



Catarina Cardoso Reis

## **ONDAS DE CALOR NO MUNICÍPIO DE COIMBRA: A IMPORTÂNCIA DA VULNERABILIDADE**

Dissertação de Mestrado em Dinâmicas Sociais, Riscos Naturais e Tecnológicos, orientada  
pelo Professor Doutor Lúcio Cunha, apresentada ao Departamento de Geografia da  
Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra

Setembro de 2019



UNIVERSIDADE D  
COIMBRA



# Ondas de Calor no Município de Coimbra: a importância da vulnerabilidade

## Ficha Técnica

<b>Tipo de trabalho</b>	<b>Dissertação</b>
<b>Título</b>	<b>Ondas de Calor no Município de Coimbra: a importância da vulnerabilidade</b>
<b>Autor/a</b>	<b>Catarina Cardoso Reis</b>
<b>Orientador/a(s)</b>	<b>Lúcio José Sobral da Cunha</b>
<b>Identificação do Curso</b>	<b>2º Ciclo em Mestrada em Dinâmicas Sociais, Riscos Naturais e Tecnológicos</b>
<b>Ano</b>	<b>2018/2019</b>



UNIVERSIDADE D  
COIMBRA



## **Agradecimentos**

Os meus agradecimentos primeiramente, são dirigidos ao Professor Doutor Lúcio Cunha por toda a ajudar, conselhos e orientação dada durante este percurso, não só de mestrado, mas também de licenciatura. Obrigado por tudo Professor!

Por sua vez, aos meus pais, por toda a paciência e ajuda nestes 5 anos académicos, sem eles não era possível e dedico grande parte deste trabalho a eles.

Aos meus amigos e família que sempre me incentivaram e estiveram a meu lado em todos os bons e maus momentos.

A todos os amigos que ganhei nesta passagem por Coimbra, e que com certeza irei levar para a vida. Ao Marcelo que foi e irá ser sempre o meu apoio e a minha maior força de motivação para ser cada vez melhor. Às minhas amigas de Coimbra que nunca me deixaram desistir dos meus objetivos e me deram sempre força.

Por último, mas não mesmo importante, à cidade de Coimbra que me abraçou e me viu crescer neste percurso académico.

## RESUMO

### Ondas de Calor no Município de Coimbra: a importância da Vulnerabilidade

Os valores da temperatura condicionam o bem-estar e conforto da população, as suas atividades e processos biológicos. No âmbito das temperaturas máximas, estas quando ultrapassam um certo valor limite, colocam a população em risco, tendo impactes na sua saúde. Contudo, a vulnerabilidade da população face às ondas de calor poderá determinar o quão e o como elas podem ser afetadas. Assim, na presente dissertação, através de um modelo de avaliação de vulnerabilidade, foi determinado o quão vulnerável é a população do Município de Coimbra. Esta avaliação torna-se importante como auxílio aos agentes responsáveis de forma a reduzir o máximo possível a vulnerabilidade da população às ondas de calor.

Assim, no âmbito da metodologia, foram recolhidos artigos bibliográficos no face às ondas de calor e eventos térmicos extremos, vulnerabilidade social, impacte das ondas de calor na saúde, medidas de prevenção já utilizadas e implementadas, e influência e relação com as alterações climáticas. No âmbito da caracterização do Município, foi elaborada uma caracterização física e socioeconómica, edificado e habitação.

Para a análise de ondas de calor foram utilizados os dados fornecidos pelo IGUC. Para a elaboração da cartografia de vulnerabilidade, os dados das variáveis foram retidos do BGRI e trabalhados em software ArcGis. Entre 2010 e 2017 ocorreram 6 ondas de calor com valores de temperatura máxima bastante significativos. No âmbito das secções estatísticas mais vulneráveis, ficou concluído que devido à sua população idosa e fragilidades do edificado, as secções estatísticas mais vulneráveis são as localizadas nas freguesias mais centrais da cidade e principalmente no centro histórico.

**Palavras-Chave:** onda de calor, vulnerabilidade, vulnerabilidade social, Coimbra, prevenção

## **ABSTRACT**

### **Heat waves in the municipality of Coimbra: the importance of vulnerability**

The temperature values affect the well-being, the comfort, the activities and biological processes of the population. When the temperatures exceed a certain value of thermal comfort, they put the population at risk of health and the environment around them. Social vulnerability to heatwaves can determine how affected populations can be.

So, in the present dissertation through a social vulnerability classification model based on the capacity and criticality, it was determined how the population of the Municipality of Coimbra is vulnerable. This classification becomes an important support to agents that are responsible in order to reduce the vulnerability of the population to heatwaves as much as possible. Thus, in this dissertation the method used were bibliographic articles in the context of heat waves and extreme thermal events, social vulnerability, impact of heat waves on health, prevention measures already used and climate change. For the characterization of the Municipality was made a socioeconomic, building physical and housing. For the analysis of the heat wave the data provided was by IGUC. For the elaboration of vulnerability cartography, the variable data was researched in BGRI and ArcGis software. Between 2010 and 2017 there were 6 heat waves with very significant maximum temperature values in the Municipality of Coimbra. In the context of the most vulnerable statistical sections, it was concluded due to its elderly population and fragilities the most vulnerable statistical sections are the historical and central zone of the city.

**Key words:** Heat waves, vulnerability, social vulnerability, Coimbra, prevention

## Índice de Figuras

Figura 1- Evolução da temperatura no séc.XX .....	7
Figura 2- Enquadramento geográfico município de Coimbra.....	25
Figura 3- Mapa hipsométrico Município de Coimbra.....	26
Figura 4- Mapa densidade populacional por secções estatísticas .....	41
Figura 5- Pirâmide Etária da população.....	42
Figura 6- - Modelo conceptual do risco .....	64
Figura 7- Modelo conceptual da Vulnerabilidade.....	65
Figura 8- Impactes, capacidade de adaptação e vulnerabilidade face às alterações climáticas. .....	67
Figura 9- Valores do fator 1 para a determinação da vulnerabilidade social.....	76
Figura 10- - Valores do fator 2 para a determinação da vulnerabilidade social.....	77
Figura 11- Vulnerabilidade social face a ondas de calor .....	78

## Índice de Tabelas

Tabela 1- Ondas de calor de acordo com o nº de óbitos. ....	21
Tabela 2- Ondas de calor de acordo com o nº de afetados. ....	22
Tabela 3- Ondas de calor de acordo com o valor económico dos danos totais. ....	23
Tabela 4- Desastres naturais em Portugal. ....	24
Tabela 5- Ondas de calor em Portugal de acordo com o nº de óbitos. ....	24
Tabela 6- Temperaturas máximas e mínimas de 2010-2017. ....	29
Tabela 7- Evolução da população por freguesias. ....	40
Tabela 8- População residente de Coimbra e respetivas taxas de variação (%). ....	42
Tabela 9- População residente com 5 ou mais anos segundo o tipo de dificuldades por grau de dificuldade sentido. ....	44
Tabela 10- Tabela 10 – População analfabeta. ....	44
Tabela 11- População por nível de escolaridade (+15 anos). ....	45
Tabela 12- População empregada por sector de atividade económica. ....	46
Tabela 13- Taxa de desemprego por grupos população ativa. ....	46
Tabela 14- População ativa segundo o grupo etário. Fonte: ....	47
Tabela 15- População inativa segundo total e por condição perante o trabalho. ....	47
Tabela 16- Tipos de Edifícios. ....	48
Tabela 17- Edifícios por ano de construção. ....	48
Tabela 18- Edifícios por estado de conservação. ....	49

Tabela 19- Edifícios por necessidade de reparação. ....	49
Tabela 20- Tipo de alojamentos. ....	50
Tabela 21- mero de alojamentos por tipo de instalações. ....	50
Tabela 22- Pessoal ao serviço nos hospitais.....	51
Tabela 23- Pessoal ao serviço nos centros de saúde .....	52
Tabela 24- Anos analisados e temperatura média mensal correspondente aos meses. ....	54
Tabela 25- Valor da temperatura máxima mensal adicionada com o valor para a obtenção de uma onda de calor. ....	54
Tabela 26- Ondas de calor registadas no Município de Coimbra .....	55
Tabela 27- Onda de calor de 24 a 30 julho de 2010.....	58
Tabela 28- Onda de calor de 24 a 20 de junho de 2013 .....	59
Tabela 29- Onda de calor de 4 a 9 de julho de 2013 .....	59
Tabela 30- Onda de calor de 23 a 28 de maio de 2015 .....	60
Tabela 31- Onda de calor de 6 a 13 de agosto de 2016.....	60
Tabela 32- Onda de calor de 1 a 6 de setembro de 2016 .....	61
Tabela 33- Variáveis iniciais para a análise da Vulnerabilidade Social. ....	71
Tabela 34- Variáveis finais para a análise da Vulnerabilidade Social .....	72
Tabela 35- Resumo das variáveis utilizadas .....	73
Tabela 36- Fatores principais e significância explicada.....	74

## Índice de Gráficos

Gráfico 1- Temperaturas dos ar. ....	28
Gráfico 2- - Desvio da Média da temperatura média anual dos anos de estudo em comparação com a média temperatura média anual da normal climatológica 1971-2000.....	30
Gráfico 3- Desvio da Média da temperatura média máxima anual dos anos de estudo em comparação com a média temperatura média máxima anual da normal climatológica 1971-2000 .....	30
Gráfico 4- Anomalias mensal do mês de maio (em relação ao valor médio 1971-2000) da média da temperatura máxima. ....	32
Gráfico 5- Anomalias mensal do mês de junho (em relação ao valor médio 1971-2000) da média da temperatura máxima. ....	33
Gráfico 6- Anomalias mensal do mês de julho (em relação ao valor médio 1971-2000) da média da temperatura máxima. ....	33
Gráfico 7- Anomalias mensal de agosto (em relação ao valor médio 1971-2000) da média da temperatura máxima. ....	34
Gráfico 8- Anomalias mensal de setembro (em relação ao valor médio 1971-2000) da média da temperatura máxima. ....	35
Gráfico 9- Precipitação mensal. ....	36
Gráfico 10- Evolução da População. ....	39
Gráfico 11- Número de dias com onda de calor nos meses de estudo .....	55

Gráfico 12- Análise multivariada: fatores 1 (edificado) e 2 (situação perante o emprego).... 74

# Índice

<b>Introdução</b>	1
<b>1. Estado da Arte</b>	4
1.1. Ondas de calor no setor dos riscos naturais e a sua relação com as alterações climáticas .....	4
1.2. Impacte das ondas de calor no ser humano e meio envolvente .....	9
1.3. Prevenção e adaptação no âmbito das ondas de calor .....	11
<b>2. Ondas de calor: Enquadramento teórico</b>	16
2.1. Eventos térmicos extremo de calor.....	17
2.2. Sistemas de alerta e prevenção face a ondas de calor.....	18
2.3. Ocorrências ondas de calor no Mundo .....	21
2.3.1. Ondas de Calor em Portugal	24
<b>3. Área de Estudo: Município de Coimbra</b>	25
3.1. Enquadramento Geográfico.....	25
3.2. Caracterização Física.....	26
3.3. Clima do Município de Coimbra .....	27
3.3.1. Caracterização Climática	27
3.3.2. Ilha de Calor de Coimbra	36
3.4. Caracterização da População Município de Coimbra.....	39
3.4.1. Demografia	39
3.4.2. Educação	44
3.4.3. Emprego	45
3.4.4. Habitação	48
3.4.5. Serviços de Saúde	51
<b>4. Histórico de ondas de calor no Município de Coimbra</b>	53
4.1. Metodologia.....	53
4.2. Ocorrências de ondas de calor na área de estudo .....	55
4.2.1. Caracterização das ondas de calor	58
<b>5. Estudo de Vulnerabilidade Social</b>	62
5.1. Conceitos de vulnerabilidade .....	62
5.1.1. Vulnerabilidade Social	63
5.2. Enquadramento teórico.....	64
<b>6. Vulnerabilidade Social no Município de Coimbra</b>	69

6.1. Metodologia.....	69
6.1.1. Caracterização das variáveis	70
6.2. Resultados .....	78
<b>Conclusão</b>	<b>83</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>84</b>

## Introdução

De acordo com o conceito da Organização Mundial de Meteorologia, as ondas de calor são definidas como um processo meteorológico, em que em pelo menos 6 dias consecutivos, a temperatura máxima se encontra 5°C acima do valor médio da temperatura do período de referência.

Atualmente, devido a inúmeros fatores, nomeadamente as alterações climáticas, que irão ser mencionados na presente dissertação, as ondas de calor tendem a ser mais frequentes e vigorosas.

A escolha deste tema provém, da importância do estudo de ondas de calor como um risco natural que afeta milhares de seres humanos e que poderá vir a ter uma importância crescente, tendo em conta as alterações climáticas, nomeadamente o aquecimento global.

De forma a dar início à minha pesquisa, comecei a recolher dados bibliográficos pertinentes e que me auxiliassem na formulação de pontos fundamentais para o desenvolvimento do tema.

Muito se debate sobre a mortalidade associada às ondas de calor, contudo, a vulnerabilidade da população a este processo potencialmente perigoso, é um aspeto fundamental para o estudo de ondas de calor. Com uma boa análise de vulnerabilidade da população às ondas de calor é possível estudar e prevenir dentro dos possíveis a ação do calor sobre a população, e consequentemente, a mortalidade.

A análise da vulnerabilidade da população face às ondas de calor na presente dissertação, assenta no objetivo de identificar os locais mais vulneráveis do Município de Coimbra, de forma a que fiquem sinalizadas caso o processo aconteça. E também para que os agentes responsáveis já estejam familiarizados com as zonas mais sensíveis e como deverão atuar nas mesmas.

Contudo, é também fulcral entender o porquê de essas áreas serem vulneráveis e que métodos e planos se podem adotar para reverter o sistema. É certo que não se pode contrariar o processo físico que dá origem ao calor, contudo, talvez se possam contrariar os seus efeitos sobre a população e sobretudo, sobre os grupos mais vulneráveis.

Assim, de forma a rematar o meu estudo sobre o processo de ondas de calor, irei identificar as zonas mais vulneráveis, e produzir cartografia pertinente ao estudo.

Para isso, defini vários objetivos investigativos como linhas guia para a elaboração da dissertação e consequente investigação.

Assim, os objetivos desta dissertação são:

1. Enquadrar o processo de ondas de calor no âmbito das alterações climáticas;
2. Enaltecer a importância do estudo de ondas de calor no âmbito dos riscos naturais;
3. Alertar para a importância da prevenção e do estudo de ondas de calor;
4. Identificar os impactes das ondas de calor no ser humano;
5. Identificação das ondas de calor existentes no período de estudo (2010-2017);
6. Análise da exposição e da vulnerabilidade da população face às ondas de calor;
7. Produção de cartografia da vulnerabilidade a ondas de calor.

Numa visão geral, a dissertação divide-se em dois grandes grupos: a componente teórica e a componente prática, em que a primeira incide no processo de ondas de calor e os seus temas e conceitos envolventes, e a segunda irá incidir no estudo da vulnerabilidade face às ondas de calor. Numa descrição mais detalhada a dissertação irá repartir-se em 6 capítulos.

O primeiro capítulo onde se insere a introdução ao tema, os objetivos da dissertação, as metodologias utilizadas e a justificação do tema. O segundo capítulo irá assentar numa revisão bibliográfica sobre o processo de ondas de calor no âmbito dos riscos naturais e também na ligação que possui com as alterações climáticas. Por sua vez irá também ser referido o impacto que as ondas de calor têm no ser humano e no meio que o rodeia. Por fim, irei também referir métodos de precaução e a prevenção existente ou inexistente face às ondas de calor.

No terceiro capítulo irei focar-me na área de estudo escolhida, o Município de Coimbra, onde, irei proceder à caracterização física do território, salientando a sua importância para a caracterização climática. Irei também realizar uma caracterização demográfica, e por fim apresentar um histórico de processos de ondas de calor no Município de Coimbra.

O quarto capítulo irá ser dedicado ao histórico e caracterização das ondas de calor no ocorridas no município de Coimbra.

Por sua vez, o quinto e último capítulo dobra-se sobre a temática da vulnerabilidade e vulnerabilidade social, enunciando alguns conceitos fundamentais.

O último capítulo (6), dica-se ao estudo da vulnerabilidade social do município de Coimbra face às ondas de calor. Aqui irá ser realizado o método do modelo de avaliação de vulnerabilidade social a riscos naturais e tecnológicos de forma a concluir o grau de vulnerabilidade da população às ondas de calor. De forma a melhor descrever esta análise irei produzir cartografia novamente ao nível das secções estatísticas, com o propósito de localizar os locais mais vulneráveis.

Por fim, surgem as conclusões finais da dissertação.

## 1. Estado da Arte

### 1.1. Ondas de calor no setor dos riscos naturais e a sua relação com as alterações climáticas

O clima da Terra não é constante e a sua variação natural obedece a ciclos relativamente bem definidos. O aumento anormal da temperatura que tem sido observado recentemente tem excedido largamente as variações climáticas naturais dos últimos 1000 anos (ABRANTES e SILVEIRA, 2009), por isso se falam de alterações e mudanças climáticas.

Nas últimas duas décadas, as alterações climáticas transformaram-se numa questão pública e política de grande importância. Emergindo inicialmente da esfera científica, a questão conquistou um nível de atenção nos media e noutras arenas públicas muito significativas e desencadeou processos políticos inéditos. Com fortes ligações ao campo económico, as alterações climáticas têm também cruciais dimensões éticas e culturais (CARVALHO, 2011).

Ainda o mesmo autor revela que nos dois últimos séculos, a industrialização, o transporte motorizado e a agricultura, entre outras atividades, produziram milhares de milhões de toneladas de dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, clorofluorcarbonetos (CFCs) e outros gases com efeito direto. Tal como o vidro de uma estufa, estes gases permitem a passagem de radiação solar através da atmosfera, mas absorvem parte da energia que é refletida pela superfície terrestre sob a forma de raios infravermelhos, impedindo a sua libertação para o espaço e causando um aumento da temperatura no planeta. O ‘efeito de estufa’ é um fenómeno natural e altamente benéfico para a vida na Terra, já que sem o mesmo a temperatura média seria inferior em 33°C. No entanto, a acumulação continuada destes gases na atmosfera intensificou o efeito de estufa de forma potencialmente perigosa.

As alterações climáticas são uma das principais ameaças ao desenvolvimento sustentável. Este efeito global põe em causa não apenas os equilíbrios naturais, mas também a segurança de uma grande parte da população. As principais causas das alterações climáticas centram-se no aumento das concentrações de um conjunto de gases emitidos pelas atividades humanas e que interferem com os padrões normais de troca de energia por radiação da Terra com o espaço exterior, fenómeno este chamado ‘efeito de estufa’ (BORREGO *et al.*, 2009).

A questão dos riscos climáticos não pode ser desligada da questão das alterações climáticas. Quer se tenha uma posição mais próxima da do IPCC, quer se adote uma posição mais cética sobre as influências antrópicas nas alterações climáticas, esta questão mantém-se na ordem do

dia e, no caso português, prevê-se que se verifique um aumento das manifestações de alguns riscos climáticos, nomeadamente no que se refere às ondas de calor e às secas, de acordo com SANTOS e MIRANDA (2006), citado por CUNHA, (2012).

De acordo com o Internacional Panel on Climate Change (IPCC) as temperaturas globais aumentaram já, aproximadamente 0,6°C durante o Século XX. O aumento parece dever-se essencialmente às emissões, de origem antropogénica, de gases que contribuem para o efeito de estufa. O IPCC prevê que o aumento da temperatura média global, até ao ano de 2100, varie entre 1,4 e 5,8°C acompanhadas do aumento do nível dos oceanos e frequência de acontecimentos climáticos extremos. Prevê-se que o aumento do valor temperatura seja maior nas latitudes mais altas (CARVALHO, 2008).

As alterações climáticas e, particularmente, o chamado “Aquecimento Global” são a preocupação ambiental maior do Mundo contemporâneo. Esta questão preocupa hoje não apenas cientistas e ambientalistas, mas também políticos, economistas, sociólogos, jornalistas e, através destes, o público em geral (TELES *et al.*, 2016).

Segundo os mesmos autores, só no último milhão de anos serão cerca de 15 os ciclos de aquecimento e arrefecimento que marcam a história da segunda metade do Quaternário e as suas fases glaciares e interglaciares. O último destes ciclos, aqueles em que nos encontramos, o Holocénico, iniciou-se há cerca de 11.500 anos e corresponde a um período interglaciar, tendo, desde então, a temperatura global aumentada, cerca de 7°C e o nível do mar subido mais de 120 metros antes de se fixar nos valores atuais. A variabilidade é, por isso, inerente ao clima. Todavia, a complexidade da sua análise decorre de um duplo problema, por um lado a natureza do fenómeno climático e, por outro, a dos comportamentos humanos, ou seja, a capacidade de resposta a situações inusitadas.

A variabilidade do clima e dos seus efeitos extremos, conjugada com a vulnerabilidade humana perante algumas situações meteorológicas adversas constitui o risco climático (ALCOFORADO, 2000 citado por MARQUES e ANTUNES, 2009).

Calor e saúde são conceitos que têm vindo a gerar uma crescente preocupação no meio científico desde que as Alterações Climáticas se tornaram um assunto de interesse mundial. Os mais céticos não acreditam que exista tal problema, não pondo em causa as suas causas antropogénicas, bem como a intensidade dos seus fenómenos. No entanto a grande maioria crê que as AC constituem hoje a principal ameaça global do séc. XXI (NUNES, 2017).

Neste sentido ALMEIDA (2012) enuncia que os riscos ambientais ou mais precisamente os riscos climáticos, irão afetar cada vez mais pessoas e populações, a dificuldade e incerteza da previsão da ocorrência de um evento climático extremo, num determinado momento e lugar, irá persistir.

De acordo com o Plano Nacional do Risco, acredita-se que começa a existir uma tendência de aumento das temperaturas média e máximas no verão.

Também CUNHA (2012) salienta que embora possam ocorrer ondas de calor em qualquer época do ano, é essencialmente no Verão, nos meses de junho, julho e agosto, que estas se manifestam com maior frequência e intensidade, associadas, na sua maioria, a circulações anticiclónicas com circulação do ar de Sul e de Este. Normalmente, estas resultam da instalação, por vezes súbita, de massas de ar muito quentes e secas oriundas do Norte de África e/ou da Europa Oriental, ou de massas de ar quentes e húmidas transportadas de SW.

As ondas de calor que atingem valores acima de 35° C, tornaram-se mais pronunciadas e frequentes. Um exemplo claro desta tendência foi a onda de calor que assolou a Europa ocidental e central no verão de 2003. Nos meses de junho, julho e agosto a temperatura média situou-se 3,8° C acima da média do período de 1961 a 1990. É uma anomalia elevadíssima cuja interpretação estatística revela uma tendência de aquecimento global (SANTOS, n.d.).

Face a modelos matemáticos que simulam o sistema climático terrestre, incluindo a atmosfera e os oceanos, tendo por base as interações existentes entre os diversos processos físicos, químicos e biológicos que determinam o clima, prevê-se que quase todas as regiões da Europa sejam afetadas pelas Alterações Climáticas, sendo previsível que os impactos negativos sejam superiores aos positivos e que, duma maneira geral, se traduzam em diferenças regionais mais acentuadas (ABRANTES e SILVEIRA 2009).

Os mesmos autores afirmam que para a Europa, estima-se que os principais impactos das alterações no sistema climático global sejam a continuação do aumento da temperatura, o aumento do nível do mar e o aumento da intensidade e frequência de fenómenos meteorológicos extremos, tais como tempestades, ondas de calor, cheias e secas.

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 25 ° C (dias de verão) e de ondas de calor tem aumentado. 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. Invernos frios são projetados para desaparecer quase completamente em 2080 e Verões quentes são projetadas para tornar-se muito mais frequentes (EEA, 2004, citado por GOMES, 2016).

Para a Europa Central e de Leste, está associada a diminuição da pluviosidade de Verão, causando maior stress hídrico, o aumento de risco da degradação das condições de saúde devido a ondas de calor, diminuição da produtividade florestal e o risco de aumento da frequência de incêndios florestais. No Norte da Europa, prevê-se, numa primeira fase, que os impactes sejam positivos, com a necessidade de gastar menos energia em aquecimento, com o aumento da produtividade das colheitas e com o crescimento florestal. No entanto, à medida que as Alterações Climáticas se intensificarem, prevê-se que os impactes negativos se sobreponham aos positivos, traduzindo-se em cheias de Inverno mais frequentes, ecossistemas em perigo e o aumento da instabilidade do solo (PARRY *et al.*, 2007, citado por ABRANTES e SILVEIRA, 2009). Especificando o caso português, de acordo com o Plano de Contingência para as Ondas de Calor, prevê-se que Portugal seja um dos países europeus mais vulneráveis às alterações climáticas e aos fenómenos climáticos extremos.

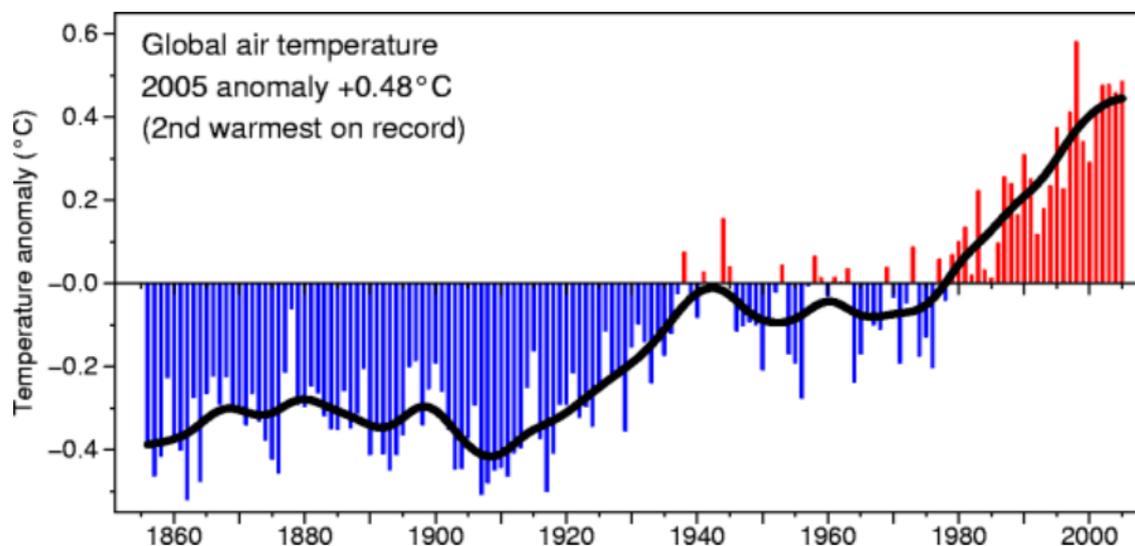


Figura 1- Evolução da temperatura no séc.XX (fonte:Climatic Research Unit, UK; in <https://centra.tecnico.ulisboa.pt/sspg/aquecimento-global.html> (acedido em 31/7/2019)

As observações meteorológicas efetuadas em Portugal Continental revelam que o clima evoluiu, ao longo do século XX, distintamente em três períodos diferentes: aquecimento entre 1910 e 1945; arrefecimento entre 1946 e 1975; seguido de um aquecimento mais acentuado entre 1976 e 2000 (figura 1). Nos últimos anos, verificou-se um aumento significativo das

temperaturas máximas e mínimas médias, assim como da frequência de ondas de calor. Para além disso, registou-se uma tendência para a diminuição de dias e noites frios, bem como de ondas de frio. No que diz respeito aos níveis de precipitação, estes apresentam grande irregularidade (APA 2009, citado por MOREIRA e RAMOS, 2016).

Em termos gerais, em Portugal, dada a posição geográfica à escala global e o desenho geral das grandes massas de relevo, são as ondas de calor e as secas os riscos climáticos mais significativos, sobretudo quando atendemos ao número de mortos que lhes estão associados ou aos prejuízos que lhes são imputáveis (CUNHA, 2012).

Portugal tem uma vulnerabilidade relativamente elevada às alterações climáticas, especialmente devido à sua localização geográfica. O Projecto SIAM – Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures – (SIAM I e SIAM II) efectuou uma avaliação integrada dos impactos e medidas de adaptação às alterações climáticas com base em cenários climáticos futuros obtidos por meio de modelos informáticos (SANTOS *et al.*, 2002; SANTOS E MIRANDA, 2006, citados por CARVALHO, 2011).

Desta forma, o Projeto SIAM revelou que se prevê que até 2100 o clima evolua no seguinte sentido: Aumento significativo da temperatura média em todas as regiões do país, em especial nas regiões do interior. Em Portugal Continental, são esperados aumentos progressivos da temperatura, que podem chegar aos 3°C a 7°C; Aumento da temperatura máxima durante o Verão, assim como da frequência e intensidade das ondas de calor; Aumento do número de dias e noites quentes e diminuição do número de dias e noites frios; Aumento do número de incêndios florestais, alterações no uso e ocupação do solo, e diminuição da disponibilidade de recursos hídricos; Subida do nível médio das águas do mar. As previsões apontam para a subida do nível médio das águas do mar na ordem de 1 m ou 1,5 m até ao final do século; Redução dos níveis de precipitação durante todo o ano, com exceção dos meses de inverno. (APA, 2009; CPR, 2010; SANTOS *et al.*, 2001; SANTOS e MIRANDA, 2006, citado por MOREIRA e RAMOS 2016).

## 1.2. Impacte das ondas de calor no ser humano e meio envolvente

Dentro das variações do sistema climático, um dos fatores de risco mais facilmente perceptível, e que mais tem interessado os investigadores é a relação entre a temperatura e o efeito na saúde da população, porque, quando a temperatura excede os seus extremos numa dada zona geográfica, os limites de adaptação da população também são excedidos (CARVALHO, 2008).

O mesmo autor afirma ainda que as investigações sobre os efeitos das alterações climáticas na saúde, têm incidido particularmente no estudo dos efeitos do calor extremo, eventos extremos e doenças infecciosas. Estas áreas de estudo têm sido privilegiadas pois são passíveis de serem trabalhadas através da epidemiologia convencional.

A relação entre temperatura e mortalidade pode ser analisada diária ou sazonalmente. As variações na mortalidade dependem da idade e da causa do óbito (BALLESTER *et al.*, 1997: 551). Temperaturas extremas estão associadas a aumentos de mortalidade diária (RAMÓN *et al.*, 2006: 1331), quer sejam, episódios de calor ou de frio extremos (CURRIERO *et al.*, 2002). Assim, o aumento da morbilidade e da mortalidade está relacionado com a ocorrência de paroxismos térmicos, ondas de calor e ondas de frio (BALLESTER *et al.*, 1997; RAMÓN *et al.*, 2006; CURRIERO *et al.*, 2002; citados por MATEUS, 2014).

Calor e saúde são conceitos que têm vindo a gerar uma crescente preocupação no meio científico desde que as Alterações Climáticas se tornaram um assunto de interesse mundial. Os mais céticos não acreditam que exista tal problema, no entanto a grande maioria crê que as alterações climáticas constituem hoje a principal ameaça global do séc. XXI (NUNES, 2017). Os episódios térmicos extremos afetam anualmente milhões de pessoas e causam danos financeiros de milhões de dólares. Só na Europa, perderam-se na onda de calor de 2003 mais de 70.000 vidas humanas (Robine *et al.*, 2008, citado por ALMEIDA, 2012).

A exposição excessiva a temperaturas elevadas constitui um fator de stress para o organismo humano, particularmente para o sistema cardiovascular. Enquanto a temperatura da pele for maior que a do ambiente haverá perda de calor por irradiação, por condução e por evaporação (transpiração). Quando as condições ambientais dominam os mecanismos de dissipação de calor do corpo, a temperatura corporal interior aumenta. Neste caso, quando o ganho de calor é superior à perda de calor, a temperatura interior do corpo aumenta para além daquela considerada normal, e em situações extremas pode atingir níveis altamente perigosos (superiores a 40°C) (Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas, 2011).

A temperatura do corpo resulta do equilíbrio entre a produção e a perda de calor. No caso de a temperatura ambiente subir para valores muito elevados, o nosso organismo tem mecanismos que lhe permitem regular a temperatura, libertando calor. Um dos principais é a transpiração. A transpiração consiste na libertação de água e sais minerais através da pele e é a evaporação da água à sua superfície que permite o seu arrefecimento. Quando o nosso corpo é exposto a temperaturas muito elevadas, numa tentativa de retomar o equilíbrio térmico, aumenta a produção de suor, e, assim, perde uma maior quantidade de água e sais minerais essenciais ao bom funcionamento do organismo (Plano de Contingência Municipal para as Ondas de Calor, 2011).

A causa de morte diretamente atribuível ao calor mais frequente é o golpe de calor. Porém, uma onda de calor provoca um aumento da mortalidade por todas as causas, sobretudo por doença cardiovascular e respiratória (MARTO, 2005).

A sensibilidade do centro hipotalâmico da sede nos idosos encontra-se fisiologicamente diminuída, o que faz com este seja um grupo particularmente predisposto à desidratação. Outros grupos incluem crianças de tenra idade (até 3 anos), os doentes com patologias com rebote hemodinâmico, os doentes mentais e os medicados com fármacos que possam influir na termorregulação (caso dos anti-histamínicos) ou predispor à desidratação (caso dos diuréticos). Dentre os grupos de risco, de referir também os indivíduos expostos a atividade física ou exposição solar intensa, etc (ARSC, 2009).

Segundo MARTO (2005), em Portugal, as ondas de calor mais letais registaram-se em junho de 1981, julho de 1991 e agosto de 2003, associando-se a um excesso de 1900, 1000 e 1953 óbitos, respetivamente. Os óbitos atribuíveis ao calor atingem um máximo um a dois dias após o início das temperaturas elevadas e aumentam de forma exponencial ao longo da onda de calor. Nas semanas subsequentes, observa-se habitualmente uma diminuição dos óbitos, devida a uma antecipação da morte dos indivíduos com saúde mais frágil.

A OMS, prevê que os eventos climáticos extremos, vulgarmente denominadas catástrofes naturais, sejam cada vez mais frequentes e severos, nas próximas décadas, tendo um maior impacto na saúde das populações, em especial na saúde dos mais pobres (CARVALHO 2008). As consequências negativas dos impactos das alterações climáticas serão particularmente graves nas regiões e países com menor capacidade para adotar medidas de adaptação capazes de as minimizar (SANTOS, n.d.).

No artigo da Agência Europeia do Ambiente “Climate change, impacts and vulnerability in Europe” de 2016 é abordado não só o impacto na saúde humana das ondas de calor, mas também o seu impacto na economia da população europeia. Este mostra que populações em algumas áreas da Europa correm maior risco de mudança climática do que outras, dependendo da sua exposição aos riscos climáticos e da sua vulnerabilidade. A mudança climática aumentará a frequência e a intensidade das ondas de calor e aumentará as perdas económicas e o número de pessoas afetadas por esses eventos extremos de calor, com impactos na saúde e bem-estar, produtividade da mão-de-obra, produção agrícola e qualidade do ar e risco de incêndios no sul da Europa.

O total de perdas económicas relatadas causadas por extremos relacionados ao clima nos países membros do EEE durante o período de 1980 a 2013 foi de quase 400 milhões de euros (valor de 2013). O dano médio variou entre 7,6 mil milhões de euros por ano nos anos 80 e 13,7 mil milhões de euros nos anos 2000.

O aquecimento global, causador das mudanças climáticas atuais e futuras, traz uma série de situações que caracterizam vulnerabilidades para as populações (CONRADO *et al.*, s.d.).

Segundo CUNHA e LEAL (2013), as ondas de calor são normalmente responsáveis pelo incremento da perigosidade de ocorrência de incêndios florestais, por prejuízos agrícolas associados a condições de maior secura edáfica e meteorológica, por um maior consumo de água, pela intensificação da ilha de calor nos centros urbanos, entre outros.

### 1.3.Prevenção e adaptação no âmbito das ondas de calor

A compreensão dos principais impactos das alterações climáticas na saúde humana a médio e longo prazo é fundamental para o desenvolvimento de medidas de adaptação que permitam ao Ser Humano precaver-se e minimizar esses impactos (ABRANTES e SILVEIRA 2009). A articulação entre entidades do sector da saúde, da proteção civil e da segurança social, nos diversos níveis, nacional, regional e local, constitui a chave para uma resposta adequada e eficaz (ROBALO *et al.*, 2010).

Também 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).

De acordo com a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas quando a temperatura do ar e os níveis de humidade ultrapassam o intervalo ótimo de conforto, podem começar a surgir problemas. Os primeiros efeitos são subjetivos na sua natureza e relacionam-se com a alteração da sensação de bem-estar, dando ao indivíduo a sensação psíquica de estar sobreaquecido. Consequentemente, o indivíduo deverá fazer adaptações ambientais apropriadas para restabelecer a sua sensação de conforto.

Assim, tendo em conta o Plano de Contingência para as Ondas de Calor de 2010 os cuidados a ter durante períodos de calor extremo são:

- a) aumentar a ingestão de água, ou sumos de fruta natural sem adição de açúcar, mesmo sem ter sede;
- b) as pessoas que sofram de doença crónica, ou que estejam a fazer uma dieta com pouco sal, ou com restrição de líquidos, devem aconselhar-se com o seu médico, ou contactar a Linha Saúde 24: 808 24 24 24;
- c) evitar bebidas alcoólicas e bebidas com elevados teores de açúcar;
- d) os recém-nascidos, as crianças, as pessoas idosas e as pessoas doentes, podem não sentir, ou não manifestar sede, pelo que são particularmente vulneráveis - ofereça-lhes água e esteja atento e vigilante;
- e) devem fazer-se refeições leves e mais frequentes;
- f) são de evitar as refeições pesadas e muito condimentadas;
- g) permanecer duas a três horas por dia num ambiente fresco, ou com ar condicionado, pode evitar as consequências nefastas do calor, particularmente no caso de crianças, pessoas idosas ou pessoas com doenças crónicas;
- h) se não dispõe de ar condicionado, visite centros comerciais, cinemas, museus ou outros locais de ambiente fresco;
- i) evite as mudanças bruscas de temperatura;
- j) informe-se sobre a existência de locais de "abrigo climatizados" perto de si;
- k) no período de maior calor tome um duche de água tépida ou fria;
- l) evite, no entanto, mudanças bruscas de temperatura (um duche gelado, imediatamente depois de se ter apanhado muito calor, pode causar hipotermia, principalmente em pessoas idosas ou em crianças);
- m) evitar a exposição directa ao sol, em especial entre as 11 e as 17 horas;

- n) ao andar ao ar livre, usar roupas que evitem a exposição directa da pele ao sol, particularmente nas horas de maior incidência solar. Usar chapéu, de preferência, de abas largas e óculos que ofereçam protecção contra a radiação UVA e UVB;
- o) evitar a permanência em viaturas expostas ao sol, principalmente nos períodos de maior calor, sobretudo em filas de trânsito e parques de estacionamento. Se o carro não tiver ar condicionado, não fechar completamente as janelas;
- p) levar água suficiente ou sumos de fruta naturais sem adição de açúcar, para a viagem e, parar para os beber. Sempre que possível viajar de noite;
- q) nunca deixar crianças, doentes ou pessoas idosas dentro de veículos expostos ao sol;
- r) sempre que possível, diminuir os esforços físicos e repousar frequentemente em locais à sombra, frescos e arejados;
- s) evitar atividades que exijam esforço físico;
- t) usar roupa larga, leve e fresca, de preferência de algodão e em conformidade com a Circular Informativa n.º 23/DA de 02/07/2009;
- u) usar menos roupa na cama, sobretudo quando se tratar de bebés e de doentes acamados;
- v) evitar que o calor entre dentro das habitações. Correr as persianas, ou portadas e manter o ar circulante dentro de casa. Ao entardecer, quando a temperatura no exterior for inferior àquela que se verifica no interior do edifício, provocar correntes de ar, tendo em atenção os efeitos prejudiciais desta situação;
- w) não hesitar em pedir ajuda a um familiar ou a um vizinho no caso de se sentir mal com o calor;
- x) informar-se periodicamente sobre o estado de saúde das pessoas isoladas, idosas, frágeis ou com dependência que vivam perto de si e ajudá-las a protegerem-se do calor;
- y) as pessoas idosas não devem ir à praia nos dias de grande calor;
- z) as crianças com menos de seis meses não devem ser sujeitos a exposição solar e deve evitar-se a exposição directa de crianças com menos de três anos;
- aa) as radiações solares podem provocar queimaduras da pele, mesmo debaixo de um chapéu-de-sol, a água do mar e a areia da praia também reflectem os raios solares e estar dentro de água não evita as queimaduras solares das zonas expostas. As queimaduras solares diminuem a capacidade da pele para arrefecer.

Também numa ótica de prevenção face às ondas de calor, em 1999 foi implementado o Sistema de Vigilância ÍCARO. Este sistema tem como base as observações dos valores da temperatura do ar e as suas previsões para os dois dias seguintes, elaboradas pelo Instituto Português do Mar e Atmosfera (IPMA), tornando-se, assim, possível prever ondas de calor que possam repercutir-se na mortalidade da população em Portugal. Diariamente, o sistema ÍCARO recebe do IPMA as temperaturas diárias, observadas e previstas para todos os distritos de Portugal Continental, com as quais é estimado o potencial de risco para a saúde da população através de 10 Índices-Alerta-ÍCARO, dois nacionais e 8 regionais (Interior Norte, Litoral Norte, Litoral Sul e Interior Sul), no período de vigilância que é compreendido entre maio e setembro (SILVA *et al.*, 2014).

O IPCC define adaptação como qualquer ajuste nos sistemas natural ou humano em resposta a estímulos climáticos reais ou esperados, ou os seus efeitos, que modera danos ou explora oportunidades benéficas.

As políticas e medidas de mitigação visam reduzir as emissões para a atmosfera de gases com efeito de estufa. Numa outra vertente, a adaptação é um processo de resposta que procura minimizar os aspetos negativos dos impactos das alterações climáticas nos vários sectores socioeconómicos e sistemas biofísicos. Ambas as respostas envolvem custos elevados, ao nível local, nacional, regional e global, no médio e longo prazos, que estão correlacionados. (SANTOS, n.d.)

O Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008 do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) que se centrou nas alterações climáticas, propôs que os alicerces para um planeamento da adaptação a nível nacional com êxito podem resumir-se em quatro pontos:

- Informação para um planeamento eficaz
- Infraestruturas à prova do clima
- Seguros para gestão de risco social e redução da pobreza
- Instituições para gestão do risco de catástrofes

O mesmo relatório explicita que nos países desenvolvidos o planeamento para a adaptação às alterações climáticas é uma indústria em rápido crescimento. Governos nacionais, organismos regionais de planeamento, governos locais, autoridades municipais e companhias de seguro,

todos formulam estratégias de adaptação com um objetivo comum: proteger as pessoas, propriedades e infraestruturas económicas dos riscos emergentes das alterações climáticas.

A adaptação a ambientes quentes é complexa, pois envolve diferentes respostas, tendo em conta os parâmetros individuais e fisiológicos. No entanto, a maioria das pessoas têm a capacidade de se adaptar fisiologicamente a condições mais quentes num período de dias a semanas (COSTA *et al.*, 2011).

Enfrentar as alterações climáticas exige uma perspetiva de curto /médio prazo, que permita equacionar medidas que atendam aos efeitos que já se estão a fazer sentir e que se prevê que venham a ocorrer, e uma perspetiva de longo prazo, que atenda a medidas de descarbonização dos estilos de vida e à diminuição da pegada ecológica, no sentido de estabilizar (ou reduzir) a concentração de carbono de origem antropogénica na atmosfera. Estas perspetivas são complementares e fundamentais no sentido de uma atuação responsável e não displicente como até agora. A primeira diz respeito principalmente a medidas de adaptação enquanto que a segunda corresponde principalmente a medidas de mitigação. Concretizando, as medidas de adaptação visam o ajustamento nos sistemas naturais ou humanos como resposta a estímulos climáticos verificados ou esperados, de forma a moderar danos ou explorar oportunidades benéficas. Podem ter um carácter antecipatório, face a um efeito esperado, ou reativo, resultado de um problema verificado. O acompanhamento e monitorização dos efeitos previstos permitem aos agentes públicos uma resposta planeada e aos agentes privados a decisão informada (Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas, 2011).

## 2. Ondas de calor: Enquadramento teórico

As Alterações Climáticas têm vindo a despoletar uma série de eventos climáticos cujas consequências têm sido catastróficas. Neste âmbito, destacam-se as ondas de calor, fenómenos climáticos extremos que ocorrem a nível mundial. Estes fenómenos afetam os mais variados setores, desde o turismo à agricultura e aos transportes. No entanto, são os problemas relacionados com o stresse térmico, com a morbilidade e com a mortalidade que mais têm preocupado as autoridades nacionais e internacionais de saúde (NUNES, 2017).

Como já foi inicialmente definido, segundo a OMM, uma onda de calor traduz-se num processo físico em que a temperatura se encontra 5°C acima da temperatura média máxima do período de referência. Para ser considerado onda de calor, o valor da temperatura deve permanecer ou subir pelo menos 6 dias consecutivos. Contudo, em muitos casos estas podem durar vários dias ou semanas, conforme a sua intensidade, causando assim um período quente e desconfortável. Contudo, esta não é a única definição existente. Alguns autores têm a sua própria definição.

Para SILVA *et al.*, (2016), um período de calor extremo é definido como o conjunto de três ou mais dias consecutivos que cumprem pelo menos um dos seguintes critérios: i) Índice Alerta-ÍCARO; ii) Um distrito com temperatura máxima igual ou superior a 36°C; iii) Dois ou mais distritos com temperatura máxima igual ou superior a 35°C.

Também o National Weather Service dos EUA, uma onda de calor define-se quando num período de 3 dias ou mais a temperatura máxima supere 90°F ou seja 32.2°C.

Assim, as ondas de calor não têm uma definição padrão. Uma das formas usuais de definição é a consideração do limite de uma variável relativa à temperatura absoluta ou ao período de tempo em que a máxima diária da temperatura do ar excede este limite (ABAURREA *et al.*, 2006, citado por VALE, 2008).

Assim sendo, o conceito de onda de calor não é restrito e universal, variando consoante a localização geográfica e as suas próprias características climáticas e territoriais. Em alguns exemplos, também o próprio desconforto térmico pode influenciar este conceito na medida em que o corpo humano possui uma termorregulação que auxilia a manter o corpo a 37°C e uma vez que temperatura exterior suba este valor poderá ser desregulado e originar problemas de saúde com efeitos pertencentes a eventos de calor extremo. Ou seja, o próprio valor da

temperatura que cause desconforto térmico da população de um determinado local, pode influenciar a determinação de uma onda de calor do mesmo.

Falando do processo físico, uma onda de calor pode-se formar devido a vários aspetos como as especificidades do próprio local, dos ciclos climáticos e de condições meteorológicas como céu limpo, sem presença de vento e passagens de massas de ar quente.

### 2.1.Eventos térmicos extremo de calor

O clima do planeta não é estático e define-se por várias variáveis e em várias localizações geográficas. Processos como a industrialização, a edificação, a evolução tecnológica e entre muitos outros fatores, fomentaram o fenómeno das alterações climáticas. Com estas vieram os episódios térmicos extremos. Não é que os episódios térmicos extremos não existissem, contudo, as alterações climáticas deram aso a uma maior frequência e naturalidade dos mesmos.

Segundo o IPCC, pode-se definir episódios térmicos extremos como um evento raro dentro de uma referência estatística de um lugar particular.

De acordo com GUEIRINHAS (2016) estes caracterizam-se pela ocorrência de valores de um, ou de vários parâmetros em simultâneo, superiores ou inferiores a determinados limites definidos com base na climatologia de determinada região ao longo de um período de tempo relativamente longo (usualmente igual ou superior a 30 anos).

Por norma, os eventos extremos de calor, interrompem o sistema natural de um certo local, causando transtornos no seu comportamento e funcionamento. No caso das ondas de calor, os seus impactos são por norma, no âmbito do desconforto térmico e mortalidade. Ainda assim, eventos térmicos extremos de calor poderão compactuar com a origem de incêndios florestais, secas entre outros.

Nas áreas urbanas, pela grande concentração de população, pela elevada densidade de construção e de atividades antrópicas, assiste-se crescentemente a uma degradação do clima e da qualidade do ar - aquecimento, poluentes, alérgenos. Este facto, associado às alterações climáticas, como o aumento das temperaturas médias e da frequência e intensidade dos fenómenos extremos (nomeadamente das ondas de calor), faz das cidades espaços

particularmente vulneráveis à ação dos elementos meteorológicos (ALCOFORADO *et al.*, 2009, citado por BALTAZAR, 2010).

## 2.2. Sistemas de alerta e prevenção face a ondas de calor

Sistemas de alerta e prevenção são fundamentais na proteção da população face às ondas de calor. De acordo com o Plano de Contingência para Temperaturas Extremas Adversas do Sistema Nacional de Saúde, Portugal, pelo seu passado, é considerado um país vulnerável às alterações climáticas em especial ao calor extremo. Conhecidos que são os efeitos das ondas de calor na população, é importante reforçar os mecanismos que promovam a prevenção e redução. O calor representa um perigo efetivo para a saúde humana, dependendo da capacidade de adaptação dos grupos mais vulneráveis e dos fatores individuais e ambientais.

No sentido de inverter esta situação, várias entidades nacionais procuraram elaborar e investir em sistemas de alerta e planos que irão ser expostos neste ponto.

Organismos como Ministério da Saúde, a Direção Geral de Saúde a Autoridade Nacional de Proteção Civil e a Agência Portuguesa do Ambiente, são dos principais organismos de implementação de planos de prevenção e contingência de ondas de calor no âmbito da saúde.

O Ministério da Saúde através da DGS (Direção Geral da Saúde) implementou, desde 2004, o Plano de Contingência para Ondas de Calor (PCOC), com o intuito de minimizar os efeitos do calor na saúde humana. Contudo, em 2011, a designação passou para Plano de Contingência para Temperaturas Extremas e Adversas – Módulo Calor (PCTEA), tendo em conta que a exposição a temperaturas prolongadas, mesmo que não seja considerada do ponto de vista climatológico uma onda de calor, tem impactes sobre a saúde, morbidade e mortalidade humanas. Este plano baseia-se numa estratégia de promoção da saúde e de prevenção da doença, estando associado a um sistema de previsão, alerta e resposta, sendo ativado de 15 de maio a 30 de setembro de cada ano; porém, pode ser ativado, antes ou depois do período de ativação previamente definido atendendo às condições meteorológicas verificadas (DGS, 2013, citado por MATEUS, 2014). O sistema de previsão e alerta funciona durante o período em que o Plano de Contingência se encontra ativado, correspondendo o Módulo Calor ao período de 15 de maio a 30 de setembro, podendo ser alargado em função das condições meteorológicas verificadas, em qualquer altura do ano, antes ou depois do seu período de ativação. São definidos 3 níveis

de alerta: verde (Nível 0), amarelo (Nível 1) e vermelho (Nível 2). O nível VERDE corresponde à linha de base, ou seja, quando não se atingem os valores definidos para desencadear o alerta amarelo. O alerta AMARELO é emitido, quando ocorre um dia com temperaturas máximas observadas iguais ou superiores a 32°C e em que estão previstos mais dois dias com temperaturas iguais ou superiores a 32°C (exceto no Alentejo em que se consideram temperaturas máximas iguais ou superiores a 35°C). O alerta VERMELHO é emitido, quando ocorrem três dias com temperaturas máximas observadas iguais ou superiores a 35°C e em que estão previstos mais dois dias com temperaturas iguais ou superiores a 35°C (exceto no Alentejo em que se consideram temperaturas máximas iguais ou superiores a 38°C) (DGS, 2014).

A Agência Portuguesa do Ambiente é também um dos organismos que trabalha no âmbito das alterações climáticas e as mais variadas questões e problemáticas que envolvem o ambiente. Desta forma surge a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas.

A ENAAC foi o resultado de um processo de análise e consulta interministerial conduzido sob a égide da Comissão para as Alterações Climáticas - CAC. Estudos preliminares foram levados a cabo pelo então Instituto do Ambiente que, em 2007, endossou o dossier ao CECAC. Em 2009 foi constituído um Grupo de Trabalho interministerial, composto por representantes de cerca de 30 organismos públicos. Bases para a proposta de ENAAC foram apresentadas ao Fórum para as Alterações Climáticas em 2009, e uma proposta de Estratégia aprovada pela CAC foi objeto de Consulta Pública. A ENAAC foi adotada pela *Resolução de Conselho de Ministros n.º24/2010 em 1 de Abril de 2010* (APA, s.d.)

Em 2013, foi publicado o Relatório ENAAC com o intuito de aumentar a consciencialização sobre as alterações climáticas e os seus impactes, manter atualizado e disponível o conhecimento científico e, de forma integrada, definir as medidas que Portugal terá de adotar, à semelhança da comunidade internacional, com vista à minimização dos efeitos das alterações climáticas (ENAAC, 2013).

Este é um relatório extenso e que aborda várias problemáticas importantes. No âmbito das ondas de calor o objetivo é a criação de planos de acompanhamento e monitorização para situações de risco, desenvolvimento de trabalho de investigação do impacto das mesmas entre outros.

Por sua vez, surge o Sistema de Vigilância ÍCARO. Segundo o Instituto Doutor Ricardo Jorge, este sistema começou a ser desenvolvido em 1999, em 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 faz parte integrante do Plano de Contingência de Ondas de Calor (NICOLAU, 2008).

É constituído por três componentes: A previsão dos valores da temperatura máxima a três dias realizada pelo CAPT do IPMA e comunicada ao DEP, todas as manhãs; A previsão do excesso de óbitos eventualmente associados às temperaturas previstas, se elevadas, realizada pelo DEP, através de modelos estatísticos desenvolvidos para esse fim; O cálculo dos índice Alerta ÍCARO que resume a situação para os três dias seguintes, é feito com base na previsão dos óbitos. Este conjunto de operações é realizado diariamente. (Instituto Doutor Ricardo Jorge, s.d).

Os valores dos índices Alerta ÍCARO são disponibilizados todos os dias úteis, através da edição do boletim ÍCARO, que é divulgado por via eletrónica (e-mail) diretamente a um grupo restrito de decisores, profissionais e serviços públicos, ou com relação contratual com o Ministério da Saúde, que têm responsabilidade na decisão e prestação de cuidados, de nível populacional ou individual, à população presente em Portugal. Sempre que as previsões da temperatura e o valor do Índice Alerta Ícaro o aconselharem, é transmitida uma recomendação de alerta de onda de calor a estas entidades. (Instituto Doutor Ricardo Jorge, s.d).

As situações de alerta, as medidas de contingência e a respetiva informação à população são disponibilizadas à população pela DGS e as ARS de acordo com o estabelecido no Plano de Contingência para Temperaturas Extremas Adversas – Módulo Calor (Instituto Doutor Ricardo Jorge, s.d).

### 2.3.Ocorrências ondas de calor no Mundo

As ondas de calor afetam os mais variados países e cidades de todo o mundo. Mesmo locais onde as temperaturas são habitualmente baixas, sofrem com este processo. Neste ponto é apresentado rankings de ondas de calor de acordo com o número de óbitos, número de dias e danos económicos.

#### **Ranking de ondas de calor de acordo com o N° de Óbitos de 1900 a 2019**

País	Data	Nº Óbitos
Rússia	jun a ago/2010	55.739
França	1 a 20 ago/2003	19.490
Espanha	1 a 11 ago/2003	15.090
Alemanha	ago/2003	9.355
Portugal	ago/2003	2.696
Índia	20 a 31 ago/2015	2.248
Índia	mai/1998	2.541
USA	jun/1998	1.260
Paquistão	18 a 24 jun/20	1.229
Índia	14 mai a 6 jun/2003	1.210

Tabela 1- Ondas de calor de acordo com o nº de óbitos. Fonte: International Disaster Database

**Ranking de ondas de calor de acordo com o N° de Afetados de 1900 a 2019**

País	Data	N° de Afetados
Austrália	fev/1993	3.000.500
Austrália	dez/1994	1.000.034
Austrália	nov/1995	500.100
Austrália	jan/1994	100.150
Paquistão	18 a 24 jun/2015	80.000
Japão	mai/2013	54.000
Japão	jun a ago/2011	22.000
Japão	14 a 29 jul/2014	17.000
Japão	19 a 27 jul/2010	15.000
Japão	3 a 9 ago/2015	11.187

Tabela 2- Ondas de calor de acordo com o n° de afetados. Fonte: International Disaster Database

**Ranking de ondas de calor de acordo com o valor económico dos danos totais de 1900 a 2019**

País	Data	Valor
Ítalia	16 jul a 15 ago/2003	4.400.000
França	1 a 20 ago/2003	4.400.000
USA	1 mai a 20 jul/1998	4.275.000
Alemanha	ago/2003	1.650.000
USA	jul a ago/1999	1.000.000
Índia	14 mai a 6 jul/2003	400.000
Rússia	jun a ago/2010	400.000
Áustria	jul a ago/2003	280.000
Suíça	jul/2003	280.000
Croácia	jun/2000	240.000

Tabela 3- Ondas de calor de acordo com o valor económico dos danos totais. Fonte: International Disaster Database

## 2.3.1. Ondas de Calor em Portugal

**Ranking catástrofe naturais de 1900 a 2019**

Catástrofe	Data	Nº óbitos
Onda de Calor	ago/2003	2.696
Cheias	26 nov/1967	462
Onda de Calor	jun/2015	462
Incêndio Florestal	17 jun/2017	64
Incêndio Florestal	15 out/2017	45
Cheias	20 fev/2010	43
Onda de Calor	jul/2006	41
Cheias	29 dez/1981	30

Tabela 4- Desastres naturais em Portugal. Fonte: International Disaster Database

**Ranking ondas de calor de 1900 a 2019 de acordo com o Nº de óbitos**

Catástrofe	Data	Nº de óbitos
Onda de Calor	2003	2696
Onda de Calor	2015	462
Onda de Calor	2006	41

Tabela 5- Ondas de calor em Portugal de acordo com o nº de óbitos. Fonte: International Disaster Database

Nas tabelas 4 e 5 estão representados os rankings de catástrofes naturais e de ondas de calor de acordo com o número de óbitos em Portugal, de 1900 a 2019. Na tabela 4 é possível verificar que as ondas de calor são a catástrofe natural mais mortífera em Portugal e que segundo a tabela 5, causou um elevado número de óbitos. Pode-se afirmar que 2003 foi o ano mais mortífero, e

que segundo o Relatório Final da Direção Geral de Saúde sobre a onda de calor de 2003, no distrito de Coimbra foram observados 300 óbitos no período de 30 de julho a 15 de agosto, datas relativas ao episódio de onda de calor.

### 3. Área de Estudo: Município de Coimbra

#### 3.1. Enquadramento Geográfico

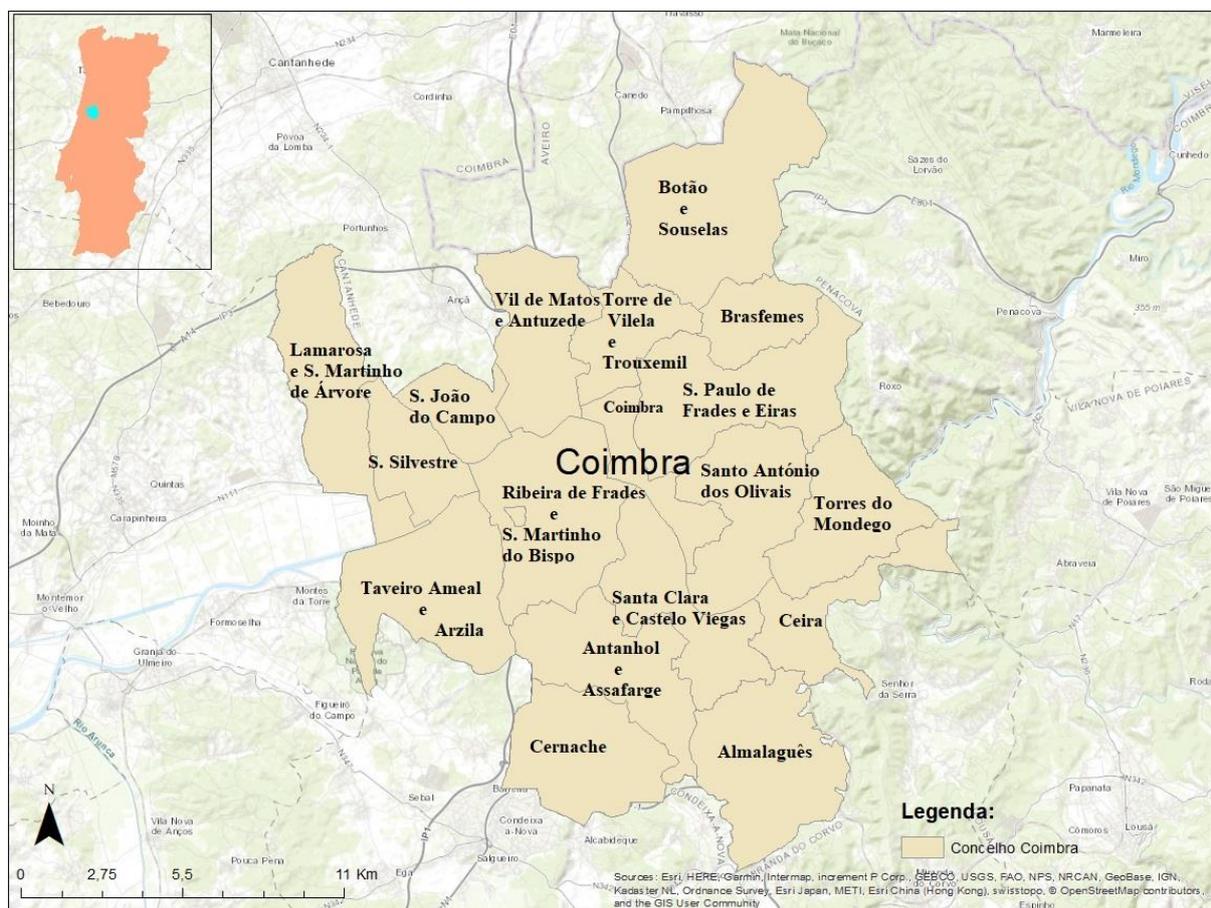


Figura 2- Enquadramento geográfico município de Coimbra

O município de Coimbra, localizado na NUT II região Centro de Portugal e NUT III Baixo Mondego, é capital de distrito e integra 18 freguesias: Almaguês, Antuzede e Vil de Matos, Assafarge e Antanhol, Brasfemes, Ceira, Cernache, Coimbra (Sé Nova, Santa Cruz, Almedina e São Bartolomeu), Eiras e São Paulo de Frades, Santa Clara e Castelo Viegas, Santo António dos Olivais, São João do Campo, São Martinho da Árvore e Lamarosa, São Martinho do Bispo e Ribeira de Frades e por fim, São Silvestre. Já a nível fronteiriço, o município é limitado a norte pelo município da Mealhada, a este por Penacova, Vila Nova de Poiares e Miranda do

Corvo, a sul por Condeixa-a-Nova, a oeste por Montemor-o-Velho e a noroeste por Cantanhede.

### 3.2.Caracterização Física

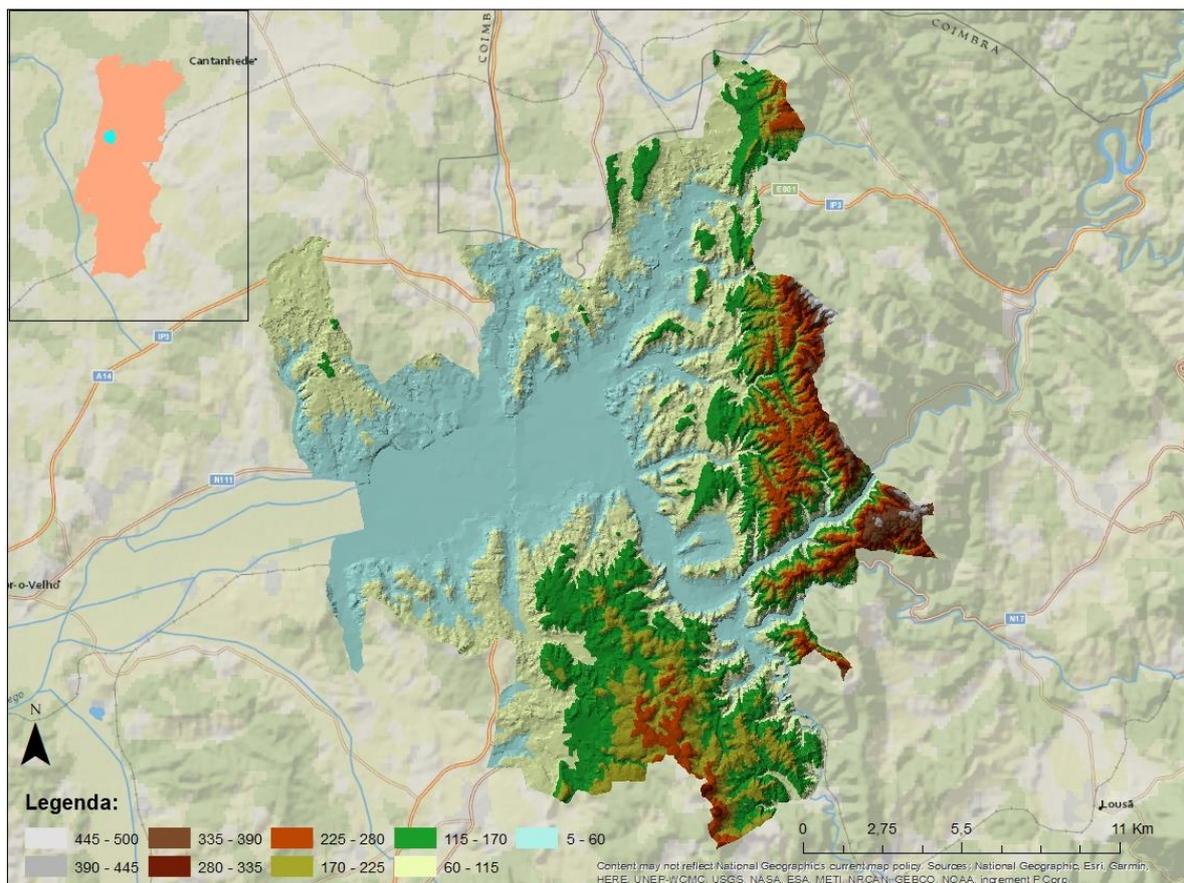


Figura 3- Mapa hipsométrico Município de Coimbra

No âmbito morfoestrutural, desenvolve-se no contacto entre duas das principais unidades morfo-estruturais do território português: a Orla Mesocenozóica Ocidental e o Maciço Hespérico, pelo que apresenta, por esse facto, um contexto geológico e geomorfológico muito particular. Do ponto de vista morfológico, a intensa fracturação e a acção modeladora do rio Mondego, assumem-se como os elementos fundamentais na definição do espaço físico. No sector oriental do espaço urbano, e a marcar a separação clara entre as duas unidades morfo-estruturais, ergue-se ao longo da falha Porto - Tomar e com uma clara estrutura de *horst* em escadaria, o Maciço Marginal de Coimbra. (MARQUES *et al.*, 20--)

No sector central, a morfologia acidentada dá lugar a colinas e cumeadas de topo aplanado densamente urbanizadas, sendo que no sector meridional do espaço urbano da margem direita do Mondego, é a forma deprimida do meandro abandonado da Arregaça de urbanização recente, que marca definitivamente a morfologia aplanada de todo este sector (REBELO, 1985; GANHO, 1998; CORDEIRO, 2004).

### 3.3. Clima do Município de Coimbra

#### 3.3.1. Caracterização Climática

A caracterização climática da área de estudo é fundamental para a compreensão da sua exposição a certos processos climáticos como o caso das ondas de calor. É certo que como já foi referido anteriormente, a ocorrência ondas de calor possui uma grande influência antrópica, contudo são as características climáticas de um certo local que definem a sua intensidade e severidade. Assim, neste ponto irão ser referidas as características mais importantes do clima do município de Coimbra. Uma vez, que os anos de estudo se estendem entre 2010 e 2017, em grande maioria, os dados climatológicos que serão usados, estão de acordo com a normal climatológica 1981- 2010 fornecida pelo IPMA.

Localizado entre as latitudes 37° N – 42° N e as longitudes 9,5° W – 6,5° W, Portugal continental aloja-se na zona de transição entre o anticiclone tropical dos Açores e a zona de depressões subpolares, razão da acentuada influência atlântica do seu clima. O quadro de invernos muito mais amenos que os de iguais latitudes do outro lado do Atlântico deve-se à forte influência do troço ascendente, superficial e relativamente quente da corrente termo-halina do Golfo do México. Portugal sujeita-se a um clima mediterrânico, com verões longos, quentes, sem chuva e invernos moderados (RIBEIRO, 1986, citado por CARVALHO, 2012). Mas são os ventos soprados do Atlântico os grandes reguladores da atmosfera e do clima, apenas com menor intensidade no Verão e menos acentuadamente no Sul. A região do Mediterrâneo está a sofrer alterações climáticas a um ritmo superior às médias mundial e do Hemisfério Norte, o que faz dela um hotspot do Globo. Os exercícios prospetivos no âmbito das AC para o médio-longo prazo, normalmente até ao ano 2100, não são favoráveis a Portugal continental e o Worldwatch Institute aponta para uma subida da temperatura anual média de 1,5° C nos últimos trinta anos (CARVALHO, 2012).

## 3.3.1.1. Temperatura

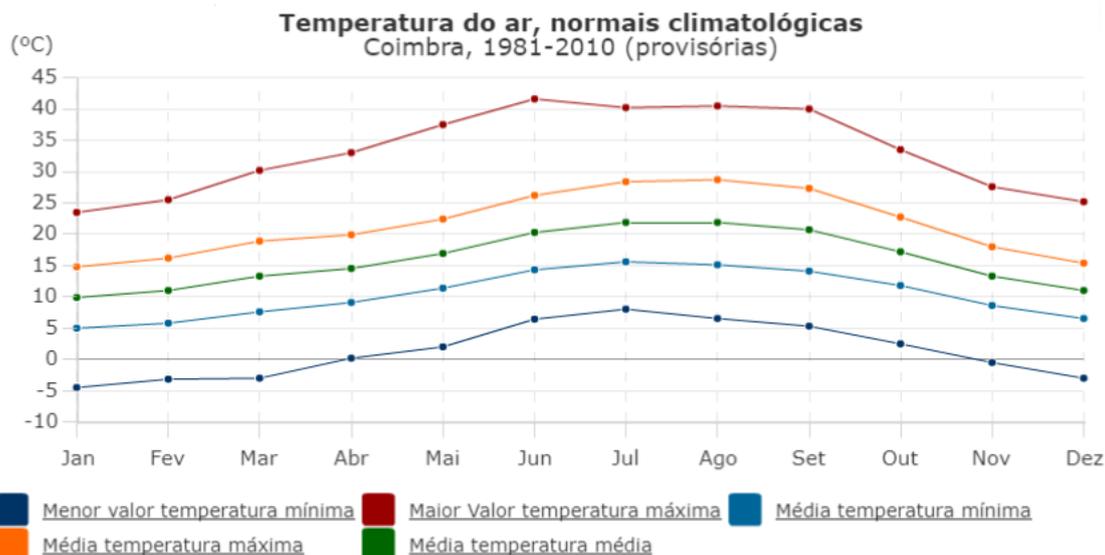


Gráfico 1- Temperaturas dos ar. fonte: IPMA

No âmbito da temperatura, através do gráfico 1, é possível verificar que o mês mais frio é janeiro e o mais quente junho. Já a média da temperatura máxima, esta regista-se com o valor mais alto no mês de agosto com uma média perto dos 30°C e por sua vez, a média da temperatura mínima regista-se perto dos 5°C em janeiro.

Em relação à média da temperatura média mensal, é possível verificar que a média mais alta se situa no mês de julho e a mais baixa no mês de janeiro.

De acordo com o IPMA, o município de Coimbra tem uma média de temperatura média anual de 16°C. De forma a calcular os valores da média da temperatura máxima anual e da média da temperatura mínima anual dos anos em estudo, calculei a média dos valores médios mensais máximos e mínimos respetivamente, da normal climatológica 81-2010, onde o valor da média da temperatura máxima anual é de 21,5°C e a da média da temperatura mínima anual é de 9.5°C.

Anos	Temperatura máxima ocorrida	Dia	Temperatura mínima ocorrida	Dia	Precipitação máxima diária	Dia
2010	39.2°C	28/7 e 31/8	8	09/01	44.9mm	09/10
2011	39.2°C	27/07	-1.1°C	30/12	33.3mm	15/10
2012	40.5°C	18/7	-2.4°C	05/2	38.2mm	03/5
2013	39.2°C	06/7	-1.8°C	03/12	54.5mm	25/12
2014	35.5°C	18/8	2.0°C	23/1	42.2mm	03/1
2015	37.2°C	10/8	-2.2°C	05/2	47.0mm	04/5
2016	40.5°C	08/8	1.0°C	16/2	58.2mm	13/2
2017	40.3°C	20/8	0.2°C	19/1	46.8mm	10/!2

Tabela 6- Temperaturas máximas e mínimas de 2010-2017. Fonte: IPMA

Na tabela 6 encontra-se alguns dados de temperatura máxima e mínima e também de precipitação dos anos em estudo (2010-2017) do Município de Coimbra.

Ao analisar a tabela conclui-se que os anos mais quentes foram 2012, 2016 e 2017 com um alcance da temperatura máxima diária acima dos 40°C nos meses de julho e agosto.

No caso da temperatura mínima, esta verifica-se com os valores mais baixos nos anos de 2012, 2013 e 2015, nomeadamente nos meses de fevereiro e dezembro. Por sua vez, no âmbito da precipitação, os anos com os maiores valores foram 2013, 2015 e 2016 nos meses de fevereiro, maio e dezembro.

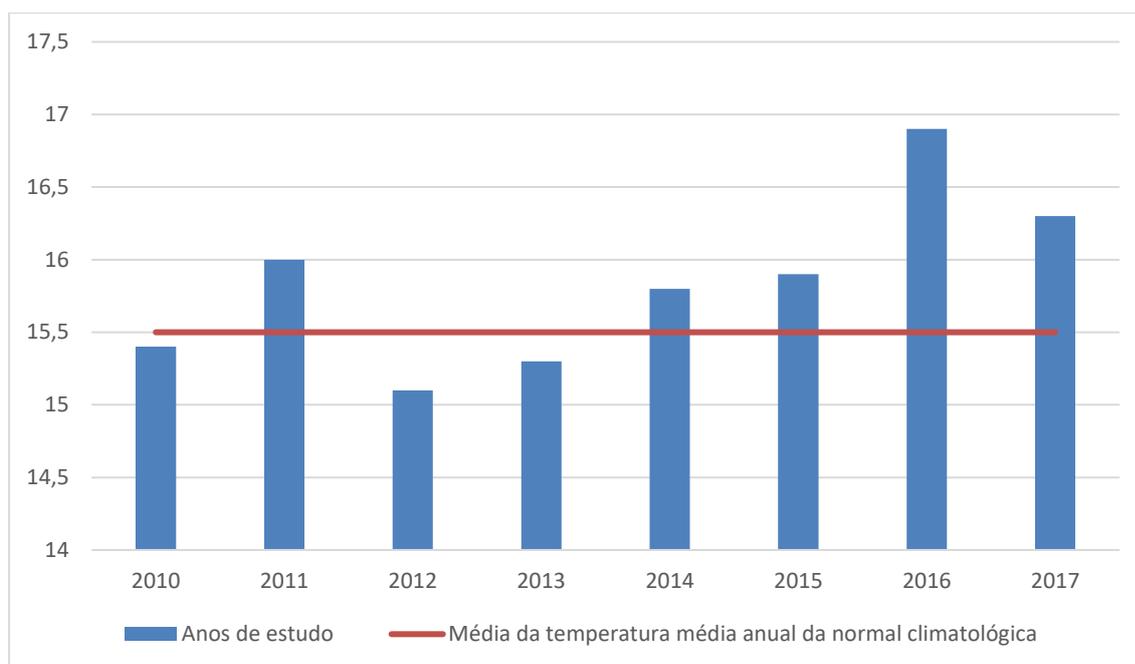


Gráfico 2- - Desvio da Média da temperatura média anual dos anos de estudo em comparação com a média temperatura média anual da normal climatológica 1971-2000. Fonte: IPMA

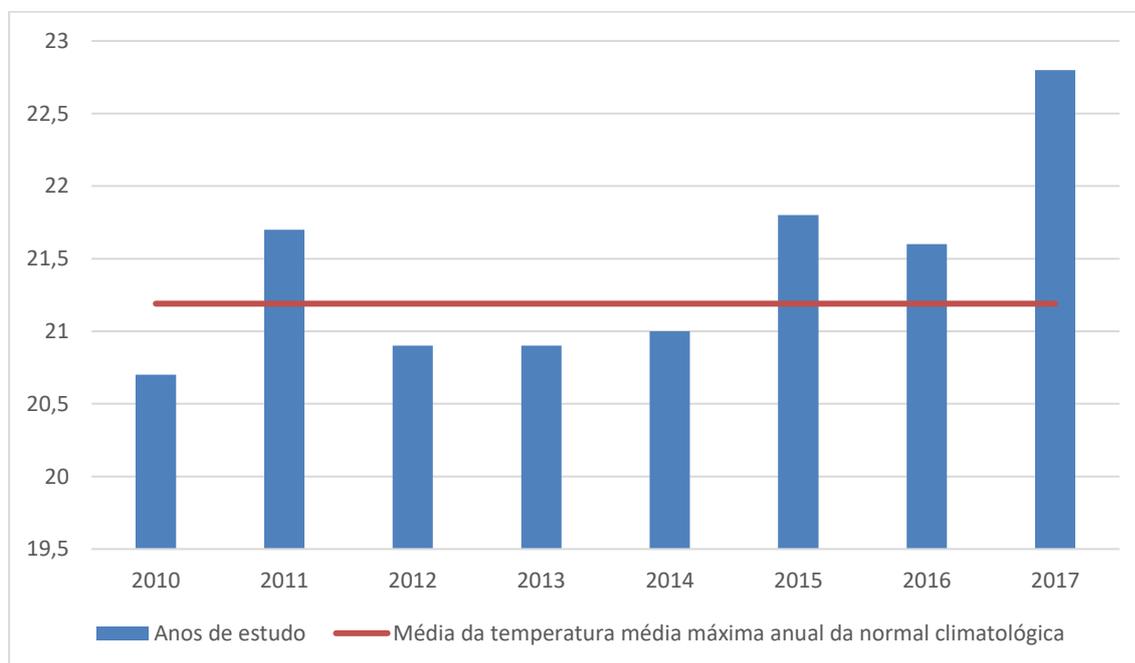


Gráfico 3- Desvio da Média da temperatura média máxima anual dos anos de estudo em comparação com a média temperatura média máxima anual da normal climatológica 1971-2000. Fonte: IPMA

A média da temperatura média anual da normal climatológica 1971 – 2000, segundo o IPMA é de 15,5°C. No gráfico 2 estão apresentados os desvios da média da temperatura média anual dos anos de estudo para o Município de Coimbra de forma a observar a existência de desvios da temperatura e o valor do seu desvio. Desta forma, é possível entender a tendência da temperatura dos mesmos. Os anos de 2010, 2012 e 2013 possuíram uma média abaixo da média da temperatura média anual da normal climatológica. Contudo, os anos de 2011, 2014, 2015, 2016 e 2017 salientaram-se com os valores acima da média em alguns casos bastante significativos, como é o caso de 2016 com um valor de 1,5°C acima do valor médio.

Por sua vez, no gráfico 3 está representado o desvio da média da temperatura média máxima anual dos anos de estudo em comparação com a mesma normal climatológica de 1971-2000. Neste gráfico, verifica-se que apenas 2011, 2015, 2016 e 2017 registaram um aumento da temperatura máxima, evidenciando-se o ano de 2017 com um desvio positivo de aproximadamente, 2°C acima do valor médio de referência.

Com base nos dois gráficos acima referidos, é possível verificar que a tendência representada assenta no aumento geral da temperatura tendo especial evidência no ano de 2017, sendo que este foi um ano particularmente quente e seco e com temperaturas elevadas não só nos meses mais quentes, mas também ao longo do ano.

Nos seguintes gráficos (4,5,6,7, e 8) são apresentadas as anomalias mensais em relação ao valor médio da temperatura máxima mensal de 1971- 2000 para os meses quentes (maio, junho, julho, agosto e setembro) dos anos de estudo referente ao Município de Coimbra.

Os valores da média da temperatura máxima mensal da normal climatológica utilizada são: 22,4 °C em maio, 26,2 °C em junho, 28,4°C em julho, 28,7°C em agosto e 27,3 em setembro .de acordo com os dados do IPMA

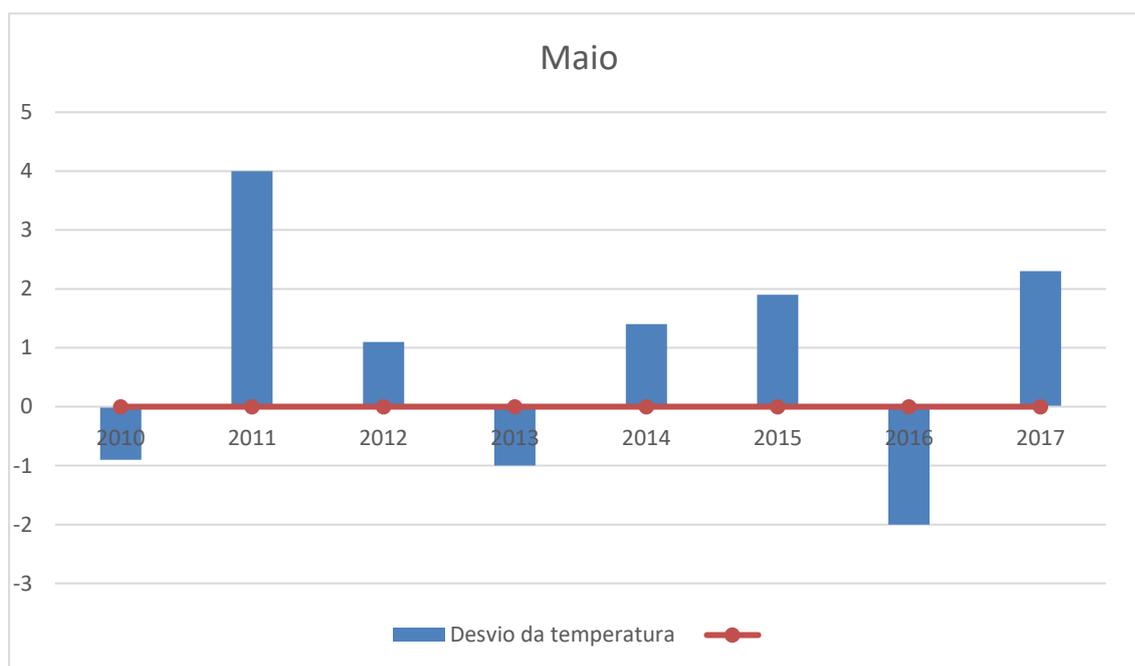


Gráfico 4- Anomalias mensais do mês de maio (em relação ao valor médio 1971-2000) da média da temperatura máxima. Fonte: IPMA

O gráfico 4 apresenta as anomalias mensais da média da temperatura máxima do mês de maio dos anos de estudo em relação à média da temperatura máxima mensal da normal climatológica de 1971-2000. Tendo em conta a informação do gráfico, é possível verificar que a maioria dos anos de estudo se encontram com temperaturas médias acima do valor da normal climatológica utilizada. O ano que mais se evidencia é o ano de 2011 com uma subida de 4°C da temperatura. Por outro lado, o mês de maio em 2016 obteve o desvio mais baixo com -2°C.

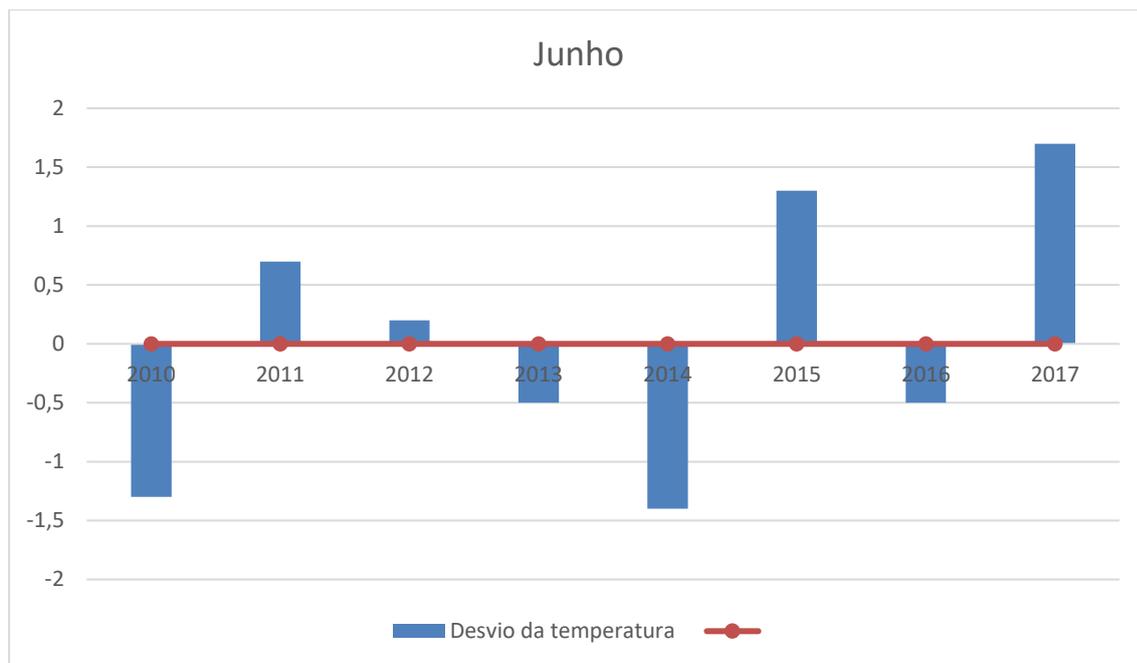


Gráfico 5- Anomalias mensal do mês de junho (em relação ao valor médio 1971-2000) da média da temperatura máxima. Fonte: IPMA

O mês de junho (gráfico 5) apresenta uma anomalia positiva nos anos de 2011, 2012, 2015 e 2017, sendo que este último ano apresenta uma subida da média da temperatura máxima do mês de junho de aproximadamente 1,7°C. Por sua vez, junho de 2014 apresenta a maior descida com aproximadamente -1,5.°C

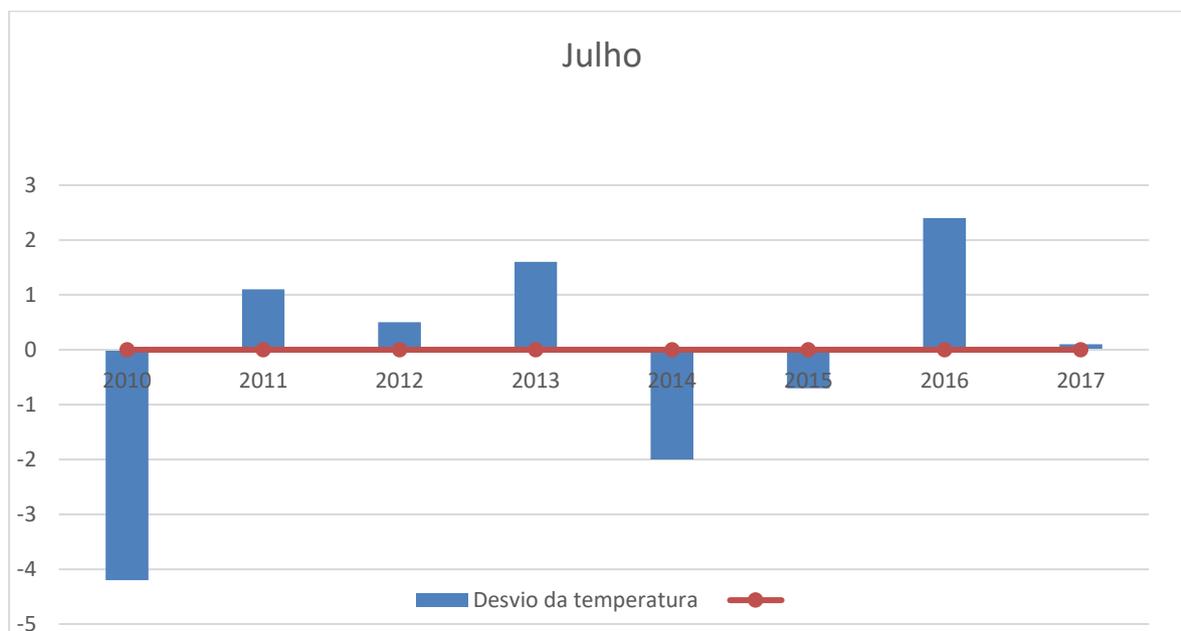


Gráfico 6- Anomalias mensal do mês de julho (em relação ao valor médio 1971-2000) da média da temperatura máxima. Fonte: IPMA

O mês de julho (gráfico 6) caracterizam-se como o mês com os valores de anomalias negativas mais elevadas, como é exemplo o ano de 2010 que registou uma média da temperatura máxima de  $-4^{\circ}\text{C}$  que o valor da média da temperatura máxima da normal climatológica para esse mês. No âmbito da subida da temperatura, o ano com o mês de julho com uma maior anomalia positiva foi 2016 com uma subida de  $2,6^{\circ}\text{C}$ .

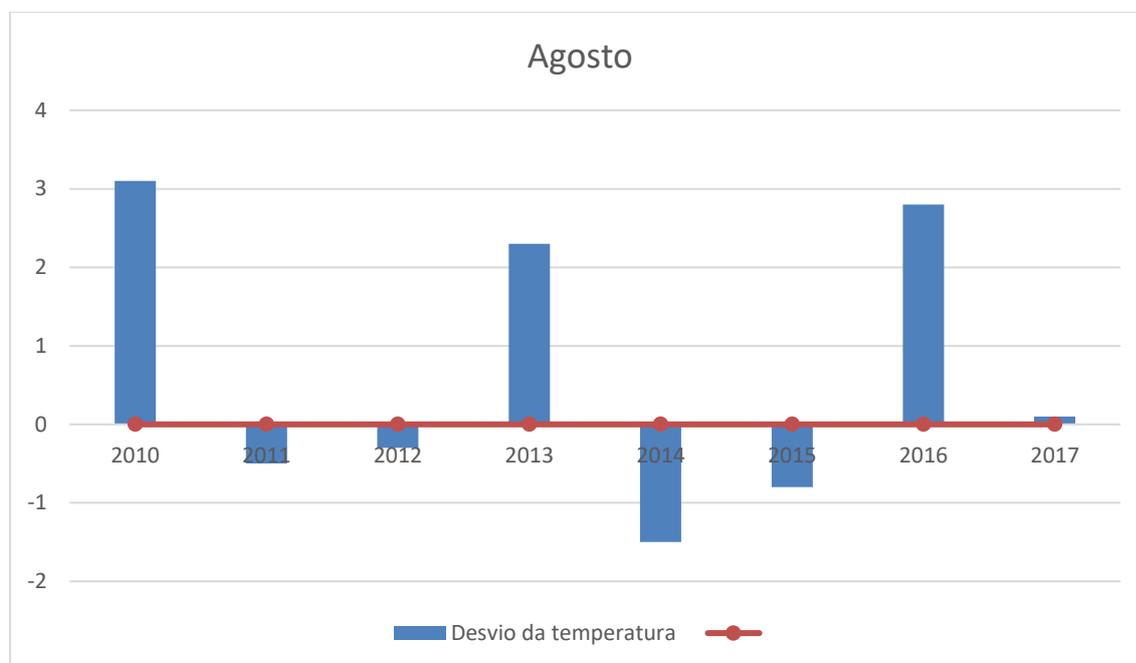


Gráfico 7- Anomalias mensais de agosto (em relação ao valor médio 1971-2000) da média da temperatura máxima. Fonte: IPMA

Relativamente ao mês de agosto (gráfico 7), este evidencia-se com um desvio da temperatura positiva nos anos de 2010, 2013, 2016 e 2017 sendo que 2010 obteve uma subida de  $3^{\circ}\text{C}$ . Em relação aos valores negativos, destaca-se 2014, com uma descida de  $-1,5^{\circ}\text{C}$  face à média da temperatura mensal de 1971-2000.

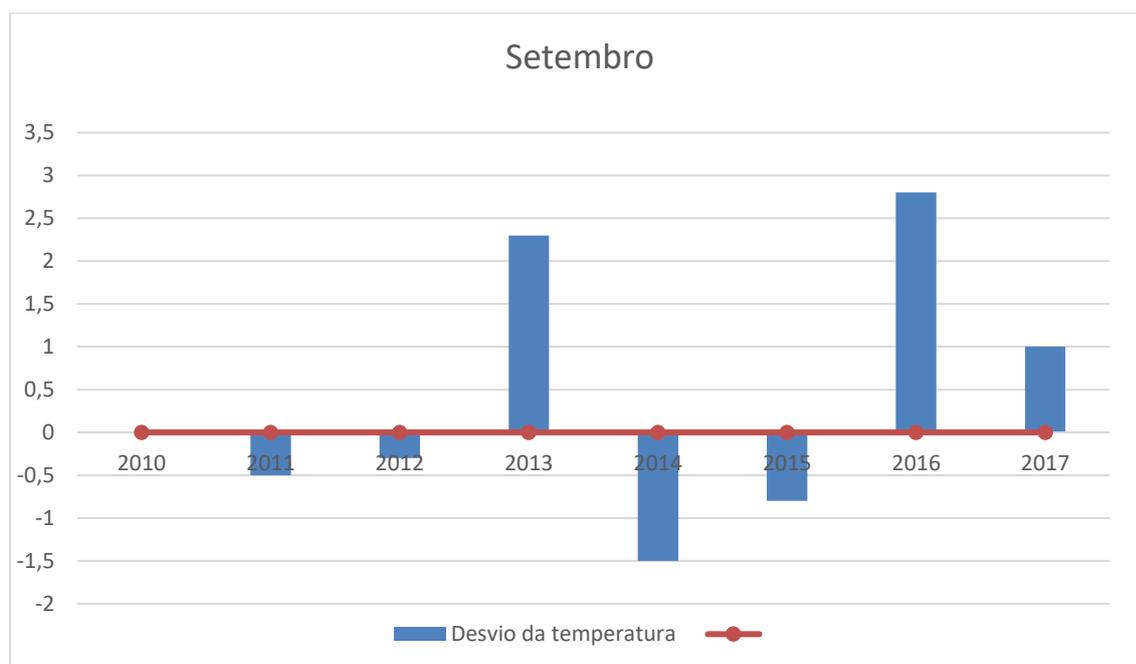


Gráfico 8- Anomalias mensais de setembro (em relação ao valor médio 1971-2000) da média da temperatura máxima. Fonte: IPMA

Setembro qualifica-se como o mês com menos anos que registam uma subida de temperatura em relação ao valor da normal climatológica, e também o único em que existiu um ano em que o valor se manteve exatamente o mesmo (gráfico 8). O ano de 2016 sobressaiu como o ano com o maior valor de desvio de aproximadamente 2,8 °C e por sua vez, 2014 revelou-se com o mês de setembro com o desvio mais negativo de -1,5°C

Em suma todos os meses apresentam generalizadamente um aumento da temperatura com alguma significância. O ano de 2014 foi o ano que em quase todos os meses, exceto o mês de maio, apresentou um desvio negativo, sendo assim o ano com um desvio da média da temperatura máxima mensal mais baixa. Apenas 2017, obteve uma um aumento da média da temperatura máxima mensal em todos os meses de estudo. Maio de 2010 possui a maior subida do desvio da temperatura e julho de 2010 com a maior descida em relação ao desvio da temperatura com -4°C da média da temperatura máxima da normal climatológica utilizada.

Pode-se assim afirmar que 2010 foi um ano de extremos em relação ao desvio da temperatura máxima mensal.

### 3.3.1.2. Precipitação

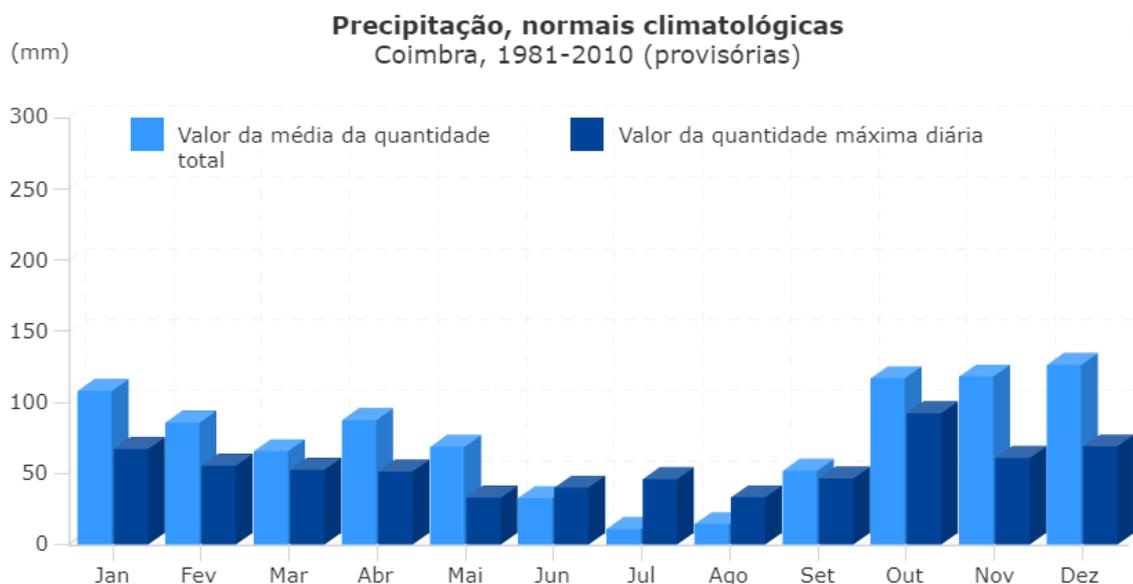


Gráfico 9- Precipitação mensal. fonte: IPMA

No âmbito da precipitação, é possível verificar que os meses mais chuvosos vão de outubro a janeiro, e os menos, de maio a agosto, fazendo corresponder com meses de inverno e verão respetivamente. Coincide assim, com o tipo de clima mediterrâneo presente no município de Coimbra.

A título do valor da quantidade máxima diária, outubro é o mês com mais valor de precipitação e agosto com o valor menos. Por sua vez, no âmbito do valor da média da quantidade total o valor mais elevado é respetivo ao mês de dezembro e o menos valor é respetivo a julho.

### 3.3.2. Ilha de Calor de Coimbra

A anomalia térmica positiva cidade/periferia urbana, quando se manifesta, cria circulações locais específicas, nomeadamente "brisas de campo" que penetram, com maior ou menor dificuldade no tecido urbano, de acordo com a sua organização espacial, com a sua morfologia e arquitetura urbanas e com o contexto topográfico da cidade. As aglomerações urbanas, mesmo as de dimensões modestas, interferem significativamente nas características climáticas locais,

criando, nomeadamente, o seu próprio campo de temperaturas (GANHO, 1995). Este efeito é maioritariamente provocado pela alteração do terreno por alcatrão, pedra, e da própria estrutura da malha urbana.

As atividades humanas em geral e a urbanização em particular, acarretam modificações climáticas, sobretudo aos níveis das escalas local e microescala. Provocam emissões acrescidas de gases que eventualmente intensificam o “efeito de estufa” natural da atmosfera e que atuam na catalisação de reações químicas, bastante agressivas para a camada de ozono estratosférico (BALKESTAHL, 2009).

COSTA (2009) define ilha de calor como uma anomalia térmica resultante, entre outros fatores, das diferenças de absorção e armazenamento de energia solar pelos materiais constituintes da superfície urbana. As ilhas de calor podem ocorrer durante qualquer período do dia ou da noite, porém, sua intensidade máxima geralmente ocorre de madrugada, pois a área rural resfria-se mais rápido que a área urbana, determinando assim grandes diferenças de temperatura (FREITAS, 2015, citado por SANTOS, 2016).

O clima de Coimbra apresenta características particulares em virtude da alteração da cobertura natural do solo/uso do solo, com a criação de um clima urbano (GANHO, 1998) e levando a contrastes termo higrométricos espaciais na cidade. Os contrastes espaciais mais comuns associados à ilha de calor correspondem entre 3 a 5°C de temperatura (GANHO, 2010). Por outro lado, a diversidade de relevo e de diferenças altitudinais, quer na cidade, quer na sua envolvente, especialmente no que diz respeito ao Maciço Marginal de Coimbra intensificam a ilha de calor urbano, nomeadamente quando ocorrem circulações de Leste durante a noite (GANHO, 1998 e 2010, citado por MATEUS, 2014). A ilha de calor urbano de Coimbra é polinucleada, desenvolvendo-se com maior intensidade na área de Celas, Avenida Dias da Silva e Santo António dos Olivais, com diferenças de temperaturas superiores a 9°C, no mês de dezembro (MARQUES *et al.*, 2009). Para comprovar a dinâmica da ilha de calor urbano de Coimbra os mesmo autores verificaram um comportamento térmico distinto face ao espaço urbano em que as sondas representativas dos espaços periurbano e rural, apresentam registos significativamente inferiores de temperatura mínima, principalmente na Bacia de Souselas, onde se verificaram mesmo -3°C e -0,3°C em Bencanta ao passo que, nas sondas da Ferreira Borges e Solum, os termógrafos registaram 8°C de temperatura mínima, apresentando assim nestes sectores do espaço urbano uma anomalia térmica positiva de 11°C, o que à escala local se apresenta como bastante significativo. Assim comprova-se vários núcleos da ilha de calor

urbano presentes na área da Solum, Bairro Norton de Matos, Vale das Flores e Ladeira do Chão do Bispo, assim como, na Alta e na Baixa da cidade e na Rua da Sofia, no Tovim, Chão do Bispo e Celas.

Por norma, a intensidade das ilhas de calor é maior em dias calmos e claros do que em dias nublados e com ventos, pois em dias claros mais energia solar é capturada e ventos mais brandos removem o calor de maneira mais lenta (Gartland, 2010).

Alguns dos fatores influentes na origem de uma ilha de calor são segundo, OLIVEIRA (s.d.), a localização geográfica, a estação do ano, crescimento urbano desordenado, poluição atmosférica, áreas sem vegetação arbórea entre outros.

Segundo MONTEIRO (1994) uma das formas eficientes de combater os efeitos da ilha de calor é a definição da localização dos espaços verdes pois quando corretamente planeados, podem também para diminuir o ruído e filtrar alguns poluentes ou ainda incrementar a ventilação e modificar os sistemas de circulação na cidade, reduzindo, portanto, as temperaturas extremas. O uso de espelhos de água em parques públicos também ajuda a amenizar as altas temperaturas, pois a água, devido ao seu elevado calor específico, é capaz de absorver grandes quantidades de calor sem sofrer grandes variações de temperatura em relação aos materiais de construção, funcionando como um termo regulador do ambiente (SANTOS, 2016).

### 3.4. Caracterização da População Município de Coimbra

#### 3.4.1. Demografia

O município de Coimbra é extenso e tem um total de 143.396 habitantes distribuídos por 31 freguesias. No âmbito da densidade populacional este possui um total de 449,0 hab/km<sup>2</sup> de acordo com a informação do INE.

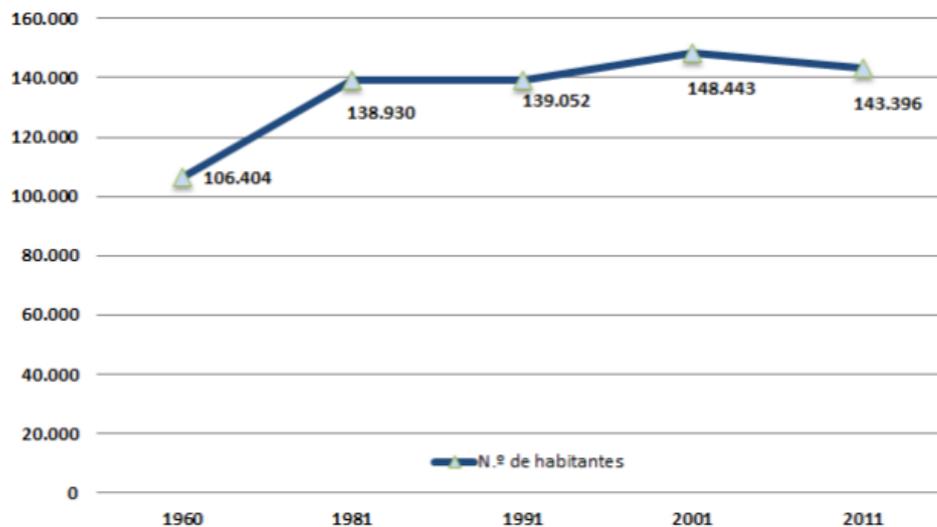


Gráfico 10- Evolução da População. Fonte: Diagnóstico Social de Coimbra 2018

No gráfico 10 está representada a evolução da população residente do município de Coimbra, desde a década de 60 até aos últimos censos de 2011. Neste é possível verificar que desde a década de 60 até 90 houve um aumento da população, contudo a partir de 2000 assistiu-se a um decréscimo da mesma.

Na tabela 7, verifica-se a evolução da população por freguesias. Aqui é possível verificar que a freguesia de Santo António dos Olivais desde 1991 é a freguesia com maior número de população. Contudo, na taxa de variação da população de 1991 a 2001 e de 2001 a 2011, é possível verificar-se que as freguesias que obtêm uma taxa positiva são as freguesias mais periféricas da cidade devido em grande parte aos fatores económicos de custo de vida nos centros das cidades. Por conseguinte, as freguesias com taxa negativa são as que se encontram no centro da cidade, nomeadamente Coimbra (Almedina) e Coimbra (São Bartolomeu), com as maiores taxas negativas, com uma forte razão devido à grande concentração de população envelhecida, ao tipo de edificado nela presente, e aos valores económicos associados.

Freguesias	Antes da reorganização administrativa				
	População residente (N.º)			Taxa de Variação entre 1991 e 2001 (%)	Taxa de Variação entre 2001 e 2011 (%)
	1991	2001	2011		
<b>Concelho de Coimbra</b>	<b>139.052</b>	<b>148.443</b>	<b>143.396</b>	<b>6,7%</b>	<b>-3,4%</b>
Coimbra (Almedina)	1.953	1.521	904	-22,1%	-40,6%
Coimbra (Santa Cruz)	8.239	6.886	5.699	-16,6%	-17,0%
Coimbra (Sé Nova)	8.609	8.295	6.741	-3,6%	-18,7%
Coimbra (São Bartolomeu)	1.395	856	627	-38,6%	-26,8%
Taveiro	1.924	2.064	1.948	7,2%	-5,6%
Ameal	1.756	1.678	1.682	-4,4%	0,2%
Arzila	711	728	655	2,3%	-10,0%
Antanhol	2.127	2.447	2.556	15,0%	4,5%
Assafarge	1.866	2.268	2.746	21,5%	21,1%
Souselas	3.159	3.146	3.092	-0,4%	-1,7%
Botão	1.625	1.683	1.588	3,5%	-5,6%
Santa Clara	8.609	9.637	9.929	11,9%	3,0%
Castelo Viegas	1.833	1.771	1.695	-3,3%	-4,3%
São Martinho do Bispo	12.484	14.246	14.147	14,1%	-0,7%
Ribeira de Frades	1.945	2.084	1.902	6,1%	-7,9%
São Martinho de Árvore	978	1.003	1.033	2,5%	3,0%
Lamarosa	1.989	2.189	2.069	10,0%	-5,5%
Trouxemil	2.952	2.999	2.712	1,5%	-9,6%
Torre de Vilela	1.085	1.146	1.242	5,6%	8,4%
Eiras	9.655	12.052	12.097	24,8%	0,4%
São Paulo de Frades	4.732	5.912	5.824	24,9%	-1,5%
Antuzede	2.002	2.265	2.276	13,1%	0,5%
Vil de Matos	731	775	870	6,0%	12,3%
Almalaguês	3.512	3.440	3.111	-2,0%	-9,6%
Brasfemes	1.695	1.847	1.969	8,9%	6,6%
Ceira	4.485	4.207	3.701	-6,1%	-12,0%
Cernache	3.650	3.871	4.048	6,0%	4,6%
Santo António dos Olivais	35.807	39.516	38.936	10,3%	-1,5%
São João do Campo	2.261	2.309	2.073	2,1%	-10,2%
São Silvestre	2.544	3.092	3.122	21,5%	1,0%
Tornes do Mondego	2.739	2.550	2.402	-6,9%	-5,8%

Tabela 7- Evolução da população por freguesias. fonte: Diagnóstico Social de Coimbra 2018

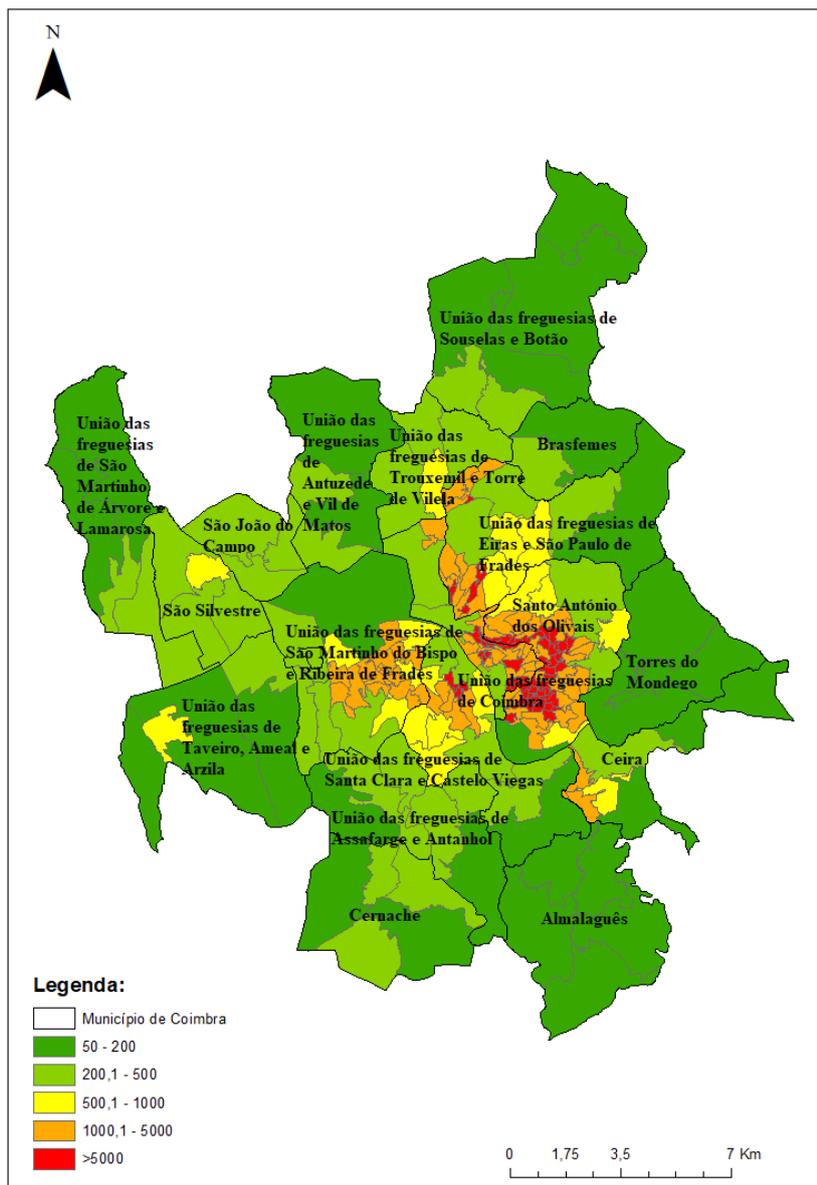


Figura 4- Mapa densidade populacional por secções estatísticas

A figura 5 apresenta um mapa relativo à densidade populacional ao nível da secção estatística do Município de Coimbra. Neste é possível verificar que a maior densidade de população se encontra, maioritariamente nas secções mais centrais do município inseridas nas freguesias de União de freguesias de Coimbra e Santo António dos Olivais. Por sua vez, a menor percentagem de densidade populacional encontra-se nas secções estatísticas mais periféricas como Almalaguês e Torres do Mondego.

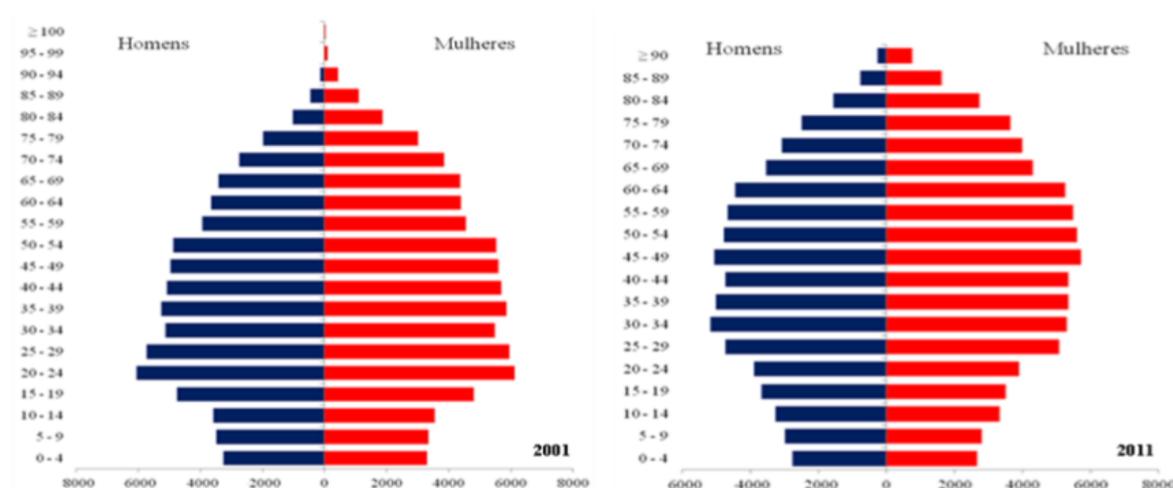


Figura 5- Pirâmide Etária da população. fonte: in "Ondas de Calor e Ondas de Frio em Coimbra, Impactes na mortalidade da população", MATEUS, 2014

Na figura 5 estão representadas as pirâmides etárias de 2001 e 2011. Nestas estão apresentadas a quantidade de habitantes por idade e sexo de acordo com os censos de 2001 e 2011. Aqui é possível ver que atualmente (censos 2011), a população mais jovem que constitui a base da pirâmide e que deveria ter os valores mais elevados, é na realidade a menos numerosa. Em oposto, apresenta-se as idades dos 29 aos 64 anos com o maior número de população.

Em comparação com a pirâmide etária de 2001, compreende-se que atualmente assiste-se a um encurtamento da base da pirâmide com tendência a manter-se assim, e a um alargamento do centro e ponta da pirâmide que transmite o aumento da população ativa e idosa.

População residente de Coimbra e respetivas taxas de variação (%)							
0-14		15-24		25-64		65+	
2001	2011	2001	2011	2001	2011	2001	2011
20.521	17.837	21.727	14.987	81.656	81.786	24.539	28.786
Taxa de variação (%)							
-13,08		-31,02		0,16		17,31	

Tabela 8- População residente de Coimbra e respetivas taxas de variação (%). Fonte: Diagnóstico Social de Coimbra 2018

No âmbito da variação da população por grupos etários (tabela 8) e da análise da pirâmide etária, conclui-se facilmente que a população do Município de Coimbra recaí para uma população cada vez mais envelhecida e por sua vez com menos crianças e jovens. Segundo MATEUS (2014), a idade média da população residente no concelho de Coimbra é de 43,40 anos, superior à de Portugal (41,83 anos) e inferior à da Região Centro (43,79 anos).

No âmbito da estrutura etária da população, de acordo com os dados do INE de 2011, a faixa etária dos 0-14 representa 12,4 % da população, a faixa etária dos 15-24, 10,5%, a faixa dos 24-64, 57% e por sua vez a faixa etária dos 65+ representa 20,1%. Novamente é explícito a baixa percentagem de população jovem no município.

No âmbito do estudo da vulnerabilidade e tendo em conta os grupos populacionais mais vulneráveis, é importante pormenorizar as suas características.

Assim sendo, de acordo com os dados do PORDATA, o município de Coimbra possui um índice de dependência de idosos de 29,7%, bem mais elevado do que o índice de dependência de jovens que se encontra nos 18,4%.

O índice de envelhecimento é um indicador bastante importante na caracterização da população e, assim sendo, em 2011 segundo o PORDATA, o município de Coimbra possui um índice de envelhecimento de 161,4 % que comparando com os dados de 1960 em que o mesmo era de 32,6% é um aumento bastante considerável. Também comparado com o índice de envelhecimento de Portugal que é de 127,8%, o município considera-se acima do valor nacional. No entanto comparando-o com o Distrito de Coimbra em que o valor é de 176,7% estabelece-se abaixo.

Sendo as crianças e bebés inseridas nos grupos mais vulneráveis, é também importante caracterizá-las. Em 2018 segundo o PORDATA foi registada uma taxa bruta de natalidade de 8,3 nados vivos por 1.000 habitantes, apenas 0,2 abaixo da taxa nacional de 8,5.

Por sua vez, a população sem abrigo é também inserida no núcleo de grupos vulneráveis. De acordo com os dados dos censos de 2011, estão registados no município de Coimbra apenas 11 pessoas sem abrigo. No âmbito dos núcleos familiares, a média de dimensão das famílias é de 2,4 indivíduos, sendo muito próxima da média da região de Coimbra que é de 2,5. Conclui-se assim que o mais comum são núcleos familiares pouco numerosos.

Segundo os censos de 2011, cerca de 50.000 indivíduos possui um grau de dificuldade em efetuar alguma ação no âmbito da locomoção, audição, memória e compreensão. Na tabela 9 estão pormenorizados o número de indivíduos por tipo de dificuldade no município de Coimbra.

População residente com 5 ou mais anos segundo o tipo de dificuldades por grau de dificuldade sentido						
Grau de dificuldade sentido	Ver	Ouvir	Andar ou subir degraus	Memória ou concentração	Tomar banho ou vestir-se sozinho	Compreender os outros ou fazer-se compreender
Tem muita dificuldade em efetuar a ação	12.699	7021	12171	7936	4211	4596
Não consegue efetuar a ação	368	352	1206	1285	1781	780

Tabela 9- População residente com 5 ou mais anos segundo o tipo de dificuldades por grau de dificuldade sentido.

Fonte: CENSOS, 2011

### 3.4.2. Educação

A educação é fundamental para o crescimento e desenvolvimento de um ser humano, mas também para a população como um todo. Sendo assim, neste ponto irá ser caracterizado as variáveis pertinentes à caracterização da educação do município de Coimbra.

População analfabeta		
Total	Masculino	Feminino
4.754	1.093	3.661

Tabela 10- Tabela 10 – População analfabeta. Fonte: PORDATA

De acordo com os censos 2011, o município de Coimbra possui uma taxa de analfabetismo de 2,65%. Em comparação ao valor da mesma taxa para do Distrito de 3,26%, a taxa do município encontra-se abaixo. Na tabela 10 está retratado o número de habitantes analfabetas, onde é possível verificar que o maior valor pertence ao sexo feminino.

População por nível de escolaridade (+15 anos)						
Sem nível de escolaridade	Básico 1ºCiclo	Básico 2ºCiclo	Básico 3ºCiclo	Secundário	Médio	Superior
9.331	26.950	11.196	21.811	21.230	1.235	33.806

Tabela 11- População por nível de escolaridade (+15 anos). Fonte: PORDATA

A tabela 11 dá conta do número de população por nível de escolaridade da população com mais de 15 anos. Nesta é possível verificar que a maioria da população estudou até ao ensino superior, correspondendo a 26,9% da mesma, e o município de Coimbra apresenta as taxas mais elevadas de população com pelo menos o ensino secundário na ordem dos 46,3% da região Centro. No entanto, possui uma taxa de abandono escolar 1,53%, que se posiciona baixo da taxa nacional de 1,80%.

### 3.4.3. Emprego

O município de Coimbra, de acordo com os dados dos censos 2011, possui uma taxa de emprego de 50,7% no total, o sexo masculino possui uma taxa de 52,8% e o sexo feminino 48,8%, mostrando assim, que a taxa de emprego é mais alta no sexo masculino. Na tabela 12, está representada a percentagem de população empregada por setor de atividade económica à qual é possível verificar que a maior parte da população trabalha no setor terciário correspondendo a atividades de comércio e prestação de serviços.

População empregada por sector de atividade económica		
Primário	Secundário	Terciário
0,7%	15,1%	84,3%

Tabela 12- População empregada por sector de atividade económica. Fonte: CENSOS 2011

No âmbito da taxa de desemprego do município de Coimbra, esta corresponde a 10,1%. Analisando a tabela 13, onde está representada a taxa de desemprego por grupos de população ativa é possível verificar que os grupos mais jovens dos 15 aos 24 anos e dos 25 aos 34 anos possuem a taxa de desemprego mais baixa. Em muitos casos este cenário revela a dificuldade de conseguir o primeiro emprego.

Taxa de desemprego por grupos população ativa					
Grupo Etário					
15-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65+
29,1%	11,4%	7,9%	8,1%	9,1%	0,1%

Tabela 13- Taxa de desemprego por grupos população ativa. Fonte: PORDATA

A taxa de atividade define-se pela divisão da população ativa pela população total e considera-se um indicador importante do desenvolvimento económico de uma determinada cidade ou país. No caso do município de Coimbra, este possui uma taxa de atividade de 56,4%, um pouco abaixo da taxa nacional de 59,0% de acordo com o PORDATA.

A população ativa é fundamental do ponto de vista económico para a dinâmica de uma cidade. Em 2011, através dos Censos foram contabilizadas 70.775 pessoas ativas. Contudo, foram também contabilizados 54.784 indivíduos inativas do ponto de vista económico. Na tabela 14 e na tabela 15 estão diferenciadas a população ativa segundo o grupo etário e as várias condições da população inativa respetivamente, segundo os dados do PORDATA.

População ativa segundo o grupo etário						
Total	15-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65+
70.775	4.263	17.960	18.837	18.655	9.799	1.261

Tabela 14- População ativa segundo o grupo etário. Fonte: PORDATA

População inativa segundo total e por condição perante o trabalho					
Total	Estudantes	Domésticos	Reformados	Incapacitados	Outros inativos
54.784	10.987	3.477	34.404	1.501	4.415

Tabela 15- População inativa segundo total e por condição perante o trabalho. Fonte: PORDATA

## 3.4.4. Habitação

O município de Coimbra possui um total de 40.641 edifícios clássicos. Na tabela 16 estão especificados os tipos de edifícios existentes, sendo que a grande parte dos edifícios existentes são edifícios clássicos e de seguida, edifícios clássicos com um ou dois alojamentos. De acordo com a tabela 17, a maioria foram contruídos entre 1971 e 1980 apresentando assim alguma antiguidade.

Tipos de Edifícios										
Edifícios Clássicos	Edifícios clássicos 1 ou 2	Edifícios clássicos isolados	Edifícios clássicos geminados	Edifícios clássicos em banda	Edifícios clássicos 3 ou mais	Edifícios exclusiva residência	Edifícios principal residência	Edifícios principal não residência	Edifícios com 1 ou 2 pisos	Edifícios com mais de 2 pisos
40.641	34.862	19.465	7.655	7.742	5.214	38.044	2.288	309	31.617	9.024

Tabela 16- Tipos de Edifícios. Fonte: BGRI, 2011

Edifícios por ano de construção									
Edifícios antes 1919	Edifícios 1919 a 1945	Edifícios 1946 a 1960	Edifícios 1961 a 1970	Edifícios 1971 a 1980	Edifícios 1981 a 1990	Edifícios 1991 a 1995	Edifícios 1996 a 2000	Edifícios 2001 a 2005	Edifícios 2006 a 2011
1.776	3.298	5.625	5.287	7.071	6.378	2.557	2.841	3.488	2.320

Tabela 17- Edifícios por ano de construção. Fonte: BGRI, 2011

Nas tabelas 18 e 29, estão representados os edifícios por estado de conservação e tipo de necessidade de reparação respetivamente. Neste conclui-se que a grande minoria não necessita de reparação ou apenas de reparações básicas. Contudo ainda existem 1.168 edifícios que precisam de grandes reparações e 694 muito degradados. No âmbito do tipo de reparações, estas são mais necessárias nas coberturas e nas paredes e caixilharias exteriores dos edifícios.

Sem necessidade de reparação	Com necessidade de reparação	Pequenas reparações	Reparações médias	Grandes reparações	Muito degradado
27713	12234	8119	2947	1168	694

Tabela 18- Edifícios por estado de conservação. Fonte: BGRI, 2011

Edifícios por necessidade de reparação				
<b>Na cobertura</b>				
Nenhumas	Pequenas	Médias	Grandes	Muito grandes
26.058	8.711	3.632	1.420	820
<b>Na estrutura</b>				
Nenhumas	Pequenas	Médias	Grandes	Muito grandes
26.810	8.338	3.328	1.365	800
<b>Nas paredes e caixilharia exteriores</b>				
Nenhumas	Pequenas	Médias	Grandes	Muito grandes
24.264	9.710	4.130	1.610	927

Tabela 19- Edifícios por necessidade de reparação. Fonte: BGRI, 2011

No âmbito dos alojamentos o município possui 79.455 alojamentos, sendo que a grande maioria são alojamentos familiares clássicos. (tabela 20).

Segundo os censos 2011, por cada edifício existe, 1,9 alojamentos e em 2017 foi contabilizado um número médio de 253,4 alojamentos familiares por km<sup>2</sup>, em que, em média, em cada um destes alojamentos, habitam 1,7 indivíduos. Segundo o PORDATA, 86,7% dos alojamentos são habitados pelos seus proprietários, e 13,3% são por inquilinos.

No sector da qualidade dos edifícios, 0,32% da população do município de Coimbra vive em edifícios muito degradados. Também 10,24% do município habita em alojamentos familiares sobrelotados.

Para o bem-estar dos indivíduos, é fulcral que os seus alojamentos sejam confortáveis e que estejam equipados com todos os utensílios, bens necessários e instalações ao seu conforto. Na tabela 21, estão pormenorizados o número de alojamentos por tipo de instalações que possui.

Tipo de alojamentos			
Alojamentos familiares	Alojamentos familiares clássicos	Alojamentos familiares não clássicos	Alojamentos Coletivos
79.249	79.193	56	206

Tabela 20- Tipo de alojamentos. Fonte: BGRI, 2011

Número de alojamentos por tipo de instalações							
Com água canalizada no alojamento	Com água canalizada fora do alojamento, mas disponível no edifício	Sem água canalizada no alojamento ou edifício	Instalação de banho ou duche	Ar condicionado	Sem ar condicionado	Sistema de aquecimento disponível	Sem aquecimento
57 128	29	107	56.496	5.987	51.277	46.070	3.877

Tabela 21- mero de alojamentos por tipo de instalações. Fonte: INE

Segundo os dados do INE, os 107 alojamentos sem água canalizada afetam 181 pessoas que neles residem que se traduz num valor considerável, e 63 pessoas desse total, não possuem água canalizada no seu alojamento e 118 apenas têm disponível no seu edifício. No âmbito da instalação de banho ou duche, 768 alojamentos não possuem instalação, afetando 1.353 indivíduos. O total de 125.064 pessoas não contém sistema de ar condicionado no seu alojamento o que poderá influenciar na refrigeração e no seu conforto térmico em caso de temperaturas extremas.

### 3.4.5. Serviços de Saúde

O acesso aos serviços de saúde são fundamentais para os indivíduos. É bastante importante que um município esteja equipado com todos os serviços necessários para o bem-estar de saúde da população. Sendo assim, neste ponto irá ser caracterizado os serviços de saúde presentes no município de Coimbra.

O município de Coimbra possui 14 hospitais, 10 públicos e 4 privados. Segundo os dados do PORDATA, em 2017 foram contabilizados 8.700 funcionários da área da saúde (tabela 22).

Pessoal ao serviço nos hospitais			
Médicos	Enfermeiros	Pessoal auxiliar de enfermagem	Técnicos de diagnóstico e terapêutica
1.828	3.140	1.807	576

Tabela 22- Pessoal ao serviço nos hospitais. fonte: PORDATA

Segundo os dados de 2012 do PORDATA, o município tem um total de 6 centros de saúde com um total de 398 funcionários (tabela 23), em que nenhum deles possui internamento. De acordo com os mesmos dados existem 6.476 pessoas para cada centro de saúde e respetivas extensões. No âmbito das farmácias, existe um total de 49 farmácias e pontos farmacêuticos móveis.

Por sua vez, os centros residenciais para idosos como os lares e residências de repouso, são também um serviço de prestação de serviços de saúde importantes pois trabalham com uma faixa etária mais idosa e por sua vez mais vulnerável. No total existem 26 equipamentos deste tipo com uma capacidade de 1.062 pessoas e com um total de utentes de 874, segundo os dados da Carta Social de 2018 do município de Coimbra.

Pessoal ao serviço nos centros de saúde		
Médicos	Enfermeiros	Outros
151	99	148

Tabela 23- Pessoal ao serviço nos centros de saúde fonte: PORDATA

## 4. Histórico de ondas de calor no Município de Coimbra

### 4.1. Metodologia

Para o estudo de ocorrências de ondas de calor do município de Coimbra foi escolhido um espaço temporal de 8 anos de 2010 a 2017 entre os meses de maio a setembro. No âmbito da vulnerabilidade social face às ondas de calor, torna-se importante analisar a sua recorrência no município em estudo de forma a perceber a sua suscetibilidade às mesmas. Este estudo irá fornecer informação sobre as mesmas e permitirá estudar a sua dinâmica e auxiliar no âmbito da redução dos impactes do risco sobre a população e também num melhor ordenamento do território.

Para a determinação das ondas de calor foram primeiramente, recolhidas as temperaturas máximas fornecidas pelo Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra e também recolhida no website do IPMA. Por sua vez, através da informação recolhida no website do IPMA, foi utilizada a normal climatológica provisória de 1981-2010 de forma a obter a temperatura média mensal dos meses dos anos de estudo. Na tabela 25, encontram-se os dados correspondentes às temperaturas médias mensais da normal climatológica utilizada para cada um dos meses escolhidos.

Para existir uma ocorrência de onda de calor é necessário que a temperatura esteja no mínimo 5°C acima do valor da média da temperatura máxima mensal do mês.

Assim, para obter as ondas de calor ocorridas no município de Coimbra, foram adicionados 5°C a cada uma das temperaturas máximas diárias dos meses de estudo dos anos de 2010 a 2017 (tabela 26). Desta forma, esse fica o valor limiar considerado para a obtenção de uma onda de calor, tendo assim a temperatura máxima diária sobrepor-se a este valor.

Normal climatológica	Ano	Mês	Temperatura média mensal
1981-2010	2010	Maio	22,4
	2011	Junho	26,2
	2012	Julho	28,4
	2013	Agosto	28,7
	2014	Setembro	27,3
	2015		
	2016		
	2017		

Tabela 24- Anos analisados e temperatura média mensal correspondente aos meses. Fonte:IPMA

Normal climatológica	Média das temperaturas máximas mensais		Média das temperaturas máximas mensais + 5°C	
	1981-2010	Maio	22,4	Maio
	Junho	26,2	Junho	31,2
	Julho	28,4	Julho	33,4
	Agosto	28,7	Agosto	33,7
	Setembro	27,3	Setembro	32,3

Tabela 25- Valor da temperatura máxima mensal adicionada com o valor para a obtenção de uma onda de calor.

Fonte: IPMA

## 4.2.Ocorrências de ondas de calor na área de estudo

Ondas de calor registadas no Município de Coimbra			
Ano	Dia/mês	Duração	Temperatura máxima registada
2010	24 a 30 julho	7 dias	39.2°C
2013	24 a 30 junho	7 dias	37 °C
2013	4 a 9 julho	6 dias	39.2 °C
2015	23 a 28 maio	6 dias	34 °C
2016	6 a 13 agosto	8 dias	41° C
2016	1 a 6 setembro	6 dias	36° C

Tabela 26- Ondas de calor registadas no Município de Coimbra

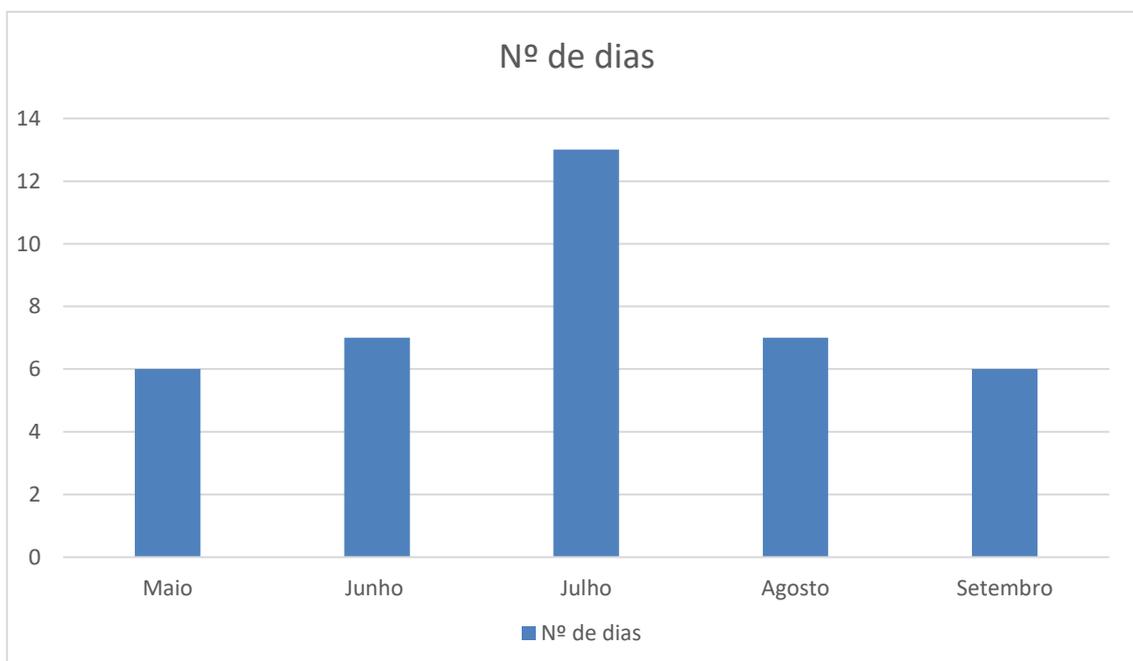


Gráfico 11- Número de dias com onda de calor nos meses de estudo

Nos 7 anos estudo de ondas de calor no Município de Coimbra, foram identificadas 6 ondas de calor com uma variação de 6 a 7 dias, não sendo muito prolongadas, contudo, atingiram temperaturas bastante consideráveis (tabela 26).

No ano de 2010 foi registado apenas 1 onda de calor no mês de junho com uma duração de sete dias. Todavia, no mesmo mês, ocorreu uma situação de quase onda de 17 a 21 de maio. Não ocorreu onda de calor porque no 6º dia a temperatura desceu o suficiente para não se encontrar 5°C acima da temperatura necessária.

No total o ano de 2010 sofreu 4 ondas de calor nos meses de maio, julho e agosto, apenas uma afetou o Município de Coimbra.

Em 2013 foram registadas 2 ondas de calor, de 24 a 30 de junho e de 4 a 9 de julho. O ano de 2013 registou 7 a 9 dias de ondas de calor na região centro do país, e a onda de calor observada em julho que afetou Coimbra, foi a mais significativa do mês julho desde 1941 de acordo com o IPMA.

O ano de 2015 registou valores mensais da temperatura média do ar superiores ao normal, tirando os meses de janeiro, fevereiro e setembro. Neste ano, o município de Coimbra sofreu uma onda de calor de 23 a 28 de maio com uma duração de 6 dias. Contudo, voltou a observar-se uma situação de quase onda de calor, de 17 a 21 de junho em que no 6º dia a temperatura desceu 9°C impossibilitando assim a ocorrência de uma onda de calor. No total em Portugal ocorreram 7 ondas de calor em 2015 tendo uma maior incidência no interior do país.

No âmbito das ondas de calor verificadas, 2016 foi o último ano dos meses de estudo com um total de 2 ocorrências. Estas verificaram-se de 6 a 13 de agosto e de 1 a 6 de setembro, com 8 e 6 dias respetivamente. A onda de calor de 7 a 13 de agosto foi a que atingiu a temperatura mais elevada de 41°C de todas as ocorridas de 2010 a 2017. Novamente foi assistida uma situação de quase onda de 14 a 18 de julho, em que a média, adicionado os 5°C era de 33,4°C e no 6º dia observou-se uma temperatura máxima de 30°C, não havendo assim uma situação de onda de calor.

Segundo os dados do IPMA, em 2016 registou-se o 2º verão mais quente e também o com o valor médio da temperatura máxima do ar foi o valor mais alto de 30,5º desde 1931.

Apesar de em 2017, não se ter registado nenhuma onda de calor no Município de Coimbra nos meses de estudo, em abril foi registada uma onda de calor por todo o país que afetou Coimbra

entre 9 a 10 dias de acordo com o IPMA. de 16 a 20 de junho foi possível verificar uma quase onda na medida em que no 6º dia apenas desceu 1º grau a temperatura necessária para a ocorrência de uma onda de calor. Estas datas coincidem com o período de onda de calor de 7 a 24 de junho que se fez sentir na grande maioria do território nacional, excluindo as localidades do litoral que não foram confrontadas com a onda de calor.

No que toca aos anos de 2011, 2012 e 2014 apesar de não existir nenhuma ocorrência de ondas de calor nestes anos no Município de Coimbra, no total nestes 3 anos foram verificadas 10 ondas de calor no território nacional. Cinco delas em 2011, uma em 2012 e 4 em 2014, todas com especial incidência no interior do país.

No gráfico 11 é nítido que o mês de julho durante os anos de estudo foi o que mais presenciou ocorrências de ondas de calor, sendo também em todos os anos salientado como o mês mais quente, e com temperatura média acima da temperatura média da normal climatológica.

Em síntese, ao longo dos 8 anos quase todos eles sofreram de uma onda de calor, e alguns deles mais que uma. Mesmo os anos sem ocorrência de ondas de calor, possuem características de temperaturas elevadas e pouco nível de precipitação.

## 4.2.1. Caracterização das ondas de calor

Da tabela 27 à tabela 32, estão caracterizadas individualmente as ondas de calor, ocorridas no Município de Coimbra nos 8 anos de estudo (2010-2017) da presente dissertação. Em cada uma da tabela é possível verificar os dias afetados, as temperaturas máximas ocorridas e os desvios das temperaturas máximas perante a temperatura média da normal climatológica 81-2010 mensal. Esta informação detalhada de cada uma das ondas de calor é importante para analisar o seu comportamento e as temperaturas que atingiram, bem como o valor do desvio da temperatura. Todos os dias das tabelas afetados pelas ondas de calor subiram acima do 5°C de referência cegando atingir me alguns casos mais do dobro como é o caso de 28 de maio de 2015 que atingiu um desvio de 11,6°C.

Julho 2010	Temperatura máxima diária	Temperatura média das máximas da normal climatológica de 81-2010	Desvio
24	34,5 °C	28,4 °C	6,1 °C
25	37, °C	28,4 °C	8,6 °C
26	39,0 °C	28,4 °C	10,6 °C
27	40,0 °C	28,4 °C	11,6 °C
28	38,3 °C	28,4 °C	9,9 °C
29	34,0 °C	28,4 °C	5,6 °C
30	34,5 °C	28,4 °C	6,1 °C

Tabela 27- Onda de calor de 24 a 30 julho de 2010

Junho 2013	Temperatura máxima diária	Temperatura média das máximas da normal climatológica de 81-2010	Desvio
24	33,8 °C	26,2 °C	7,6 °C
25	37 °C	26,2 °C	10,8 °C
26	35,0 °C	26,2 °C	8,8 °C
27	35,5 °C	26,2 °C	9,3 °C
28	34,5 °C	26,2 °C	8,3 °C
29	34,0 °C	26,2 °C	7,8 °C
30	33,7 °C	26,2 °C	7,5 °C

Tabela 28- Onda de calor de 24 a 20 de junho de 2013

Julho 2013	Temperatura máxima diária	Temperatura média das máximas da normal climatológica de 81-2010	Desvio
4	37,8 °C	28,4 °C	9,4 °C
5	33,7 °C	28,4 °C	5,3 °C
6	34,8 °C	28,4 °C	6,4 °C
7	39,2 °C	28,4 °C	10,8 °C
8	35,0 °C	28,4 °C	6,6 °C
9	34,5 °C	28,4 °C	6,1 °C

Tabela 29- Onda de calor de 4 a 9 de julho de 2013

Maio 2015	Temperatura máxima diária	Temperatura média das máximas da normal climatológica de 81-2010	Desvio
23	27,8°C	22,4 °C	5,4 °C
24	28,0 °C	22,4 °C	5,6 °C
25	29,2 °C	22,4 °C	6,8 °C
26	30,5 °C	22,4 °C	8,1 °C
27	32,3 °C	22,4 °C	9,9 °C
28	34,0 °C	22,4 °C	11,6 °C

Tabela 30- Onda de calor de 23 a 28 de maio de 2015

Agosto 2016	Temperatura máxima diária	Temperatura média das máximas da normal climatológica de 81-2010	Desvio
6	39,3° C	28,7°C	10,6 °C
7	41,0° C	28,7°C	12,3 °C
8	39,0° C	28,7°C	10,3 °C
9	33,8 °C	28,7°C	5,1 °C
10	33,9° C	28,7°C	5,2 °C
11	36,3° C	28,7°C	7,6 °C
12	37,0° C	28,7°C	8,3° C
13	34,2° C	28,7° C	5,5° C

Tabela 31- Onda de calor de 6 a 13 de agosto de 2016

Setembro 2016	Temperatura máxima diária	Temperatura média das máximas da normal climatológica de 81-2010	Desvio
1	33,0	27,3	5,7 °C
2	33,2	27,3	5,9 °C
3	33,5	27,3	6,2 °C
4	34,0	27,3	6,7 °C
5	36,0	27,3	8,7 °C
6	36,0	27,3	8,6 °C

Tabela 32- Onda de calor de 1 a 6 de setembro de 2016

## 5. Estudo de Vulnerabilidade Social

O estudo da vulnerabilidade é a temática central da presente dissertação, nomeadamente a vulnerabilidade social. O objetivo deste capítulo centra-se no estudo e entendimento dos vários conceitos que possui, e respetivos estudos associados.

### 5.1. Conceitos de vulnerabilidade

Segundo a UN-ISDR (2009), citado por CUNHA *et al.*, (2017) o termo vulnerabilidade refere-se à propensão da população exposta ou dos recursos económicos sofrerem perdas na dependência das suas características físicas, sociais, políticas, económicas, culturais e institucionais.

CUTTER *et al.*, (2003) citado por NOSSA *et al.*, (s.d.) explicam que a vulnerabilidade é um produto social que resulta da materialização de desigualdades e suscetibilidades no espaço e no lugar, que resultam das diferenças de poder, de acesso e de informação, que molda o nível de fragilidade dos grupos e condiciona a sua capacidade de responder.

YUNES e SZYMANSKI (2001), citados por JANCZURA (2012), afirmam que a vulnerabilidade se refere aos indivíduos e às suas suscetibilidades ou predisposições a respostas ou consequências negativas.

CUTTER (2011) afirma que a vulnerabilidade, numa definição lata, é o potencial para a perda. A vulnerabilidade inclui quer elementos de exposição ao risco (as circunstâncias que colocam as pessoas e as localidades em risco perante um determinado perigo), quer de propensão (as circunstâncias que aumentam ou reduzem a capacidade da população, da infraestrutura ou dos sistemas físicos para responder a e recuperar de ameaças ambientais).

### 5.1.1. Vulnerabilidade Social

O conceito de vulnerabilidade social tem sido trabalhado por diferentes autores, com propostas de definições distintas.

Para MENDES e TAVARES (2011) quando falamos de vulnerabilidade social, estamos a referir-nos à predisposição que um dado grupo tem para ser afetado, em termos físicos, económicos, políticos ou sociais, no caso de ocorrência de um processo ou ação desestruturante de origem natural ou antrópica. Estando assim, associado ao grau de exposição aos perigos naturais e tecnológicos e aos acontecimentos extremos, dependendo estreitamente da capacidade de resistência e de resiliência dos indivíduos e das comunidades mais afetadas.

CUNHA *et al.*, (2010) afirmam quem um dos consensos sobre o conceito de vulnerabilidade social é de que o mesmo apresenta um carácter multifacetado, abrangendo várias dimensões, a partir das quais é possível identificar situações de vulnerabilidade dos indivíduos, famílias ou comunidades. Tais dimensões dizem respeito a elementos ligados tanto às características próprias dos indivíduos ou famílias, como seus bens e características sociodemográficas, quanto àquelas relativas ao meio social onde esses estão inseridos.

PEDERSEN e SILVA (2013) citado por SCOTT *et al.*, (2018) afirmam que atualmente o conceito de vulnerabilidade social tem sido usado para caracterizar uma parcela da população, cada vez maior, que se encontra em uma situação desfavorável em relação a outros grupos populacionais.

## 5.2. Enquadramento teórico

Desde a década de 1990, o conceito de vulnerabilidade e, de modo especial, vulnerabilidade social vem ganhando espaço na produção científica e no discurso daqueles que trabalham com saúde ou assistência social. (SCOTT *et al.*, 2018) Ainda na mesma década, CHAUNGLIN *et al.*, (2016), citado por GONÇALVES (2017), menciona que a atenção centrou-se no efeito das atividades humanas sobre o sistema climático – em particular, as mudanças climáticas.

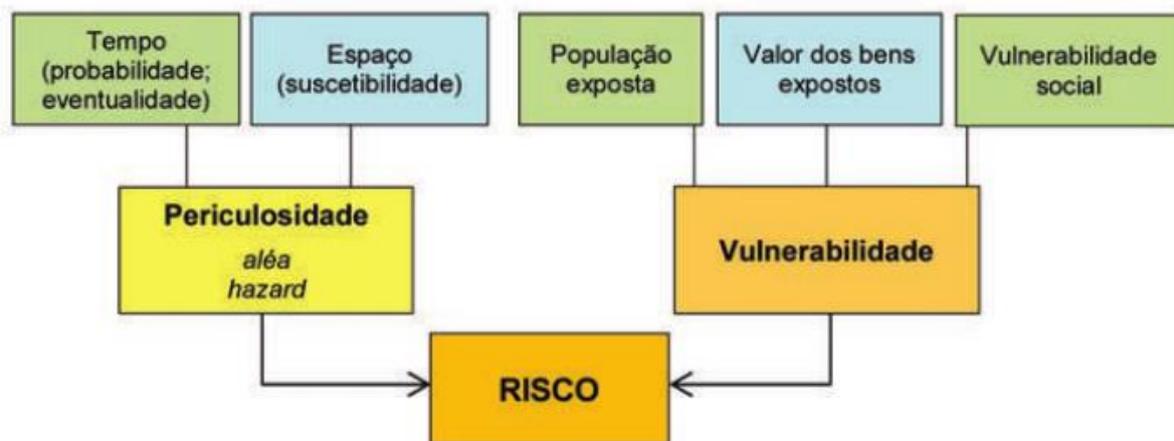


Figura 6- - Modelo conceptual do risco; fonte: in RISCOS NATURAIS EM PORTUGAL: ALGUNS PROBLEMAS, PERSPECTIVAS E TENDÊNCIAS NO ESTUDO DOS RISCOS GEOMORFOLÓGICOS (CUNHA; 2014).

Durante várias décadas a análise dos riscos naturais centrou-se nos processos geofísicos, negligenciando aspetos como as estratégias individuais e coletivas para enfrentar as crises, a vulnerabilidade das pessoas e dos grupos e a capacidade de resiliência das comunidades (MENDES *et.al.*,2011). Contudo, a capacidade de avaliar a vulnerabilidade social é progressivamente entendida como um factor chave para um efectivo processo de redução do risco e a promoção de uma cultura de resiliência (BIRKMANN, 2006; LANGRIDGE *et al.*, 2006 citados por MENDES *et al.*, 2011).

Os “natural hazards”, ou processos perigosos, têm exigido grande esforço e apreensão por parte de pesquisadores envolvidos com ações de planejamento e gestão e com a relação do homem com seu ambiente. O prognóstico da probabilidade daqueles fenômenos [riscos naturais] ocorrerem era fundamental naquele contexto. Nesse sentido, os geógrafos desenvolveram

largamente o que chamavam de risk assessment (avaliação do risco): avaliação do risco de ocorrer um perigo [um acidente ou catástrofe] em determinado local. Nesse contexto, começa a surgir uma maior expressão desse tipo de pesquisa envolvendo riscos naturais, dando subsídios para a introdução, no meio científico, do conceito de vulnerabilidade. Segundo os autores a vulnerabilidade começa a surgir “como ideia subjacente à noção de capacidade de resposta” de um ambiente ou uma população aos riscos (MARANDOLA e HOGAN, 2005 citado por FREITAS e CUNHA, 2012).

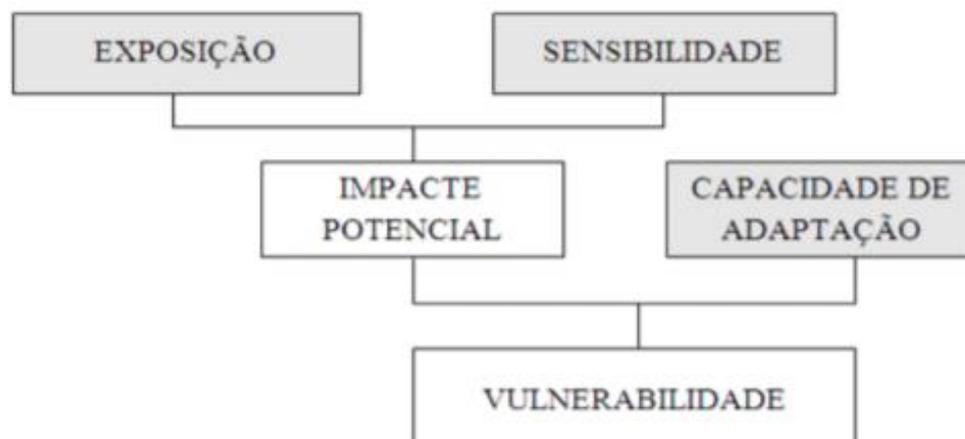


Figura 7- Modelo conceitual da Vulnerabilidade. fonte: Manangan et al., 2014; Preston et al., 2008; Glick et al., 2011; Zhu et al., 2014; Jahn, 2015, citados por GONÇALVES, 2016.

Variáveis com a exposição e sensibilidade influenciam o impacto potencial de um determinado risco e catástrofe interferindo com a capacidade de adaptação de uma população, criando assim a sua vulnerabilidade ao mesmo.

Muitos estudos mostram que a vulnerabilidade da sociedade e dos ecossistemas, relativamente a diversos fenómenos climáticos extremos, depende não só de aspetos relacionados com a intensidade, duração e frequência do próprio evento, mas também do local de ocorrência, das dimensões espaço-temporais, dos bens materiais em risco e do tipo de população, nomeadamente a estrutura etária e o número de indivíduos de sexo masculino/feminino (GARCIA-HERRERA *et al.*, 2005; SON *et al.*, 2015; KARL *et al.*, 1997; EASTERLING, 2000 citado por GEIRINHAS, 2016).

MENDES e TAVERES (2011) explicam que a problemática do risco e da vulnerabilidade social vem assumindo uma visibilidade crescente na definição de políticas públicas de planeamento e gestão territorial, assim como nos debates de cariz mais teórico sobre a preparação e a capacidade de recuperação das populações perante acontecimentos extremos, desastres ou catástrofes. Sobre a relação entre vulnerabilidade e risco, Reppold et al. (2002) afirmam que, frente a situações adversas, o comportamento dos sujeitos perante esses eventos depende de sua vulnerabilidade, ou seja, há uma predisposição ou mesmo resposta pouco adequada à situação. Um dos fatores de risco para o desenvolvimento psicológico e social é o baixo nível socioeconómico. Em famílias pobres, operam como fatores de alto risco, além do baixo nível socioeconómico, a remuneração parental, baixa escolaridade, famílias numerosas e ausência de um dos pais. (REPPOLD *et al.*, 2002, citado por JANCZURA, 2012).

As análises de vulnerabilidade envolvem a avaliação articulada de eixos interligados: Componente individual- diz respeito ao grau e à qualidade da informação que os indivíduos dispõem sobre o problema; à capacidade de elaborar essas informações e incorporá-las aos seus repertórios cotidianos de preocupações; e finalmente, ao interesse e às possibilidades efetivas de transformar essas preocupações em práticas protegidas e protetoras. Componente social – diz respeito à obtenção de informações, às possibilidades de metabolizá-las e ao poder de as incorporar a mudanças práticas, o que não depende só dos indivíduos, mas de aspetos, como acesso a meios de comunicação, escolarização, disponibilidade de recursos materiais, poder de influenciar decisões políticas, possibilidade de enfrentar barreiras culturais, estar livre de coerções violentas, ou poder defender-se delas, etc (CZERESNIS e FREITAS, 2009). É igualmente importante aqui as ações coletivas e individuais no âmbito das comunidades, da família e outros círculos não governamentais, mas que também agem para aumentar o ajuste ao perigo, diminuindo assim o risco e sua própria vulnerabilidade. (MANDAROLA e HOGAN, 2004).

OLIVEIRA (1995) aponta que “os grupos sociais vulneráveis poderiam ser definidos como aqueles conjuntos ou subconjuntos da população situados na linha de pobreza”, além de considerar que “nem todos os vulneráveis são indigentes”, pois entende que além dos indigentes, muitos grupos sociais que se encontram acima da linha da pobreza também são vulneráveis. ALMEIDA (2012) também defende que as características socioeconómicas das populações que sobrevivem nos territórios urbanos juntamente com a qualidade do abrigo e dos espaços envolventes, o acesso aos cuidados de saúde e educação, rendimento, entre outros,

concorrem para o aumento ou diminuição da sua vulnerabilidade. (MANDAROLA e HOGAN, 2004)

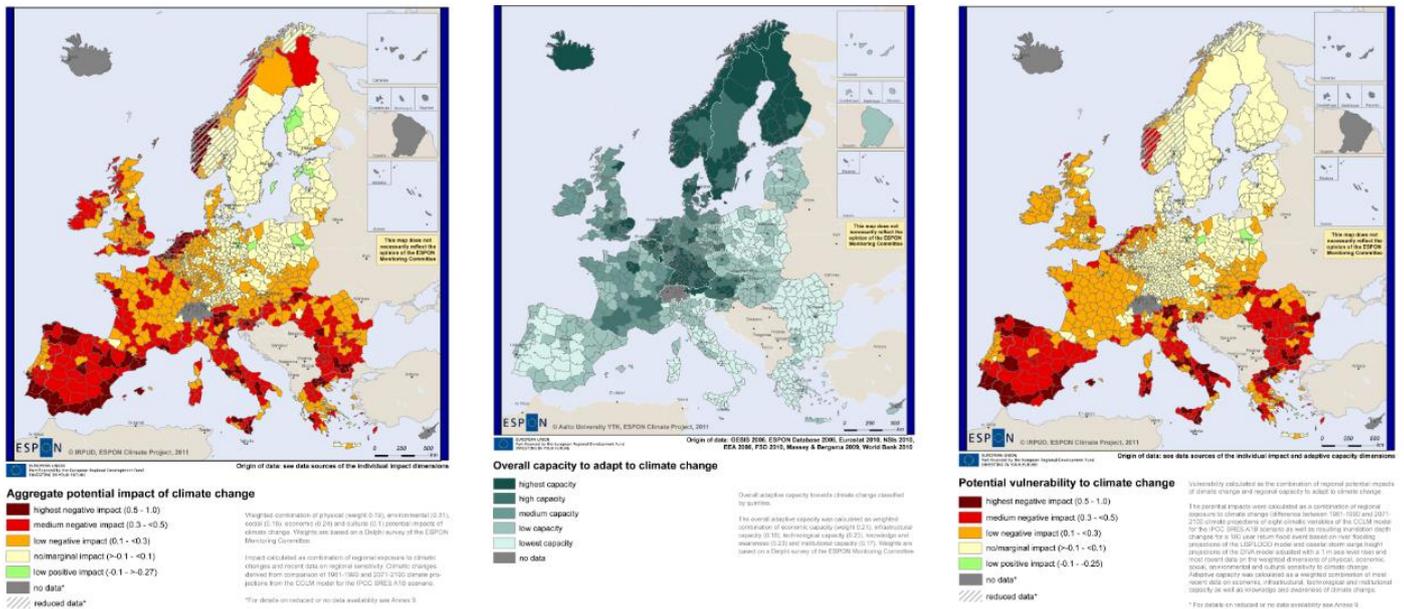


Figura 8- Impactes, capacidade de adaptação e vulnerabilidade face às alterações climáticas. fonte: ESPON

A Organização Pan-Americana da Saúde (2011) afirma que o primeiro passo fundamental desse processo consiste em avaliar a vulnerabilidade e adaptação. Isso permite aos países determinar quais são as populações mais vulneráveis aos diversos tipos de efeitos sobre a saúde, identificar os pontos fracos dos sistemas que devem protegê-las, e especificar intervenções para responder. As avaliações também podem melhorar os dados probatórios e o entendimento dos vínculos entre o clima e a saúde dentro da área objeto de avaliação, servir de referência para o acompanhamento das mudanças nos riscos de doenças e para a vigilância das medidas protetoras, oferecer a oportunidade de fortalecer a capacidade e proporcionar argumentos a favor de investimentos em proteção da saúde.

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. (GOMES, 2016). 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 25 ° C (dias de verão) e de ondas de calor tem aumentado (EEA, 2004, citado por GOMES, 2016).

Efetivamente, o clima encontra-se em alteração. Nesse seguimento, a ESPON produziu três mapas relativos ao potencial impacto das alterações climáticas, à capacidade de adaptação às alterações climáticas e à vulnerabilidade às alterações climáticas (figura 10). No âmbito do potencial impacto e da vulnerabilidade é possível ver que Portugal se encontra entre os níveis mais elevados, o que é um fator bastante preocupante. Por sua vez, na capacidade de adaptação, Portugal encontra-se nos parâmetros mais baixos. Estes três indicadores são fundamentais na medida em que indicam o nível de capacidade de resposta de Portugal face a estes acontecimentos.

Portugal não se mostra como um país preparado para receber eventos extremos como ondas de calor. Com uma alta vulnerabilidade, um alto potencial de impacto e uma baixa capacidade de adaptação, é urgente a construção de políticas e métodos eficazes. Toda esta exposição irá trazer consigo graves consequências na mortalidade, no ambiente e na qualidade de vida da população.

## 6. Vulnerabilidade Social no Município de Coimbra

### 6.1. Metodologia

Quer em termos conceptuais, quer, sobretudo, em termos operacionais e, particularmente, no que diz respeito à sua cartografia, os riscos, sejam eles naturais, tecnológicos ou mistos, definem-se na articulação da chamada perigosidade com a vulnerabilidade. Como se correspondessem às duas faces da mesma moeda, de um lado estão os processos perigosos, do outro a sociedade, a economia e a cultura por eles potencialmente afetados (CUNHA, *et al.*, 2010).

O capítulo 5 destaca-se na avaliação da vulnerabilidade social do Município de Coimbra face às ondas de calor. Aqui irá ser utilizada uma metodologia para a construção de um índice de vulnerabilidade social que integra, por um lado, a criticidade e, por outro, a capacidade de suporte do Município em estudo, aplicada por CUNHA *et al.*, (2010) no artigo **“Construção de modelos de avaliação de vulnerabilidade social a riscos naturais e tecnológicos. O desafio das escalas”**. Neste contexto, o conceito de criticidade é entendido como o conjunto de características e comportamentos dos indivíduos que podem contribuir para a rutura do sistema e dos recursos das comunidades que lhes permitem responder ou lidar com cenários catastróficos, e , capacidade de suporte, como o conjunto de infraestruturas territoriais que permite à comunidade reagir em caso de desastre ou catástrofe (MENDES *et al.*, 2011).

## 6.1.1. Caracterização das variáveis

Variáveis iniciais	
Demografia	<p>Nº de indivíduos residentes: mulher</p> <p>Nº de indivíduos residentes: 0 aos 13</p> <p>Nº de indivíduos residentes: &gt; 65</p>
Economia	<p>População desempregada</p> <p>Nº de indivíduos residentes empregados</p> <p>Nº de indivíduos residentes com pensão ou reforma</p> <p>Nº de indivíduos residentes sem ato económico</p> <p>Nº de indivíduos empregado no sector primário</p>
Educação	<p>Nº de indivíduos residentes: não sabem ler e escrever</p> <p>Nº de indivíduos residentes com ensino secundário</p> <p>Nº de indivíduos residente com ensino superior</p>
Edifícios	<p>Nº de edifícios clássicos</p> <p>Nº de edifícios clássicos isolados</p> <p>Nº de edifícios exclusivamente residenciais</p> <p>Nº de edifícios contruídos antes de 1919</p> <p>Nº de edifícios contruídos entre 1919 a 1970</p> <p>Nº de edifícios contruídos entre 1971 a 2000</p> <p>Nº de edifícios construídos entre 2001 a 2011</p>

Habitação	Nº de alojamentos família clássica Nº de alojamentos coletivos Nº de alojamentos residência habitual Nº de residência habitual com água Nº de residência habitual com esgotos Nº de residência habitual área até 50m2 Nº de residência habitual área até 200m2
Famílias	Nº de famílias institucionais Nº de famílias clássicas 1 ou 2 pessoas Nº de famílias clássicas com pessoas 65 anos Nº de famílias clássicas com pessoas menos 14 anos Nº de núcleos com filhos inferiores a 6 anos

Tabela 33- Variáveis iniciais para a análise da Vulnerabilidade Social. Fonte: BGRI, 2011

Variáveis finais	
Demografia	Nº de indivíduos residentes: mulher Nº de indivíduos residentes: 0 aos 13
Economia	Nº de indivíduos residentes com pensão ou reforma Nº de indivíduos residentes empregados População desempregada
Educação	Nº de indivíduos residente não saber ler e escrever Nº de indivíduos residente com ensino secundário Nº de indivíduos residente com ensino superior
Edifícios	Nº de edifícios clássicos Nº de edifícios clássicos isolados Nº de edifícios exclusivamente residência Nº de edifícios construídos entre 2001 a 2011 Nº de edifícios contruídos antes de 1919 Nº de residência habitual com esgotos
Habitação	Nº de residência habitual área até 200m2 Nº de alojamentos coletivos Nº de residência habitual área até 50m2
Famílias	Nº de núcleos com filhos inferiores a 6 anos Nº de famílias clássicas com pessoas menos 14 anos Nº de famílias institucionais

Tabela 34- Variáveis finais para a análise da Vulnerabilidade Social Fonte: BGRI,2011

O estudo da vulnerabilidade irá ser realizado ao nível da escala de estudo da secção estatística, de forma a pormenorizar o mais possível as áreas mais vulneráveis, tendo o Município um total de 229 secções estatísticas. As variáveis escolhidas e retiradas da base de dados BGRI centram-se no domínio da caracterização da população no âmbito da demografia, na caracterização dos edifícios, na caracterização dos alojamentos, na caracterização das famílias e núcleos familiares. Para o tratamento das 30 variáveis iniciais, elaborou-se uma relativização dos seus valores de forma a descobrir o seu peso para cada secção estatística (tabela 33). Posteriormente, através do SPSS, foram eliminadas as variáveis que se correlacionavam entre si ( $R > |0,85|$ ), ficando apenas um total de 21 variáveis a serem utilizadas (tabela 34). Na tabela 35 está representado o resumo das variáveis iniciais e das variáveis finais.

Variáveis		
Designação	Iniciais	Finais
Demografia	9	5
Edificado	8	7
Habitação	7	3
Educação	5	3
Emprego	3	3

Tabela 35- Resumo das variáveis utilizadas

Fatores	Designação	Variância explicada (%)	Variável dominante	Correlação
1	Edificado	19	Residência com área superior a 200m <sup>2</sup>	0,79
2	Situação perante o emprego	17	População reformada	- 0,79
3	Condição de habitação	11	População em alojamentos coletivos	0,78
4	Situação perante o emprego	11	População desempregada	0,69
5	Habilitações escolares	6	População com ensino secundário	0,85
6	Sectores de atividade	6	População empregada no setor primário	0,86

Tabela 36- Fatores principais e significância explicada

Posteriormente, à seleção das 21 variáveis, foram extraídas 6 componentes principais, determinando, depois, o seu comportamento positivo ou negativo e o peso da componente através da variância explicada. Através a tabela 36 verifica-se que o maior valor de variância explicada é atribuído ao edificado e de seguida à situação perante o emprego, representando assim os dois um total de 36% de 70% da variância.

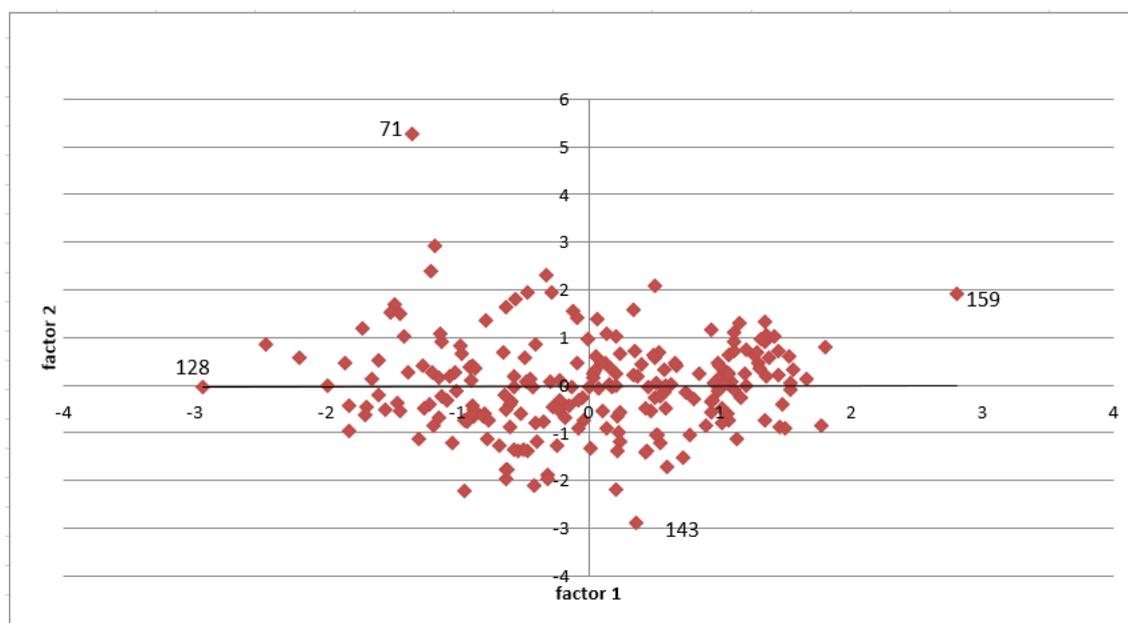


Gráfico 12- Análise multivariada: fatores 1 (edificado) e 2 (situação perante o emprego)

O gráfico 12 possui uma avaliação multivariada dos fatores 1 e 2, cuja variância explicada é a mais elevada com 19% e 17% respetivamente. Neste, é possível analisar as posições das secções estatísticas em relação ao fator 1 referente ao edificado, e ao fator 2, referente à situação perante o emprego.

A maioria das secções estatísticas possuem valores homogéneos em relação ao fator 1 e 2. Contudo, salientam-se 4 secções estatísticas com valores diferentes da restante. No âmbito do fator 1 relativo ao edificado a secção estatística nº71 (integrante da freguesia de União de freguesias de Santa Clara e Castelo Viegas) evidencia um fator 1 positivo, mostrando assim que a grande maioria das residências existentes possuem uma área até 200m<sup>2</sup>.

Ainda no âmbito do fator 1, contrariamente à secção estatística anterior, a secção nº143 (integrante da freguesia de Santo António dos Olivais) retrata um fator 1 pior, na medida em que evidencia que a grande maioria das residências possui uma área inferior a 200m<sup>2</sup>.

Por sua vez, o fator 2 referente à situação perante o emprego, possui também dois valores em destaque. A secção estatística nº128 (integrante da freguesia de Santo António dos Olivais) possui um valor pior na medida em que evidencia que possui uma grande quantidade de população reformada.

Por seguinte, a secção estatística nº159 curiosamente, também integrante da freguesia de Santo António dos Olivais possui um valor positivo na medida em que não possui uma grande quantidade de população reformada.

Este tipo de análise é bastante pertinente, pois evidencia ao pormenor as desigualdades de valor de todas as secções estáticas na avaliação do mesmo fator, e até na mesma freguesia como é o caso das secções estatísticas nº 128 e nº159 que apesar de pertencerem à mesma freguesia, possuem valores díspares no mesmo fator de avaliação.

A título de exemplo e porque foram os fatores de avaliação com maior variância explicada, os mapas da figura 11 e 12 encontram-se os valores dos fatores de avaliação 1 e 2. Estes dois mapas elucidam sobre as conotações positivas e negativas de cada um deles para as secções estatísticas do Município de Coimbra.

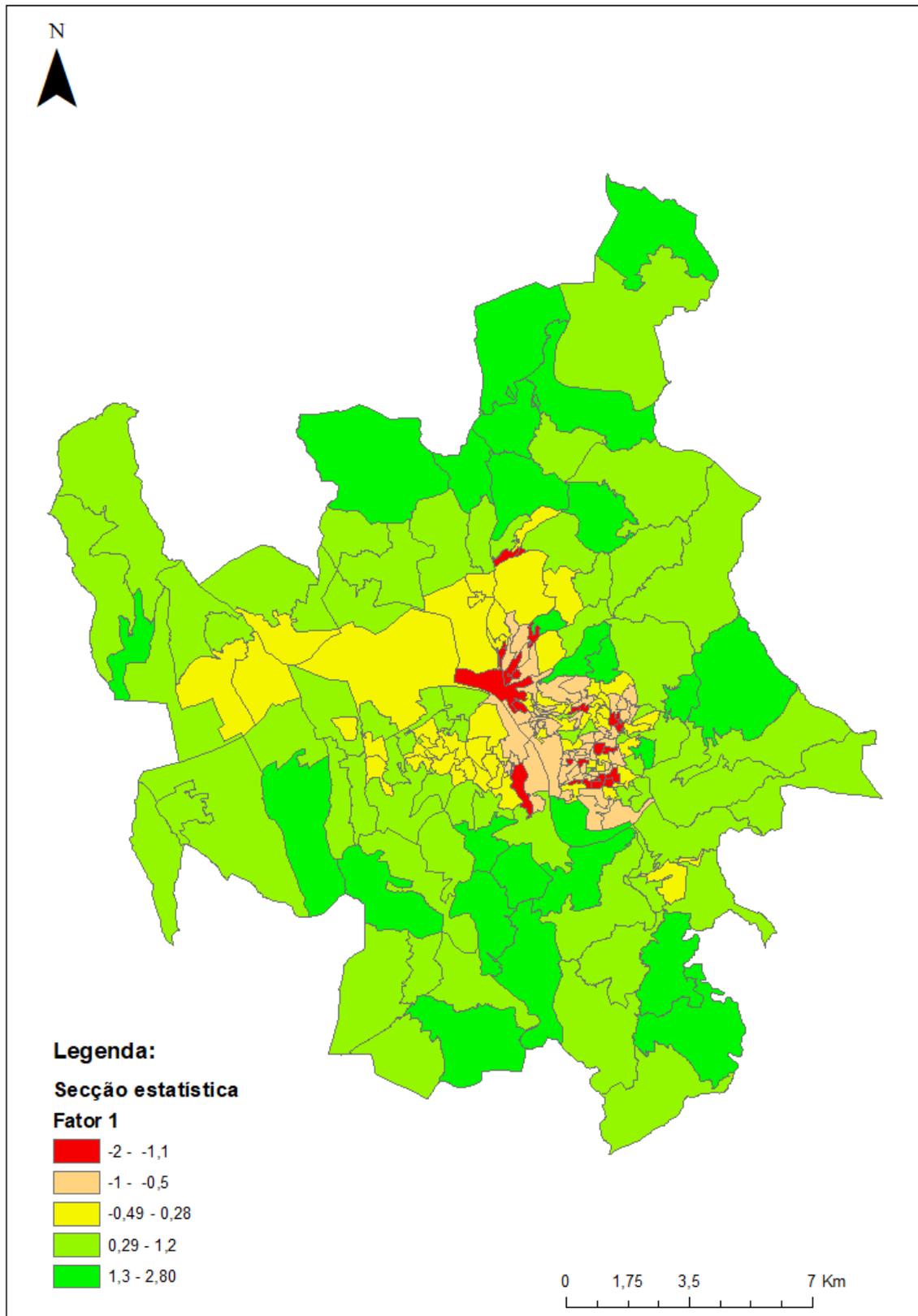


Figura 9- Valores do fator 1 para a determinação da vulnerabilidade social

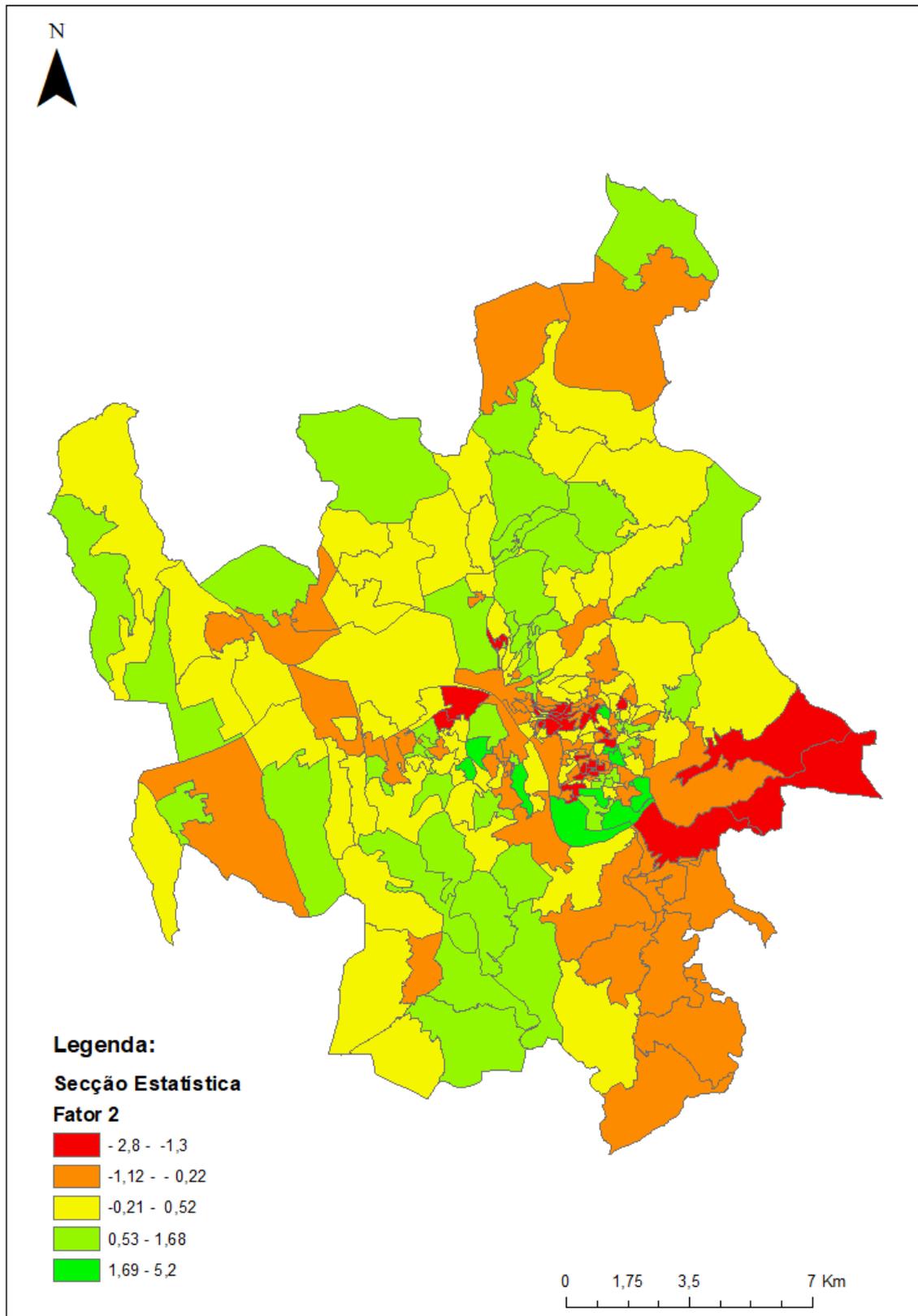


Figura 10- - Valores do fator 2 para a determinação da vulnerabilidade social

6.2.Resultados

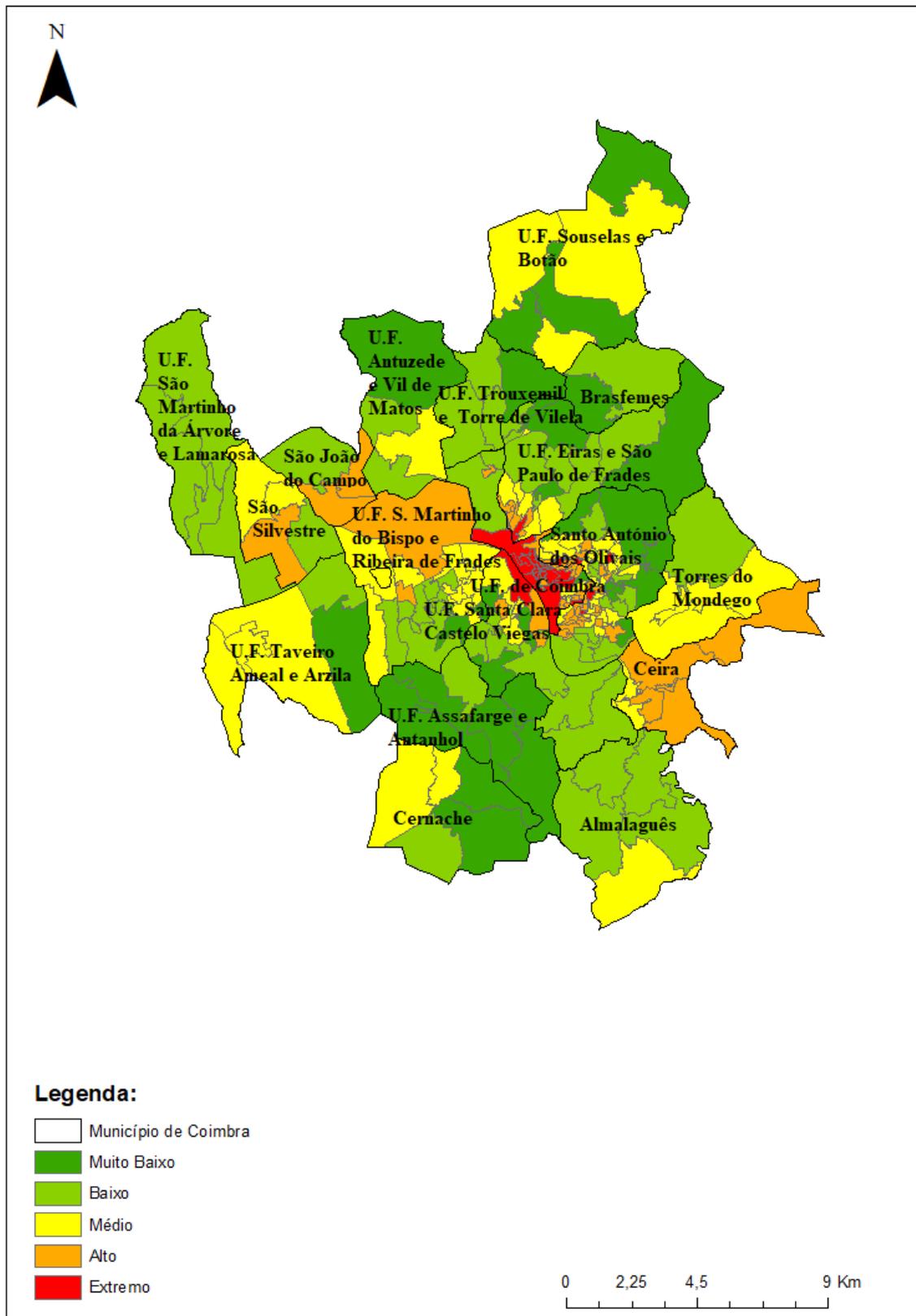


Figura 11- Vulnerabilidade social face a ondas de calor

A análise da vulnerabilidade social é um dos passos fundamentais para a proteção e prevenção no âmbito dos riscos associados a uma determinada população. A sua exposição a um determinado risco poderá não ser totalmente mitigada, contudo através da utilização de métodos de prevenção e análises de fatores inerentes à exposição da população é possível amenizar os seus impactos. No âmbito das ondas de calor, é impossível inverter o seu processo físico uma vez que este advém de fatores como as alterações climáticas e a sua recorrência, consequentemente do aquecimento global. Contudo, uma análise da vulnerabilidade social é uma ferramenta bastante importante na medida em que se reconhece quais os aglomerados populacionais mais expostos e vulneráveis quando existir a ocorrência do evento.

No caso do presente caso prático, a análise da vulnerabilidade social face às ondas de calor no Município de Coimbra, incidiu à escala de estudo da secção estatística de forma a obter os resultados mais pormenorizados possíveis.

Na figura 13 estão representados os resultados finais. Ao observar-se o mapa é possível verificar que existe ao longo das 230 secções estatísticas uma vasta diversidade no âmbito dos valores de vulnerabilidade social, não sendo homogéneo em todas as secções estatísticas pertencentes à mesma freguesia. Começando pela freguesia de Cernache, esta possui um total de 4 secções estatísticas, com valores baixos de vulnerabilidade social que variam entre os valores muito baixo e médio.

Por sua vez, a freguesia de Almalaguês divide-se num total de 5 secções estatísticas com um pouco de território com valores de vulnerabilidade baixa,

A freguesia de Ceira, já sobressai com valores de vulnerabilidade alta em 5 das suas secções estatísticas, e apenas 1 obtém um valor de vulnerabilidade médio. Estas 5 secções estatísticas ao possuírem valores consideráveis tornam-se vulneráveis face às ondas de calor.

Torres do Mondego apresenta valores de vulnerabilidade baixo em 1 das suas secções estatísticas, e nas 2 restantes apresentam valores mais elevados de médio sendo assim a maioria.

A União de freguesias de Eiras e São Paulo de Frades possui em total 26 secções estatísticas, com várias dimensões e escalas no âmbito da vulnerabilidade social. Quatro das suas freguesias apresentam o valor muito baixo da escala de análise, 8 apresentam o valor baixo, 6 apresentam o valor médio, já significativo e por sua vez, 1 possui o valor máximo de extremo, sendo assim bastante exposta à vulnerabilidade social face às ondas de calor. Esta freguesia é um exemplo da importância da análise à escala das secções estatísticas visto que possui vários tipos de

exposição à vulnerabilidade social, que poderiam não ser tão concretos e específicos se a escala de estudo não fosse tão pormenorizada.

Brasfemes é uma freguesia com apenas 2 secções estatísticas. Estas possuem valores de vulnerabilidade social muito baixo e baixo, não obtendo grande importância no estudo da vulnerabilidade social.

A união de freguesias de Souselas e Botão é das freguesias com maior dimensão no Município de Coimbra. Esta abrange 7 secções estatísticas que variam os seus valores entre as escalas de valores de muito baixo e médio, sendo que esta última escala de valores mais baixa predomina em 4 secções estatísticas, tendo assim uma fraca vulnerabilidade social face às ondas de calor.

Por sua vez, a união de freguesias de Trouxemil e Torre de Vilela, possui uma baixa representatividade no âmbito da vulnerabilidade social. Esta possui apenas 4 secções estatísticas com valores entre as escalas muito baixo e baixo.

De seguida, a união de freguesias de Antuzede e Vil de Matos apresenta valores baixos e intermédios de vulnerabilidade social face às ondas de calor. De 4 secções estatísticas, 2 apresentam os valores mais baixos da escala utilizada, 1 o valor logo a seguir de muito baixo, e por último 1 com o valor médio de vulnerabilidade.

Na sua vez, a união de freguesias de São Martinho do Bispo e Ribeira de Frades detém um total de 26 secções estatísticas, com apenas 2 no patamar muito baixo de vulnerabilidade social, de seguida 9 com valores baixo, 13 no patamar médio, e por último, duas com valores já significativos no patamar do valor de vulnerabilidade social alto

Segue-se São Silvestre com um total de apenas quatro secções estatísticas. Nestas, apenas 1 se encontra no limiar de vulnerabilidade social muito baixo, sendo que duas se encontram nos valores médio e 1 possui valores próximos do limite máximo estabelecido da vulnerabilidade social.

Por sua vez, segue-se a união de freguesias de São Martinho da Árvore e Lamarosa que se determina com um total de 4 secções estatísticas e todas elas se encontram no patamar mais baixo de vulnerabilidade social.

De seguida, apresenta-se a união de freguesias de Taveiro, Ameal e Arzila com um total de 5 secções estatísticas. Nestas os valores apresentados vão desde o valor muito baixo caracterizado no mapa, até ao valor médio.

A União de freguesias de Santa Clara e Castelo Viegas possui um total de 20 secções estatísticas bastante heterogéneas na medida em que vão desde o valor mais baixo ao valor mais alto de vulnerabilidade social. O maior número de secções estatísticas com o mesmo valor são as que possuem valores médios de vulnerabilidade social. Aqui apenas 1 secção estatística chega ao valor extremo de vulnerabilidade social, sendo que esta é a possui a maior dimensão.

Por sua vez, a União de freguesias de Assafarge e Antanhol, constitui um valor de vulnerabilidade social pequeno na medida em que do total das suas 6 secções estatísticas, 5 delas possuem o valor muito baixo.

São João do Campo é uma freguesia com um total de 3 secções estatísticas. Duas delas apresentam valores baixos, contudo a última secção estatística detém um valor significativo de vulnerabilidade social alto.

A união de freguesias de Coimbra (Sé Nova, Santa Cruz, Almedina e São Bartolomeu), é das freguesias com maior diversificação de valores de vulnerabilidade social nas secções estatísticas que detém do Município de Coimbra. Está possui um total de 36 secções estatísticas em que a maioria delas (19) deles possuem um valor de vulnerabilidade social no parâmetro extremo de avaliação.

Por fim, a freguesia de Santo António dos Olivais é a freguesia do Município de Coimbra com o maior número de secções estatísticas. No total possui 74 secções estáticas, em que a sua maioria posiciona-se entre o valor alto de avaliação, que apesar de não serem os valores mais elevados, são valores bastante significativos para a análise da vulnerabilidade social.

**Síntese:**

Posteriormente à análise detalhada de cada freguesia e das suas secções estatísticas é possível entender que os valores obtidos são diversificados nas secções estatísticas das mesmas freguesias, contudo, existe um núcleo forte que se sobressai devido aos seus altos valores de vulnerabilidade social. Estes encontram-se nas freguesias de união de freguesias de Coimbra (Sé Nova, Santa Cruz, Almedina e São Bartolomeu) e Santo António dos Olivais. Estas duas freguesias são freguesias centrais da cidade e com uma vasta dimensão e com maior quantidade de secções estatísticas. É nelas que se integra a população mais idosa (maioritariamente na união de freguesias de Coimbra: Sé Nova, Santa Cruz, Almedina e São Bartolomeu) e se encontra o edificado mais antigo, degradado e com menos dimensão. As duas possuem também o maior valor de densidade populacional devido à sua centralidade.

Por sua vez, as freguesias que possuem valores de vulnerabilidade social mais reduzido são as mais periféricas, na medida em que a grande maioria da população é mais jovem, o edificado é mais recente e com melhores condições, tendo também em conta o fator económico em que o custo de vida na periferia é mais confortável e menos elevado que na cidade.

Contudo, algumas secções estatísticas mais afastadas do centro da cidade possuem valores bastante perto do mais elevado como é o caso das secções estatísticas que integram as freguesias de Ceira, São Silvestre, e São Martinho do Bispo. Em muitos casos pode-se justificar com o isolamento das habitações e também com população mais envelhecida e população que vive do setor primário.

Em suma, esta análise é fundamental para registar e conhecer os locais mais sensíveis e vulneráveis face às ondas de calor. Nas secções estatísticas com os valores mais elevados, encontram-se a população mais vulnerável e aquela que deverá ser referenciada e auxiliada em caso de necessidade e em situação de onda de calor.

## Conclusão

Como já foi concluído anteriormente, as temperaturas altas quando se fazem sentir afetam a saúde da população e o seu meio envolvente. O ponto principal da dissertação foi a análise da vulnerabilidade da população face às ondas de calor no Município de Coimbra.

No total ocorreram 6 ondas de calor no Município de Coimbra desde 2010 a 2017, porém verificaram-se episódios de calor extremo que por pouco não evoluíram a onda de calor. Nestes anos de estudo, a onda de calor que mais se evidenciou foi a de 6 a 13 de agosto de 2016 com uma temperatura máxima de 41°C, pois caracterizou-se por ser a com maior duração e com um registo de temperatura máximo mais elevado. Contudo, todas as outras presentes no estudo também detêm valores elevados de temperatura máxima.

No âmbito da vulnerabilidade social face às ondas de calor, foi criada uma análise de vulnerabilidade ao nível da secção estatística de forma a pormenorizar o máximo possível os resultados. Ao realizar-se a análise foi conclusivo que as secções estatísticas com maior nível extremo de vulnerabilidade social face às ondas de calor se localizam nas freguesias de união de freguesias de Coimbra (Sé Nova, Sé Velha, Almedina e São Bartolomeu) e a freguesia de Santo António dos Olivais.

Este resultado deve-se na sua maioria à caracterização da população presente que na generalidade é envelhecida sendo esta é a mais afetada a quando a ocorrência de uma onda de calor, ao seu edificados principalmente na união de freguesias de Coimbra (Sé Nova, Sé Velha, Almedina e São Bartolomeu) que se encontra bastante degradado e antigo.

Por sua vez, as secções presentes nas freguesias periféricas assumem um nível de vulnerabilidade baixo, muito devido ao seu desenvolvimento, à construção de edificado recente e à crescente população jovem.

As ocorrências de ondas de calor começam a ser cada vez mais recorrentes com o aumento da temperatura global e o avanço das alterações climáticas. Não é possível, mitigar ondas de calor, nem contrariar as suas temperaturas, contudo com uma boa análise de vulnerabilidade social e medidas de auxílio à população mais exposta, é possível suavizar os seus impactes e reduzir a ameaça. Ao ser elaborado esta análise para o Município de Coimbra, chegou-se ao foco da sua população mais vulnerável e cabe agora aos agentes e entidades responsáveis gerir da melhor forma com o objetivo de reduzir os seus impactes.

## Bibliografia

- Abrantes, P.; Silveira, H. (2009) “Alterações climáticas na Europa: efeito nas doenças parasitárias humana” - Rev. Port. Sau. Pub. [online], vol.27, n.2, pp.71-86.
- Administração Regional de Saúde do Centro I.P. (2009) “Região de saúde do Centro: Plano de contingência para as ondas de calor 2009”- Ministério da Saúde.
- Agência Portuguesa do Ambiente (2013) “Relatório de progresso estratégia nacional de adaptação às alterações climáticas” - Departamento de Alterações Climáticas/Divisão de Adaptação e Monitorização.
- Agência Portuguesa do Ambiente “Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas Fase1”  
<https://apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=118&sub3ref=391> (acesso em 12/6/2019).
- Almeida, M. (2012) “Fundamentação teórica para a criação de um sistema de alerta e resposta online durante episódios térmicos de calor extremo para uma unidade de saúde da GAMP”. 119p.
- Antunes, S.; Marques, J. (2009) “A perigosidade natural da temperatura do ar em Portugal Continental: a avaliação do risco na mortalidade” 14p.  
[https://www.researchgate.net/publication/277606513\\_A\\_perigosidade\\_natural\\_da\\_temperatura\\_do\\_ar\\_em\\_Portugal\\_Continental\\_a\\_avaliacao\\_do\\_risco\\_na\\_mortalidade](https://www.researchgate.net/publication/277606513_A_perigosidade_natural_da_temperatura_do_ar_em_Portugal_Continental_a_avaliacao_do_risco_na_mortalidade) (acesso em 20/5/2019)
- Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (2014) “Avaliação Nacional do Risco”.
- Balkestahl, L. (2009) “Estrutura espaciotemporal da Ilha de Calor Urbano (Porto)” – Cadernos Curso de Doutoramento em Geografia. Faculdade de Letras da Universidade do Porto. 22p.
- Borrego, C. ; Lopes, M. ; Ribeiro, I. ; Carvalho, A. (2009) “As alterações climáticas: uma realidade transformada em desafio” – Revista Debater a Europa, Nº1, pp.15- 40.
- Calado, R. ; Nogueira, P. ; Catarino, J. ; Paixão, L. ; Botelho, J. ; Carreira, M. ; Falcão, J. (2004) “A onda de calor de agosto de 2003 e os seus efeitos sobre a mortalidade da população

portuguesa” – Relatório Direção Geral de Saúde; Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge.36p.

- Câmara Municipal de Coimbra (2018) “Diagnóstico Social de Coimbra” <https://www.cm-coimbra.pt/wp-content/uploads/2018/06/Diagno%CC%81stico-Social-2018.pdf> (acesso em 23/7/2019)

- Câmara Municipal de Coimbra (s.d.) “Plano municipal de defesa da floresta contra incêndios de Coimbra” -Caderno II [file:///C:/Users/Asus/Downloads/PMDFCI Coimbra Caderno II%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Asus/Downloads/PMDFCI%20Coimbra%20Caderno%20II%20(2).pdf) (acesso a 7/4/2019)

- Câmara Municipal de Sintra (2011) “Plano de contingência municipal para as ondas de calor” [http://protecaocivil.sintra.pt/images/servico-municipal-de-protecao-civil/planos\\_municipais/PlanodeContingenciaMunicipalparaasondasdecalor.pdf](http://protecaocivil.sintra.pt/images/servico-municipal-de-protecao-civil/planos_municipais/PlanodeContingenciaMunicipalparaasondasdecalor.pdf) (acesso 7/4/1029)

- Carvalho, A. (2008) “Efeito da exposição às temperaturas extremas na população portuguesa – Um contributo da epidemiologia”. Faculdade de Ciências Médicas. Universidade Nova de Lisboa. 109p +anexos.

Carvalho, A. (2011) “As alterações climáticas, os media e os cidadãos” - Comunicação e Sociedade — n.º 25, Cap.2, 23-41pp.

Carvalho, A. (2012) “Vulnerabilidade humana às alterações climáticas: Ondas de calor em Monte Abraão, concelho de Sintra, Portugal” - Rios Eletrônica- rev. científica da FASETE Nº 6, 8-17pp.

Costa, E. ; Baptista, J. ; Diogo, M. (2011) “ Adaptação climática, metabolismo e produtividade” - Atas de Conferência Internacional , 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia, IIICEM - 3º Congresso de Engenharia de Moçambique. 1-12pp.

- Cunha, L. (2012) “Riscos climáticos no Centro de Portugal. Uma leitura geográfica”. Geonorte, Manaus, 4 , 105-115 pp.

- Cunha, L. (2013) “Vulnerabilidade: a face menos visível do estudo dos riscos naturais”, In Lourenço e Mateus (2013) – Riscos Naturais, Antrópicos e Mistos. Homenagem ao Professor Fernando Rebelo, Coimbra, IUC, 153-165. pp.

- Cunha, L. ; Leal, C. (2013) “Ondas de calor e ondas de frio no município de Torres Novas” Cadernos de Geografia Nº 32, 81-93 pp.
- Cunha, L. ; Mendes, M.; Tavares, A. ; Freiria, S. (2011) “Construção de modelos de avaliação de vulnerabilidade social a riscos naturais e tecnológicos: o desafio das escalas” – Triunfos de uma Geografia Activa, 628- 628pp.
- Cunha, L. ; Mendes, M.; Tavares, A. ; Freiria, S. (2011)” A vulnerabilidade social aos perigos naturais e tecnológicos em Portugal”- Revista Critica de Ciências Sociais, Nº 93. 95-128pp.
- Cunha, L. ; Rocha, R. ; (1997) “Ensino da geografia e riscos naturais. Reflexões a propósito de um mapa de riscos naturais do Vale de Coselhas (Coimbra)”- Cadernos de Geografia, Nº 16. 25-38pp.
- Cunha, L. ; Soares, A. ; Tavares, A. ; Marques, F. (s.d.) “O “Julgamento” geomorfológico de Coimbra” – Actas do I Colóquio de Geografia de Coimbra, Nº Especial de Cadernos de Geografia. 15-26 pp.
- Cunha, L. ; Tavares, A. (2007) “Riscos naturais e ordenamento do território espaços-risco e interfaces territoriais na região centro” – VI Congresso de Geografia Portuguesa. 12pp.
- Cutter, L. (2011) “A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores” - Revista Critica de Ciências Sociais, Nº 93. 59-69 pp.
- Czeresnia, D.; Freitas, C. (2009) “Promoção de saúde. Conceitos, reflexões, tendências” 2º edição revista; Scielo Books. 207pp.
- Direção-Geral de Saúde (2013) “Relatório da onda de calor de 23/06 a 14/07 de 2013 em Portugal continental” 20pp + anexos <https://www.dgs.pt/documentos-e-publicacoes/relatorio-da-onda-de-calor-de-2306-a-1407-de-2013-em-portugal-continental-pdf.aspx> (acesso em 8/6/2019)
- Direção- Geral de Saúde (2011) “Alterações Climáticas e saúde humana. Estado da Arte”
- Direção-Geral de Saúde (2010) “Plano de contingência para as ondas de calor”
- Direção-Geral de Saúde (2011) ” Estratégia nacional de adaptação às alterações climáticas – Grupo de Trabalho sectorial SAÚDE HUMANA” 39pp. + anexos

[https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ECidadania/Educacao\\_Ambiental/documentos/enaa\\_c\\_consulta\\_publica.pdf](https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ECidadania/Educacao_Ambiental/documentos/enaa_c_consulta_publica.pdf) (acesso em 21/4/2019)

- Direção-Geral de Saúde (2014) "Plano de contingência para temperaturas extremas adversas, módulo calor 2014" 34pp. <https://www.dgs.pt/documentos-e-publicacoes/plano-de-contingencia-para-temperaturas-extremas-adversas-modulo-calor-2014-pdf.aspx> (acesso em 21/4/2019)

- ESPON Climate (2011) "Climate change and territorial effects on regions and local economies" 86pp+anexos <https://www.espon.eu/sites/default/files/attachments/Interim%20Report.pdf> (acesso em 8/7/2019)

-Freitas, F. (2011) "Humano e regimes de regulação de risco". Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, 129pp.

[https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/21500/1/ff\\_2007124514.pdf](https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/21500/1/ff_2007124514.pdf) (acesso em 15/1/2019)

- Freitas, F. (2015) "Notas- Ondas de calor" – Observatório do Risco, 5pp. [https://www.ces.uc.pt/osiris/media/notaOC\\_ff1\(1\).pdf](https://www.ces.uc.pt/osiris/media/notaOC_ff1(1).pdf) (acesso em 15/1/2019)

- Freitas, M. ; Cunha, L. (2012) "Modelagem de dados socioambientais visando estudos de vulnerabilidade: O caso de 17 concelhos do centro de Portugal" - Revista GEONORTE, Edição Especial vol. 1, Nº4 , 816- 829 pp.

- Freitas, M. ; Cunha, L. ; Ramos, A. (2013) "Vulnerabilidade socioambiental de concelhos da Região Centro de Portugal por meio de sistema de informação geográfica" - Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Departamento de Geografia, Caderno de Geografia Nº2 , 313- 322pp.

- Ganho, N. (1991) "Contribuição para o conhecimento dos tipos de tempo de verão em Portugal: o exemplo de Coimbra" Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Caderno de Geografia Nº10,

Ganho, N. (1995) "A ilha de calor de Coimbra sob diferentes condições de tempo de verão" 431.513pp.

Ganho, N. (2010) “Contrastes topoclimáticos excepcionais associados a circulações de leste numa cidade de relevo acidentado (Coimbra, Portugal” - Cadernos de Geografia N°28/29, 181-184pp.

Geirinhas, J. (2016) “Caracterização climática e sinóptica das ondas de calor no Brasil” 64pp. [https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/25708/1/ulfc106486\\_tm\\_Jo%C3%A3o\\_Geirinhas.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/25708/1/ulfc106486_tm_Jo%C3%A3o_Geirinhas.pdf) (acesso em 27/3/2019)

- Gonçalves F. (2017) “Análise da vulnerabilidade a extremos climáticos na Vila de Póvoa de Lanhos” 123pp. + anexos. Universidade do Minho Instituto de Ciências Sociais [file:///C:/Users/Asus/Downloads/Filipa%20Daniela%20Rodrigues%20Gon%C3%A7alves%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Asus/Downloads/Filipa%20Daniela%20Rodrigues%20Gon%C3%A7alves%20(2).pdf) (acesso em 27/3/2019)

- Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge I.P. (2014) “Estimativas do excesso de mortalidade associado a períodos de calor extremo ocorridos em Portugal em 2014. Importância do calor, repercussões sobre os óbitos”. Comissões de médicos internos de Saúde Pública, Relatório N° 32.

-Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge I.P. “Ícaro” <http://www2.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/Epidemiologia/Unidades/UnInstrObser/Paginas/ICARO.aspx> (acesso em 16/6/2019)

- International Strategy for Disaster Reduction (2009) “UNISDR Terminology, Disaster Risk Reduction. <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/7817> (acesso em 25/4/2019)

- Janczura, R. (2012) “Risco ou vulnerabilidade social?”- Textos & Contextos (Porto Alegre), Vol. 11, N° 2, 301 – 308pp.

- Mandarola, E. ; Hogan, D. (2014) “ Vulnerabilidades e riscos: Entre geografia e demografia” - Revista Brasileira de Estudos de População, Vol.22, N°1, 29-53pp.

- Marto, N. (2005) “Ondas de calor: Impacto sobre a saúde” - Acta Med Port. N° 18, 467-474pp.

- Mateus, C. ; (2014) “Ondas de calor e ondas de frio em Coimbra. Impactes na mortalidade da população” – Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra. 101pp. [https://www.researchgate.net/publication/281640334\\_Ondas\\_de\\_calor\\_e\\_ondas\\_de\\_frio\\_em\\_Coimbra\\_impactes\\_na\\_mortalidade\\_da\\_populacao](https://www.researchgate.net/publication/281640334_Ondas_de_calor_e_ondas_de_frio_em_Coimbra_impactes_na_mortalidade_da_populacao) (acesso em 10/11/2018)

- Mendes, J. ; Tavares, A.; (2011) “Risco, vulnerabilidade social e cidadania”- Revista Crítica de Ciência Sociais Nº93, 5-8 pp.
- Monteiro, A. (1994) “A Climatologia como componente essencial no diagnóstico e na avaliação dos impactes ambientais em espaços urbanizados: o caso da cidade do Porto” – Territorium, Revista de Geografia Física Aplicada no Ordenamento e Gestão dos Riscos Naturais, Nº1, 17-22pp.
- Monteiro, A. (1995) “Perceptibilidade, risco e vulnerabilidade em Climatologia – um estudo de caso no Porto” - Territorium, Revista de Geografia Física Aplicada no Ordenamento e Gestão dos Riscos Naturais, Nº2, 51-65pp.
- Nossa, P.; Santos, N. ; Cravidão, F. (2013) “Risco e vulnerabilidade: a importância de factores culturais e sociodemográficos na interpretação e reacção aos perigos” [https://www.researchgate.net/publication/257747956\\_Risco\\_e\\_vulnerabilidade\\_a\\_importancia\\_a\\_de\\_factores\\_culturais\\_e\\_sociodemograficos\\_na\\_interpretacao\\_e\\_reacao\\_ao\\_perigos](https://www.researchgate.net/publication/257747956_Risco_e_vulnerabilidade_a_importancia_a_de_factores_culturais_e_sociodemograficos_na_interpretacao_e_reacao_ao_perigos)  
(acesso 15/6/2019)
- Nunes, T. (2017) “Caracterização de ondas de calor ocorridas em Portugal no século XXI” - Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, 87pp. +anexos.
- Organização Pan-Americana da Saúde; Organização Mundial da Saúde (2011) “Proteger a saúde frente à mudança climática. Avaliação da vulnerabilidade e adaptação” - All Type Assessoria editorial Ltda, Vol.1 , 59pp.
- Pinto, D.; Gaspar, P. ; Ganho, N. ; Cordeiro, A. (2008) “Poluição atmosférica e clima urbano de Coimbra: alguns dados preliminares”. Cadernos de Geografia, Nº26/27, 325-332pp.
- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2007) “Relatório de desenvolvimento humano2007/2008. Combater as alterações climáticas: Solidariedade humana num mundo dividido”. Edições Almedina, 386pp.
- Mendes, J; Tavares, A.(1993) “Risco, vulnerabilidade social e cidadania” Revista Crítica de Ciências Sociais Nº 93 5-8pp.
- Santo, A. (2016.) “Ilha de Calor Urbana: uma proposta de atividade investigativa baseada na utilização da placa Arduino”. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 67pp.

- Scott, J. ; Prola, C. ; Siqueira, A. ; Pereira C. (2018) “ O conceito de vulnerabilidade social no âmbito da psicologia no Brasil: Uma revisão sistemática da literatura”. Psicologia em Revista, Vol. 24, Nº2, 600-615pp.

- Serviço Municipal de Protecção Civil de Coimbra (2011) “Plano Municipal de Emergência de Protecção Civil de Coimbra”