	Torres Vedras
Oliveira de Frades	Redondo	Trancoso
Ourém	Reguengos de Monsaraz	

Vale de Cambra	Vila Franca de Xira	Vila Real de Santo António
Valença	Vila Franca do Campo	Vila Viçosa
Valpaços	Vila Nova da Barquinha	Vimioso
Vendas Novas	Vila Nova de Nova de Famalicão	Viseu
Vila de Rei	Vila Nova de Poiares	Vizela
Vila do bispo	Vila Real	
Vila do Porto		