



Carla Patrícia Pedroso Mateus

ONDAS DE CALOR E ONDAS DE FRIO EM COIMBRA IMPACTES NA MORTALIDADE DA POPULAÇÃO

Dissertação de Mestrado em Geografia Física, Ambiente e Ordenamento do Território, orientada pelo Professor Doutor Lúcio Cunha e co-orientada pelo Professor Doutor Paulo Nossa, apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra

Setembro 2014



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Faculdade de Letras

ONDAS DE CALOR E ONDAS DE FRIO EM COIMBRA. IMPACTES NA MORTALIDADE DA POPULAÇÃO.

Ficha Técnica:

Tipo de trabalho	Dissertação de Mestrado
Título	ONDAS DE CALOR E ONDAS DE FRIO EM COIMBRA. IMPACTES NA MORTALIDADE DA POPULAÇÃO.
Autora	Carla Patrícia Pedroso Mateus
Orientador	Lúcio José Sobral da Cunha
Coorientador	Paulo Nuno Maia da Sousa Nossa
Júri	Presidente: Doutor Luciano Fernandes Lourenço Vogais: 1. Doutora Helena Guilhermina da Silva Marques Nogueira 2. Doutor Lúcio José Sobral da Cunha
Identificação do Curso	2º Ciclo em Geografia Física, Ambiente e Ordenamento do Território
Data da defesa	21-10-2014
Classificação	18 valores



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Agradecimentos

Deixo os meus agradecimentos aos orientadores científicos desta dissertação pelos conhecimentos académicos transmitidos, sugestões, comentários e revisões concernentes ao trabalho desenvolvido.

Ao Instituto Nacional de Estatística pela disponibilização dos dados de mortalidade diária.

Ao Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra pela disponibilização dos dados de temperaturas.

Aos meus amigos e família pelo incentivo.

Índice

Índice	1
Índice de figuras	3
Índice de quadros	6
Resumo	8
Abstract	9
Introdução: importância do tema, objetivos e plano de trabalho	10
1. Estado da arte	12
1.1. Importância dos estudos de mortalidade relacionada com temperaturas extremas	12
1.2. Ondas de calor e mortalidade	13
1.3. Ondas de frio e mortalidade	19
1.4. Mudanças climáticas e paroxismos térmicos	23
2. Ondas de calor e ondas de frio – enquadramento teórico	26
2.1. Definição de onda de calor e de onda de frio	26
2.1.1. Definição de onda de calor	26
2.1.2. Definição de onda de frio	27
2.2. Importância do estudo do risco de ondas de calor e do risco de ondas de frio	27
2.3. Ocorrência de ondas de calor e de ondas de frio em Portugal	30
2.4. Prevenção face a temperaturas extremas em Portugal	33
2.4.1. Calor	33
2.4.2. Frio	35
3. Área de estudo	36
3.1. Localização	36
3.2. O clima de Coimbra e as suas condicionantes regionais e locais	39
3.2.1. O clima de Coimbra	39
3.2.2. Condicionantes regionais e locais do clima de Coimbra	47
3.3. Caracterização demográfica e social das freguesias do concelho de Coimbra	49
3.3.1. Demografia	49
3.3.2. Educação	57
3.3.3. Emprego	59
3.3.4. Habitação	61
3.3.5. Síntese	65
4. Vulnerabilidade Social	66
4.1. Enquadramento teórico	66
4.2. Vulnerabilidade social no concelho de Coimbra	67

4.2.1. Enquadramento teórico	67
4.2.1. Cartografia da vulnerabilidade social em Coimbra	67
5. Ondas de calor e ondas de frio em Coimbra	71
5.1. Metodologia para a determinação de ondas de calor e de ondas de frio	71
5.2. Ondas de calor	73
5.3. Ondas de frio	78
6. Estudo de caso de ondas de calor e das ondas de frio	82
6.1. Metodologia	82
6.2. Ondas de calor em Coimbra	83
6.2.1. Onda de calor de 29 de julho a 3 de agosto de 2003	83
6.2.2. Ondas de calor de 11 a 17 de julho de 2006 e de 4 a 11 de agosto de 2006	86
6.2.3. Onda de calor de 24 a 30 de julho de 2010	92
6.3. Ondas de frio em Coimbra	95
6.3.1. Onda de frio de 8 a 16 de fevereiro de 1983	95
Conclusões	99
Referências bibliográficas	101

Índice de figuras

Fig.1: Localização do concelho de Coimbra e respetivas freguesias.	36
Fig.2: Hipsometria do concelho de Coimbra.	37
Fig.3: Localização do IGUC no contexto da cidade de Coimbra.	38
Fig.4: Pormenor da localização do IGUC e área envolvente.	38
Fig.5: Gráfico termopluviométrico de Coimbra (IGUC) de acordo com a normal climatológica de 1971-2000.	40
Fig.6: Evolução da temperatura mínima mensal (°C) do mês de janeiro entre 1865 e 2013.	41
Fig.7: Evolução da temperatura mínima mensal (°C) do mês de fevereiro entre 1865 e 2013.	41
Fig.8: Evolução da temperatura mínima mensal (°C) do mês de dezembro entre 1865 e 2013.	42
Fig.9: Evolução da temperatura máxima mensal (°C) do mês de junho entre 1865 e 2013.	42
Fig.10: Evolução da temperatura máxima mensal (°C) do mês de julho entre 1865 e 2013.	42
Fig.11: Evolução da temperatura máxima mensal (°C) do mês de agosto entre 1865 e 2013.	43
Fig.12: Número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 30°C durante os meses de junho, julho e agosto entre 1865 e 2013.	43
Fig.13: Número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 30°C durante os meses de junho, julho e agosto, por décadas, entre 1865 e 2013.	43
Fig.14: Número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 32°C durante os meses de junho, julho e agosto entre 1865 e 2013.	44
Fig.15: Número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 32°C durante os meses de junho, julho e agosto, por décadas, entre 1865 e 2013.	45
Fig.16: Número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 35°C durante os meses de junho, julho e agosto entre 1865 e 2013.	45
Fig.17: Número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 35°C durante os meses de junho, julho e agosto, por décadas, entre 1865 e 2013.	45
Fig.18: Número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 40°C durante os meses de junho, julho e agosto entre 1865 e 2013.	46
Fig.19: Número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 40°C durante os meses de junho, julho e agosto, por décadas, entre 1865 e 2013.	46
Fig.20: Número de dias com temperatura mínima diária igual ou inferior a 0°C durante os meses de janeiro, fevereiro e dezembro entre 1864 e 2013.	46
Fig.21: Número de dias com temperatura mínima diária igual ou inferior a 0°C durante os meses de janeiro, fevereiro e dezembro, por décadas, entre 1864 e 2013.	47
Fig.22: Densidade populacional (habitantes/km ²) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	50
Fig.23: Variação da população residente (%) nas freguesias do concelho de Coimbra entre 2001 e 2011.	50
Fig.24: Pirâmides etárias do concelho de Coimbra em 2001 e em 2011.	51
Fig.25: Pirâmides etárias da Região Centro de Portugal Continental em 2001 e em 2011.	51
Fig.26: Pirâmides etárias de Portugal em 2001 e em 2011.	52
Fig.27: Estrutura etária da população residente em Portugal por grupos etários em 1981, 1991, 2001 e em 2011.	52
Fig.28: Proporção de jovens (%) relativamente à população residente nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	53

Fig.29: Proporção da população residente com 65 e mais anos de idade (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	53
Fig.30: Proporção da população residente com 75 e mais anos de idade (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	54
Fig.31: Índice de envelhecimento (n.º) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	55
Fig.32: Índice de longevidade (%) da população residente nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	56
Fig.33: Proporção de famílias clássicas unipessoais de pessoas com 65 ou mais anos de idade (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	57
Fig.34: Taxa de analfabetismo (%) da população residente nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	58
Fig.35: População com o ensino superior completo (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	58
Fig.36: Taxa de desemprego (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	60
Fig.37: População empregada no setor primário de atividade económica (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	60
Fig.38: Proporção de profissionais socialmente mais valorizados (%) na população residente nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	61
Fig.39: Densidade de alojamentos (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	62
Fig.40: Idade média dos edifícios (ano) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	62
Fig.41: Proporção de edifícios muito degradados (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	63
Fig.42: Alojamentos familiares de residência habitual sem existência de ar condicionado (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	64
Fig.43: Alojamentos familiares de residência habitual sem existência de sistema de aquecimento (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	64
Fig.44: Vulnerabilidade da população residente nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	70
Fig.45: Evolução da distribuição de ondas de calor por décadas em Coimbra.	77
Fig.46: Número de ondas de calor e respetiva duração em Coimbra.	77
Fig.47: Evolução da distribuição de ondas de frio por décadas em Coimbra.	80
Fig.48: Número de ondas de frio e respetiva duração em Coimbra.	81
Fig.49: Carta sinótica do geopotencial a 500 hPa e pressão à superfície no dia 2 de agosto de 2003.	83
Fig.50: Mortalidade diária total da população residente no distrito de Coimbra.	85
Fig.51: Mortalidade diária da população residente no distrito de Coimbra com idade \geq 65 anos.	86
Fig.52: Mortalidade diária nos sexos masculino e feminino da população residente no distrito de Coimbra.	86
Fig.53: Mortalidade diária por doenças circulatórias da população residente no distrito de Coimbra.	86
Fig.54: Carta sinótica do geopotencial a 500 hPa e pressão à superfície no dia 11 de julho de 2006.	87
Fig.55: Carta sinótica do geopotencial a 500 hPa e pressão à superfície no dia 4 de agosto de 2006.	88
Fig.56: Mortalidade diária total da população residente no distrito de Coimbra.	91

Fig.57: Mortalidade diária da população residente no distrito de Coimbra com idade ≥ 65 anos.	91
Fig.58: Mortalidade diária nos sexos masculino e feminino da população residente no distrito de Coimbra.	91
Fig.59: Mortalidade diária por doenças circulatórias da população residente no distrito de Coimbra.	92
Fig.60: Carta sinótica do geopotencial a 500 hPa e pressão à superfície no dia 25 de julho de 2010.	92
Fig.61: Mortalidade diária total da população residente no distrito de Coimbra.	94
Fig.62: Mortalidade diária da população residente no distrito de Coimbra com idade ≥ 65 anos.	94
Fig.63: Mortalidade diária nos sexos masculino e feminino da população residente no distrito de Coimbra.	95
Fig.64: Mortalidade diária por doenças circulatórias da população residente no distrito de Coimbra.	95
Fig.65: Carta sinótica do geopotencial a 500 hPa e pressão à superfície no dia 13 de fevereiro de 1983.	96
Fig.66: Mortalidade diária total da população residente no distrito de Coimbra.	97
Fig.67: Mortalidade diária da população residente no distrito de Coimbra com idade ≥ 65 anos.	98
Fig.68: Mortalidade diária nos sexos masculino e feminino da população residente no distrito de Coimbra.	98
Fig.69: Mortalidade diária por doenças circulatórias da população residente no distrito de Coimbra.	98

Índice de Quadros

Quadro 1: Ranking dos riscos naturais, segundo o número de óbitos, em Portugal, entre 1900 e 2014.	27
Quadro 2: Ranking dos riscos naturais – temperaturas extremas, segundo o número de óbitos, entre 1900 e 2014.	28
Quadro 3: Ranking dos riscos naturais – temperaturas extremas, segundo a população afetada, entre 1900 e 2014.	28
Quadro 4: Ranking dos riscos naturais – temperaturas extremas, segundo o custo económico, entre 1900 e 2014.	28
Quadro 5: Ondas de calor identificadas pelo IPMA, desde 2003, em Portugal Continental.	29
Quadro 6: Ondas de calor “fora de época”, identificadas pelo IPMA, desde 2003, em Portugal Continental.	30
Quadro 7: Ondas de frio identificadas pelo IPMA, desde 2003, em Portugal Continental.	30
Quadro 8: Temperatura máxima mensal (°C) entre 1865 e 2013.	39
Quadro 9: Temperatura mínima mensal (°C) entre 1865 e 2013.	39
Quadro 10: Indicadores usados para a análise de vulnerabilidade social.	67
Quadro 11: Ranking de cada indicador demográfico e vulnerabilidade social nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.	69
Quadro 12: Anos analisados de acordo com as normais climatológicas de referência consideradas.	72
Quadro 13: Média das temperaturas máximas mensais de junho, julho e agosto das normais climatológicas de referência e respetivo valor considerado para determinar a existência de ondas de calor.	73
Quadro 14: Média das temperaturas mínimas mensais de janeiro, fevereiro e dezembro das normais climatológicas de referência e respetivo valor considerado para determinar a existência de ondas de frio.	73
Quadro 15: Ondas de calor identificadas em Coimbra e duração, média da variação e valor máximo do desvio relativamente à normal climatológica de referência.	75
Quadro 16: Distribuição das ondas de calor por décadas em Coimbra.	76
Quadro 17: Número de dias com onda de calor nos meses de junho, julho e agosto em Coimbra.	77
Quadro 18: Ondas de frio identificadas em Coimbra e respetiva duração, média da variação e valor máximo dos desvios de temperatura mínima diária relativamente à normal climatológica de referência.	78
Quadro 19: Distribuição das ondas de frio por décadas em Coimbra.	79
Quadro 20: Número de dias com onda de frio nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro em Coimbra.	81
Quadro 21: Onda de calor de 29 de julho a 3 de agosto de 2003 e respetivo desvio (°C) em relação à normal climatológica de 1981 – 2010 em Coimbra.	84
Quadro 22: Excesso de mortalidade face à média da mortalidade por grupos e por causas de mortalidade e número de óbitos durante a onda de calor de 29 de julho a 3 de agosto de 2003 e nos 6 dias subsequentes no distrito de Coimbra.	85
Quadro 23: Mortalidade segundo grandes grupos durante a onda de calor de 29 de julho a 3 de agosto de 2003 e nos 6 dias subsequentes no distrito de Coimbra.	85
Quadro 24: Onda de calor de 11 a 17 de julho de 2006 e respetivo desvio (°C) em relação à normal climatológica de 1981 – 2010 em Coimbra.	87
Quadro 25: Onda de calor de 4 a 11 de agosto de 2006 e respetivo desvio (°C) em relação à normal climatológica de 1981 – 2010 em Coimbra.	88

Quadro 26: Excesso de mortalidade face à média da mortalidade por grupos e por causas de mortalidade e número de óbitos durante a onda de calor de 11 a 17 de julho de 2006 e nos 6 dias subsequentes no distrito de Coimbra.	89
Quadro 27: Mortalidade segundo grandes grupos durante a onda de calor de 11 a 17 de julho de 2006 e nos 6 dias subsequentes no distrito de Coimbra.	89
Quadro 28: Excesso de mortalidade face à média da mortalidade por grupos e por causas de mortalidade e número de óbitos durante a onda de calor de 4 a 11 de agosto de 2006 e nos 4 dias subsequentes no distrito de Coimbra.	90
Quadro 29: Mortalidade segundo grandes grupos durante a onda de calor de 4 a 11 de agosto de 2006 e nos 4 dias subsequentes no distrito de Coimbra.	90
Quadro 30: Onda de calor de 24 a 30 de julho de 2010 e respetivo desvio (°C) em relação à normal climatológica de 1981 – 2010 em Coimbra.	93
Quadro 31: Excesso de mortalidade face à média da mortalidade por grupos e por causas de mortalidade e número de óbitos durante a onda de calor de 24 a 30 de julho de 2010 e nos 6 dias subsequentes no distrito de Coimbra.	93
Quadro 32: Mortalidade segundo grandes grupos durante a onda de calor de 24 a 30 de julho de 2010 e nos 6 dias subsequentes no distrito de Coimbra.	94
Quadro 33: Onda de frio de 8 a 16 de fevereiro de 1983 e respetivo desvio (°C) em relação à normal climatológica de 1971 – 2000 em Coimbra.	96
Quadro 34: Excesso de mortalidade face à média da mortalidade por grupos e por causas de mortalidade e número de óbitos, durante a onda de frio de 8 a 16 de fevereiro de 1983 e nos 6 dias subsequentes no distrito de Coimbra.	97
Quadro 35: Mortalidade segundo grandes grupos durante a onda de frio de 8 a 16 de fevereiro de 1983 e nos 6 dias subsequentes no distrito de Coimbra.	97

Resumo

Ondas de calor e ondas de frio em Coimbra – impactes na mortalidade da população

A temperatura do ar é dos elementos climáticos que mais condiciona as atividades humanas e os processos biológicos, ao nível do conforto e da saúde. A exposição a ondas de calor e a ondas de frio apresenta impactes na saúde e origina aumentos de mortalidade, dependendo da vulnerabilidade das populações expostas, bem como da duração, intensidade e frequência destes paroxismos térmicos. Assim, atendendo às consequências das ondas de calor e das ondas de frio na morbilidade, mortalidade e atividades humanas, o estudo sobre a sua ocorrência, especialmente numa série temporal longa revela-se importante. Não se pode evitar a sua ocorrência, contudo pode-se reduzir a vulnerabilidade humana, de maneira a reduzir os seus impactes.

Quanto à metodologia, primeiro consultou-se bibliografia sobre a temática de ondas de frio, ondas de calor e temperaturas extremas, assim como sobre a sua relação com a saúde humana, particularmente ao nível da morbilidade e da mortalidade humanas, e da vulnerabilidade social, partindo de literatura publicada no estrangeiro e em Portugal. Os dados sobre temperaturas extremas foram obtidos no IGUC e foram tratados através de software Excel. A cartografia sobre os diferentes elementos de vulnerabilidade foi elaborada com recurso ao software ArcGIS 10.1. Os dados das ondas de calor e de frio foram cruzados com dados de mortalidade segundo a causa de morte, especificamente cedidos pelo INE para os dias em causa. Caracterizou-se a área de estudo, o concelho e a cidade de Coimbra, do ponto de vista administrativo, demográfico, socioeconómico, habitacional e de emprego da população residente e cartografou-se a vulnerabilidade social das freguesias do concelho. Contabilizou-se a ocorrência de ondas de calor e de ondas de frio na cidade de Coimbra, caracterizando a duração, frequência e intensidade e estabelecendo-se a análise da evolução das ocorrências por meses e por décadas. Entre 1865 e 2013, em Coimbra, ocorreram 41 ondas de calor e 9 ondas de frio. Procedeu-se a uma breve caracterização sinótica das ondas de calor de 29 de julho a 3 de agosto de 2003, 11 a 17 de julho de 2006, 4 a 11 de agosto de 2006 e 24 a 30 de julho de 2010 e da onda de frio de 8 a 16 de fevereiro de 1983 e contabilizaram-se os óbitos ocorridos no distrito de Coimbra, durante aqueles paroxismos térmicos, de acordo com a Classificação Internacional das Doenças.

Durante as ondas de calor verificou-se excesso de mortalidade, aumentando no 3º dia após o início e prolongando-se nos dias subsequentes, sendo maior nas mulheres e nos idosos, nas doenças circulatórias e respiratórias. No caso da onda de frio, verificou-se excesso de mortalidade, aumentando no 7º dia após o início e prolongando-se nos dias subsequentes, sendo maior nos idosos, nas mulheres e nas doenças circulatórias e isquémica do coração.

Palavras-chave: ondas de calor, ondas de frio, vulnerabilidade, mortalidade, Coimbra.

Abstract

Heat waves and cold waves in Coimbra – impacts on mortality of population

Air temperature is the climatic element that most affects human activities, biological processes, comfort level and health. Exposure to heat and cold waves results in health impacts and the overall increment of mortality rates, albeit dependent on the vulnerability of exposed populations, as well as the duration, the intensity and the frequency of these thermal paroxysms. Thus, given the consequences of heat waves and of cold waves on morbidity, mortality and human activities, the study of its occurrence, especially in a longer time series is paramount. While their occurrence cannot be prevented, it is possible reduce human vulnerability and to reduce their impacts.

Regarding the methodology, firstly explores the available literature, both from Portugal and abroad, on the subject of cold waves, heat waves and of extreme temperatures as well as their relation to human health, particularly in terms of human morbidity, mortality and social vulnerability. The extreme temperature data are from IGUC and were treated by Excel software. The mapping on the different elements of vulnerability was developed using the software ArcGIS 10.1. Heat and cold waves data were crossed with mortality data by cause of death, specifically ceded by INE for the days in question. The study area, the municipality and the city of Coimbra, were characterized from the following viewpoints: administrative, demographic, socioeconomic, housing and employment of the resident population and was subsequently mapped according to the social vulnerability of the municipality's parishes. The occurrence of heat waves and cold waves in the city of Coimbra was ascertained as the duration, the frequency and the intensity and the analysis of the evolution of the events for months and for decades. In Coimbra city, between 1865 and 2013, 41 heat waves and 9 cold waves took place. The heat waves of the 29th of July to the 3rd of August 2003, 11th to the 17th July of 2006, 4th to 11th August of 2006 and 24th to 30th July of 2010 and the cold wave of 8th to 16th February of 1983 were synoptically characterized and the deaths that occurred in the district of Coimbra, during those thermal paroxysms, were accounted for according to the International Classification of Diseases.

During heat waves the increment of mortality rates increased as of the 3rd day after the start of this paroxysm and continues during the subsequent days. There is a greater effect on women and the elderly, particularly those with circulatory and respiratory diseases. In the case of cold wave, it was found that an increment of mortality rates as of 7th day after the start of the event and continuing in the subsequent days, having a greater incidence in the elderly, in the women and in the circulatory and ischemic heart diseases.

Key words: heat waves, cold waves, vulnerability, mortality, Coimbra.

Introdução: importância do tema, objetivos e plano de trabalho

As ondas de calor e as ondas de frio são fenómenos climáticos que apresentam impactos económicos e sociais, assim como consequências na saúde humana, originando aumentos de mortalidade, sendo importante reduzir a vulnerabilidade face a estes paroxismos térmicos. Este trabalho revela-se importante, visto que não foi realizado nenhum anteriormente abarcando uma série, de dados de temperatura disponíveis, tão longa para Coimbra, constituindo um tema importante de análise geográfica, com relevância para o ordenamento e planeamento do território.

São objetivos desta dissertação: contabilizar a ocorrência de ondas de calor e de ondas de frio em Coimbra, utilizando os dados da estação meteorológica do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra (IGUC) entre 1864¹ e 2013; caracterizar a duração, frequência e intensidade das ondas de calor e das ondas de frio e averiguar variações ao longo do período em estudo, estabelecendo-se a análise da evolução das ocorrências por meses e por décadas; averiguar relações entre a ocorrência, duração e intensidade destes paroxismos térmicos com o número de óbitos no distrito de Coimbra² e apresentar as principais conclusões.

Quanto ao plano de trabalho é composto por 6 capítulos.

No primeiro capítulo, apresenta-se o estado da arte de bibliografia publicada no estrangeiro e em Portugal, sobre a importância dos estudos sobre temperaturas extremas e mortalidade, especialmente estudos sobre ondas de calor e ondas de frio e impactos na mortalidade, assim como estudos sobre mudanças climáticas e importância para a compreensão de extremos térmicos.

O segundo capítulo inicia-se com o enquadramento teórico sobre ondas de calor e ondas de frio, apresenta-se a definição de onda de calor e de onda de frio adotada nesta dissertação, mostrando-se a importância dos estudos sobre o risco de ondas de calor e de ondas de frio, exibindo-se algumas ocorrências destes paroxismos térmicos em Portugal identificados pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), destacando os planos de prevenção que têm vindo a ser desenvolvidos face ao frio e ao calor em Portugal e mencionando a sua importância.

No terceiro capítulo procede-se à localização e caracterização da área de estudo, o concelho e a cidade de Coimbra, do ponto de vista administrativo, demográfico, socioeconómico, habitacional e de emprego da população residente.

No quarto capítulo, inicia-se o enquadramento teórico sobre a vulnerabilidade social, apresentando-se o caso de estudo do concelho de Coimbra.

No quinto capítulo, apresenta-se a metodologia considerada para determinar a existência de ondas de calor e ondas de frio em Coimbra e exibem-se os principais resultados, caracterizando a ocorrência, duração e intensidade.

¹ Para o ano de 1864, só foi analisado o mês de dezembro porque só existem observações meteorológicas desde setembro.

² Inicialmente, o objetivo consistia em averiguar o excesso de mortalidade nas freguesias do concelho de Coimbra, contudo devido ao segredo estatístico dos dados de mortalidade diária, teve de analisar-se para o caso do distrito de Coimbra.

No sexto capítulo procede-se a uma breve caracterização sinótica e contabilização dos óbitos ocorridos no distrito de Coimbra, de acordo com a Classificação Internacional das Doenças (CID) 9 e 10 das ondas de calor de 29 de julho a 3 de agosto de 2003, 11 a 17 de julho de 2006, 4 a 11 de agosto de 2006 e 24 a 30 de julho de 2010 e da onda de frio de 8 a 16 de fevereiro de 1983.

Quanto à conclusão, reuniram-se os principais resultados desta dissertação, salientando os aspetos inovadores e as limitações provenientes desta investigação.

1. Estado da arte

1.1. Importância dos estudos de mortalidade relacionada com temperaturas extremas

A mortalidade é considerada um indicador de saúde da população, assim como das condições de vida (DÍAZ *et al.*, 2002a). Existem outros indicadores definidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para avaliar o estado de saúde/morbilidade da população: esperança média de vida e taxas de mortalidade específica de doenças crónica e infecciosas. Contudo os indicadores de mortalidade são frequentemente utilizados para avaliar o estado de saúde da população (GUERREIRO, 2011: 10).

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.

A relação entre clima e saúde está documentada já na Antiguidade Clássica, no século IV a.C., no trabalho *Dos ares, águas e lugares* de Hipócrates. Apesar do conhecimento da influência do clima na saúde, nomeadamente na mortalidade sazonal, prestou-se mais atenção a este fenómeno a partir da década de 1960, quando na Grã-Bretanha começaram a surgir estudos sobre mortalidade e admissões hospitalares por hipotermia (PINHEIRO, 1990: 62). Em Portugal, ALCOFORADO *et al.* (1999) narram a preocupação de Marino Miguel Franzini no estudo das causas da variação sazonal da mortalidade em Lisboa no século XIX.

A associação entre clima e/ou fenómenos meteorológicos extremos, como é o caso das ondas de calor e das ondas de frio e saúde humana está patente na Bioclimatologia Humana/Biometeorologia Humana, considerando a influência dos elementos climáticos (neste caso, a temperatura do ar) no conforto, saúde, morbilidade e mortalidade humanas. Exemplos deste tipo de trabalhos encontram-se, entre outros, em MATZARAKIS e MAYER (1991), que apresentam a importância da Biometeorologia no estudo da onda de calor de julho de 1987 em Atenas e em ALEIXO *et al.* (2013).

Referem-se mais alguns estudos, a título de exemplificação da importância do tema: HUYNEN *et al.* (2001) examinam o impacto de ondas de calor e de frio na mortalidade na Holanda, entre 1979 e 1997. ALBERTI *et al.* (1998) estudam a mortalidade diária em Madrid entre 1986 e 1992. REVICH e SHAPOSHNIKOV (2008) indicam o excesso de mortalidade³ em Moscovo, durante ondas de calor e ondas de frio. HARE *et al.* (1981) investigam a mortalidade sazonal de crianças e a relação com a temperatura em Inglaterra e País de Gales. BACCINI *et al.* (2008) relacionam calor e

³ O excesso de mortalidade consiste na diferença entre a taxa de mortalidade/número de óbitos que se verificam durante ondas de calor ou ondas de frio pela comparação com a taxa de mortalidade/número de óbitos registados durante período(s) homólogo(s) sem o registo de ondas de calor ou de ondas de frio.

mortalidade. BARNETT *et al.* (2012) apresentam a ocorrência de ondas de calor e ondas de frio e mortalidade nos EUA, entre 1987 e 2000. ÅSTRÖM *et al.* (2011) relatam impactos das ondas de calor na morbidade e mortalidade na população idosa. HALES *et al.* (2003) estudam os impactos na saúde de extremos climáticos. BASU e SAMET (2002) apresentam um estado da arte da associação entre temperatura e mortalidade.

Quanto a Portugal, ALCOFORADO *et al.* (2013: 1) referem a alteração do ritmo sazonal de mortalidade em Lisboa, mencionando que o máximo de mortalidade, entre 1837 e 1848, ocorria no verão e devia-se “segundo Franzini, ao facto das classes menos abastadas sofrerem de doenças gástricas e intestinais por consumirem fruta e legumes deteriorados pelo calor”, enquanto no século XX o pico de mortalidade ocorre no inverno, ainda que com um segundo pico de mortalidade no verão.

Em Portugal Continental, MARQUES e ANTUNES (2009: 56) indicam que os máximos valores de mortalidade ocorrem durante temperaturas mais baixas, enquanto o segundo pico de mortalidade se verifica em temperaturas mais elevadas, ou seja, durante o verão. No caso do verão, a mortalidade é influenciada pela temperatura diurna e pela temperatura noturna. O registo das temperaturas mínima, média e máxima acima da média tende a originar mortalidade acima do esperado (ob. cit.: 57). Os autores indicam que o número de óbitos é baixo em ótimos térmicos: temperaturas máximas (18-29°C), com o extremo térmico nos 23°C; temperaturas médias (15-23°C), com o extremo térmico nos 19°C e temperaturas mínimas (10-16°C) com o extremo térmico nos 13°C; salienta-se que o facto do ótimo térmico ser maior nas temperaturas máximas do que nas temperaturas mínima e média “pode evidenciar uma melhor adaptação da população à variação da temperatura máxima do que à variação das restantes temperaturas” (ob. cit.: 56).

Apontam-se, ainda, os estudos de CARVALHO (2008) sobre o efeito da exposição às temperaturas extremas na população portuguesa e RIBEIRO (2008) ao relacionar as temperaturas extremas com a mortalidade na região de Entre Douro e Minho.

1.2. Ondas de calor e mortalidade

O estudo sobre temperaturas extremas de calor e de ondas de calor, no que respeita à ocorrência, duração e intensidade tem vindo a ser desenvolvido por múltiplos investigadores, nas mais diversas áreas geográficas, ganhando destaque com os cenários de mudança climática e com o objetivo de diminuir a vulnerabilidade humana face a esses extremos térmicos.

Inicia-se a apresentação sobre o estado da arte de bibliografia publicada no estrangeiro e, posteriormente, em Portugal.

KUGLITSCH *et al.* (2010) estudam ondas de calor na região oriental do Mediterrâneo (Albânia, Bósnia-Herzegovina, Bulgária, Croácia, Chipre, Grécia, Israel, Roménia, Sérvia, Eslovênia e Turquia) desde 1960 e relatam que o número, a duração e a intensidade das ondas de calor têm

aumentado significativamente. BALDI *et al.* (2006) também examinam a ocorrência de ondas de calor na Região Mediterrânea. No caso de Itália, por exemplo, a mortalidade durante a onda de calor de 2003 é estudada por CONTI *et al.* (2004). DÍAZ *et al.* (2006a) mostram impactos da onda de calor de 2003 na Península Ibérica. Referentemente a Espanha menciona-se IZQUIERDO *et al.* (2012) ao apresentar a evolução temporal das ondas de calor na meseta central espanhola; CULQUI *et al.* (2013) ao averiguarem ondas de calor e mortalidade na cidade de Madrid; GARCÍA-HERRERA *et al.* (2010) e NAVARRO *et al.* (2004) ao estudarem a onda de calor de 2003.

Relativamente aos EUA, ROBINSON (2001: 762) refere que as ondas de calor são o risco climático que provoca maior mortalidade. WHITMAN *et al.* (1997) estudam a onda de calor de julho de 1995 em Chicago, indicando um excesso de 696 óbitos. KAISER *et al.* (2007) apresentam os efeitos da onda de calor de julho de 1995 em Chicago, na mortalidade. NAUGHTON *et al.* (2002) examinam a onda de calor de 1999 nessa cidade.

Mencionam-se, ainda, os trabalhos de WHO (2004, 2007, 2009), MATTHIES *et al.* (2008) e de KOVATS e HAHAT (2007) sobre os efeitos na saúde pública das ondas de calor. AKOMPAB *et al.* (2013) investigam as atitudes das populações face a episódios de ondas de calor.

Durante ondas de calor, a poluição do ar pode aumentar e contribuir para o incremento do excesso de óbitos (HAINES *et al.*, 2006a: 2103). FISCHER *et al.* (2004) mencionam que a poluição do ar, no caso durante o verão de 2003, contribuiu para o excesso de óbitos, nomeadamente a níveis elevados de concentração de ozono na Holanda. LACOUR *et al.* (2006) relacionam a presença de ozono e a temperatura do ar durante a onda de calor de 2003 em França, FILLEUL *et al.* (2006) em 9 cidades francesas e PELLEGRINI *et al.* (2007) no caso de Itália (Toscânia).

Quanto à mortalidade registada durante ondas de calor em áreas rurais e urbanas, GABRIEL e ENDLICHER (2011: 2044) comparam a mortalidade verificada na área urbana de Berlim e a observada na área rural de Brandenburg entre 1990 e 2006 durante ondas de calor, concluindo que a mortalidade é mais elevada na cidade de Berlim, em particular nas áreas mais densamente urbanizadas.

No caso das ondas de calor, quando ocorre mais do que uma num mesmo ano, por vezes o excesso de óbitos é mais elevado na primeira onda de calor do que na seguinte, apesar da possibilidade de ser mais intensa, em virtude da população mais vulnerável ter falecido durante a primeira onda de calor e ao estabelecimento de comportamentos de adaptação/aclimatização (RIBEIRO, 2008: 15, citando KALKSTEIN e VALIMONT, 1987), não esquecendo, porém, a importância dos planos de prevenção e de contingência, bem como o papel da comunicação social ao alertar as populações. DÍAZ *et al.* (2002: 163) referem que a existência de uma primeira onda de calor origina maiores efeitos sobre a mortalidade devido ao maior número de pessoas vulneráveis e da respetiva duração da onda de calor (quanto maior, maiores efeitos na mortalidade), especialmente se associada a baixa humidade relativa do ar e à elevada concentração de ozono no ar. Por outro lado, em contraste com o excesso de óbitos verificado durante uma onda de calor, ocorre um défice de mortalidade nas semanas

seguintes (RIBEIRO, 2008: 15, citando HUYNEN *et al.* 2001) devido à mortalidade da população mais vulnerável. GEMMELL *et al.* (2000) analisam a mortalidade sazonal na Escócia, verificando que um aumento de 1°C na temperatura média corresponde a um aumento de 1% nos óbitos, uma semana depois.

MICHELOZZI *et al.* (2005) e SCHIFANO *et al.* (2012) mencionam a importância dos programas de saúde pública para a redução do impacto das ondas de calor na mortalidade, no caso de Itália. MICHELOZZI *et al.* (2010) referem que a vigilância da mortalidade ocorrida durante o verão é importante para reduzir o impacto das ondas de calor. Ou, por exemplo, no caso do Canadá (SMOYER-TOMIC e RAINHAM, 2001). LINARES, C. e DÍAZ, J. (2007: 317) indicam que o principal objetivo de um plano de prevenção de ondas de calor é evitar óbitos, enquadrando-se numa visão de saúde pública (KOVATS e EBI, 2006). Por outro lado, é importante monitorizar o excesso de mortalidade, existindo sistemas em: Bélgica, Alemanha, França (dois sistemas), Itália (dois sistemas), Portugal, Espanha e Suíça (KANIEFF *et al.*, 2010). O projeto EuroHEAT (Improving Public Health Responses to extreme weather/heat waves) envolve nove cidades europeias (Atenas, Barcelona, Budapeste, Londres, Milão, Munique, Paris, Roma, Valência) (D'IPPOLITI *et al.*, 2010).

Constituem grupos mais vulneráveis face às ondas de calor: bebés, doentes acamados, indivíduos obesos, pessoas com problemas renais e doenças cardiovasculares crónicas, comportamentos de risco (exposição prolongada ao sol e ingestão excessiva de álcool; AUTORIDADE NACIONAL DE PROTEÇÃO CIVIL⁴), pessoas com atividade ao ar livre, pessoas em estado terminal (HUTTER *et al.* 2007), idosos (SCHIFANO *et al.*, 2009), (HAINES *et al.*, 2006a e b), turistas, sem abrigo, população com escassos recursos económicos, pessoas socialmente isoladas (DGS, 2011). CANÁRIO *et al.*, (2010 citando HAVENITH, 2005) indicam que as mulheres são mais sensíveis ao calor devido a fatores hormonais e mencionam que a percentagem de gordura corporal é um fator importante na sensibilidade à temperatura, assim como a doença psiquiátrica, alcoolismo, falta de autonomia física ou psíquica, uso de medicamentos que interfiram com a regulação da temperatura corporal, população cujas habitações apresentam ausência de ar condicionado e população urbana (MARTO, 2005: 469).

Quanto aos impactos da temperatura na saúde, destacam-se: golpe de calor, esgotamento devido ao calor, queimaduras, câibras, desmaios, exaustão, distúrbios do sono, enregelamento, hipotermia, agravamento de doenças respiratórias e cardíacas, perda de sensibilidade e lesões (MARTO, 2005; ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DE SAÚDE DE LISBOA E VALE DO TEJO, 2012). Por outro lado, as ondas de calor apresentam também impactos indiretos no turismo, na existência de secas, na manutenção de temperaturas favoráveis a maior risco de incêndio florestal. Por exemplo, no mês de agosto de 2003, registaram-se 280 550 ha de área ardida em Portugal (RAMOS,

⁴ <http://www.proteccaocivil.pt/RiscosVulnerabilidades/RiscosNaturais/OndasCalor/Pages/GruposdeRisco.aspx> (acesso em 19/08/2014).

s/d: 1), impactes económicos e maiores gastos de energia devido ao desconforto térmico, na agricultura e pecuária.

Relativamente aos impactes de temperaturas elevadas na saúde, nomeadamente sobre os idosos, a mortalidade de pessoas entre os 65 e os 74 anos relacionada com o calor ocorre com temperaturas mais elevadas em regiões mais quentes do que em regiões mais frias da Europa (KEATING *et al.*, 2000: 671). HUTTER *et al.* (2007) pesquisam efeitos na mortalidade de ondas de calor em Viena (Áustria), visualizando um excesso significativo de óbitos na população com mais de 65 anos de idade. BARRIOPEDRO *et al.* (2011) analisam o verão quente de 2010 na Europa. BACCINI *et al.* (2008) apresentaram relações entre a temperatura máxima diária e a mortalidade diária em 15 cidades europeias, existindo fortes associações entre calor e mortalidade por causas respiratórias e nos idosos. Durante ondas de calor, o excesso de mortalidade está associado a doenças cardiovasculares, cerebrovasculares e respiratórias (ISHIGAMI *et al.*, 2008), concentrando-se, sobretudo, nos idosos (HAINES *et al.* 2006a: 2103 e HAINES *et al.* 2006b: 588). Um outro estudo de DÍAZ *et al.* (2002b: 163) sobre o efeito das ondas de calor, entre 1986 e 1997, em Madrid, na população idosa revela que a mortalidade pode aumentar até 28,4% para cada grau que a temperatura sobe acima de 36,5°C, especialmente nas mulheres com idade superior a 65 anos de idade e nas doenças do sistema circulatório. No caso do impacte de ondas de calor em França, entre 1971 e 2003, verificou-se mortalidade elevada em pessoas com mais de 55 anos de idade, sendo maior no sexo feminino do que no sexo masculino em pessoas com mais de 75 anos de idade (REY *et al.*, 2007: 615). Em Sevilha, entre 1986 e 1997, DÍAZ *et al.* (2002a: 145) mencionam que a mortalidade por todas as causas de morte aumenta 51% sobre a média, em pessoas com mais de 75 anos de idade, por cada grau superior a 41°C; sendo o efeito mais evidente nas doenças cardiovasculares do que nas doenças respiratórias e, maior nas mulheres do que nos homens. Relativamente a Londres, durante tempo quente e ondas de calor, verificou-se um aumento das emergências por doenças respiratórias e renais, crianças com menos de 5 anos de idade e doenças respiratórias em população com mais de 75 anos de idade; tendo ocorrido um aumento de 3,3% em todas as causas de mortalidade por cada aumento de 1°C na temperatura acima de 21,5°C (KOVATS *et al.*, 2004: 893 e 895).

Díaz *et al.* (2002a: 148) indicam que em Sevilha, o incremento de 1°C acima de 41°C, resulta no aumento da mortalidade em todas as causas de óbito, mencionando que este limiar de temperatura é superior ao verificado na Bélgica (27,5°C) (Díaz *et al.*, 2002a: 148, citando SARTOR *et al.*, 1995), em Madrid (36,5°C) (Díaz *et al.*, 2002a: 148, citando DÍAZ *et al.*, 2001), no Japão (38°C) (Díaz *et al.*, 2002a: 148, citando NAKAI *et al.*, 1999), em Chicago (37,8°C) (Díaz *et al.*, 2002a: 148, citando WHITMAN *et al.*, 1997), concluindo que o efeito de aclimatização é importante nesta cidade espanhola.

GARCÍA-HERRERA *et al.* (2005) investigam as condições sinóticas associadas às temperaturas extremas durante o verão, entre 1986 e 1997, e respetivos impactes na saúde, nomeadamente os efeitos na mortalidade diária em Lisboa e Madrid. Afirmam que a mortalidade,

durante ondas de calor, ocorre com maior significância, de 1 a 3 dias depois do limiar de temperatura ter sido ultrapassado (ou seja, durante um curto período de tempo) e mencionam que as mulheres são mais suscetíveis do que os homens aos efeitos do calor, assim como pessoas com mais de 65 anos de idade.

TAMERIUS *et al.* (2007: 609) afirmam que o melhor modelo para estimar os efeitos do calor extremo na saúde humana, é comparar a mortalidade ocorrida durante os períodos de calor extremo com a mortalidade ocorrida durante períodos sem extremos térmicos, ou seja, os óbitos esperados. Durante a onda de calor de agosto de 2003 (GARCÍA-HERRERA *et al.*, 2010) em França, o maior excesso de mortalidade foi verificado em casa (+5 130 óbitos) e foi maior em solteiros e divorciados do que em casados, em causas diretamente relacionadas com o calor (+3 306 óbitos) e doenças circulatórias (+3 004 mortes); por outro lado, a maior mortalidade foi verificada na região de Paris (+1425 óbitos), ocorrendo quase um excesso de 15 000 óbitos neste país, entre 1 e 20 de agosto (FOUILLET *et al.*, 2006). FOUILLET *et al.* (2008: 309) menciona que na onda de calor de 11 a 28 de julho de 2006 em França ocorreram 2065 óbitos em excesso. Ainda no caso de França, REY *et al.* (2007), estudam a ocorrência de ondas de calor e mortalidade entre 1971 e 2003.

Nos EUA, RAMÓN *et al.* (2006: 1334) indicam que os indivíduos de raça negra, idosos e diabéticos são mais vulneráveis ao calor extremo, enquanto o número de óbitos por doenças cardiovasculares é maior durante períodos de frio extremo. DAVIS *et al.* (2003: 1712) referem que a mortalidade associada a riscos climáticos nos EUA é maior quando ocorrem períodos de calor, no entanto apontam que a redução da vulnerabilidade da população metropolitana relativamente a calor elevado, poderá estar associada ao uso de ar condicionado. KNOWLTON *et al.* (2009: 61) relatam os impactes nas hospitalizações e emergências durante a onda de calor de 15 de julho a 1 de agosto de 2006 na Califórnia, sendo as crianças (0 a 4 anos de idade) e os idosos (idade igual ou superior a 65 anos) os grupos mais afetados; a maior morbidade esteve associada às seguintes doenças: insuficiência renal, cardiovasculares, diabetes e distúrbio eletrolítico.

BUSTINZA *et al.* (2013) indicam que durante a onda de calor de julho de 2010 no Québec, no Canadá, a mortalidade aumentou 33% (cerca de 280 óbitos em excesso) e as emergências 4%. GUEST *et al.* (1999) assinalam os efeitos da temperatura na mortalidade em Austrália entre 1979 e 1990 e a previsão de impactes nas cinco maiores cidades em 2030.

Em Portugal, mencionam-se os estudos de PAIXÃO e NOGUEIRA (2003), NOGUEIRA *et al.* (2005a e b), NOGUEIRA *et al.* (2013). ALMEIDA *et al.* (2010) analisam a mortalidade diária em Lisboa e Porto, de abril a setembro, entre 2000 e 2004, tendo sido as causas de mortalidade divididas em dois grupos: para todas as idades e outro para idade superior a 65 anos. ANDRADE *et al.* (2013) indica efeitos do calor e MARTO (2005) aponta impactes das ondas de calor sobre a saúde. DESSAI (2002) estuda a mortalidade ocorrida em Lisboa nos meses de junho a agosto, entre 1980 e 1998 e, considerando cenários de mudança climática e de projeções demográficas, prevê impactes na saúde e

mortalidade em Lisboa nas décadas de 2020 e 2050. MORAIS (2011) busca o impacto de temperaturas elevadas na distribuição espacial da mortalidade em Lisboa.

No que se refere às ondas de calor mais duradouras e intensas, em Portugal, durante a onda de calor de 12 a 18 de junho de 1981, registou-se um excesso de cerca de 1906 óbitos (PAIXÃO e NOGUEIRA, 2003: 43, citando GARCIA *et al.*, 1999), sendo que a mortalidade por doenças cerebrovasculares foi 2,2 vezes superior ao esperado (FALCÃO e VALENTE, 1997: 537). Mencionam-se os trabalhos de FREITAS (2011) e FALCÃO *et al.* (1988) ao estudarem esta onda de calor.

A duração da onda de calor de 1991 (8 a 22 de julho) foi maior do que da onda de calor de 1981, contudo o excesso de óbitos foi maior durante a onda de calor de 1981. De 12 a 21 de julho de 1991, em Portugal, ocorreram 1002 óbitos em excesso relacionados com o calor (PAIXÃO e NOGUEIRA, 2003: 41). Por outro lado, segundo os autores, ocorreu um excesso de mortalidade maior no sexo feminino do que no sexo masculino; o maior excesso de óbitos verificou-se no grupo das doenças do aparelho circulatório (472,3 óbitos) tendo sido mais significativo a partir dos 65 anos de idade.

O verão de 2003 foi excepcionalmente quente, especialmente na Europa Ocidental, com alguns recordes de temperatura máxima diária: 38,1°C na Grã-Bretanha, 40,2°C na Alemanha, 41,5°C na Suíça e 47,5°C em Portugal (DÍAZ, *et al.* 2005: 159, TRIGO *et al.* 2009: 845). O verão de 2003 foi considerado o mais quente, registado na Europa, desde o século XVI (TRIGO *et al.* 2009: 845, citando LUTERBACHER *et al.*, 2004). ROBINE *et al.* (2008: 171) indica que ocorreu um excesso de óbitos de 70 000 pessoas, durante o verão de 2003, na Europa. A título de exemplo, em Inglaterra e País de Gales (todavia não especificando o intervalo de dias analisado) registaram-se 2045 óbitos em excesso, em França (de 1 a 20 de agosto) 14802 óbitos em excesso, em Itália (de 1 de junho a 15 de agosto) 3134 óbitos em excesso (NOGUEIRA *et al.*, 2005 a, citando KOVATS *et al.*, 2004), em Espanha (porém não especificando o intervalo de dias analisado) 6112 óbitos em excesso (DÍAZ *et al.*, 2005, citando MARTINEZ *et al.*, 2004 e <http://www.ine.es>), na Holanda (junho a setembro) 1400 a 2200 óbitos em excesso e na Suíça (julho a setembro) 975 óbitos em excesso (FOUILLET *et al.*, 2006, citando GRIZE *et al.*, 2005).

De acordo com o IPMA, a onda de calor de 29 de julho a 15 de agosto de 2003 apresentou a maior duração registada desde 1941, mas teve uma extensão espacial inferior à de 1981, visto que não ocorreu em regiões do litoral ocidental e no sotavento algarvio. Durante a onda de calor de 2003, em Portugal, ocorreram 3 picos de mortalidade, no mês de agosto, no dia 2 (418 óbitos), no dia 8 (464 óbitos) e no dia 3 (439 óbitos) (BOTELHO *et al.*, 2004: 4) e o excesso de óbitos foi maior na população com mais de 75 anos de idade, tendo sido as doenças do aparelho circulatório que apresentaram o maior número de mortes. NOGUEIRA *et al.* (2005a: 4) referem que durante esta onda de calor, registou-se um excesso de 1953 óbitos, ocorreram 636 óbitos em excesso no sexo masculino e 1317 no sexo feminino, em Portugal. No que respeita aos internamentos hospitalares, ocorreu um

excesso de 5% e no caso da população com 75 ou mais anos, o excesso foi de 14%, sendo que a patologia com maiores admissões correspondeu às doenças do aparelho respiratório (43,4%) (NOGUEIRA *et al.*, 2009). Os efeitos desta onda de calor, sobre a mortalidade, em Portugal estão documentados em CALADO *et al.* (2004) e BOTELHO *et al.* (2004); atendendo à sua duração, intensidade e consequências na saúde, morbidade e mortalidade, NOGUEIRA *et al.* (2005a) investigam, através da amostra ECOS, os comportamentos dos portugueses durante as épocas das ondas de calor, em particular, da onda de calor de 2003, bem como a origem da informação obtida pela população sobre essa onda de calor e a mudança de comportamentos associada à obtenção dessa informação. No caso do concelho de Coimbra, NOGUEIRA e MATEUS (2013) estudam a relação entre a temperatura e o risco de morte analisando a mortalidade diária no concelho de Coimbra durante o verão de 2003 com o objetivo de verificar a existência de associações estatísticas, através de modelos de regressão polinomial de segunda ordem, entre os valores de temperatura e mortalidade por causas específicas, segundo a classificação CID 10, por sexo.

Relativamente à onda de calor de 2006, ocorreu um excesso de óbitos de 898 pessoas (entre 10 a 27 de julho), sendo o excesso maior em pessoas com 75 ou mais anos de idade (PAIXÃO *et al.*, 2006), contudo segundo DGS (2013a) o excesso de óbitos foi de 1123 (não especificando o intervalo de dias analisado).

Quanto ao calor verificado entre 23 de junho a 14 de julho de 2013 observou-se um excesso de 1684 óbitos (DGS, 2013: 17), sendo o excesso de mortalidade mais elevado nas mulheres (45%) do que nos homens (21%) (ob. cit.: 19), em termos de significância estatística, foi observado excesso de mortalidade de população com mais de 75 anos de idade (ob. cit: 21). Durante esta onda de calor, em Portugal, verificou-se um acréscimo do número de chamadas para o “Saúde 24”, ocorrências registadas pelo Instituto Nacional de Emergência Médica (INEM) e procura de cuidados médicos em serviços de urgência (ob. cit., 2013). O IPMA considerou a onda de calor de julho de 2013, quer pela sua extensão espacial e temporal, a par com a onda de calor de 2006, a mais significativa observada no mês de julho desde 1941 (IPMA, 2013a).

Menciona-se, ainda, a título de exemplo, os estudos de CUNHA e LEAL (2013) que examinaram a perigosidade, vulnerabilidade e risco de ondas de calor e de ondas de frio no concelho de Torres Novas e MONTEIRO *et al.* (2013) ao analisar efeitos do calor de julho de 2006 no Porto.

1.3. Ondas de frio e mortalidade

O frio e as ondas de frio têm como consequências ao nível económico, social e de saúde pública: maior mortalidade por doença isquémica cardíaca e doenças cerebrovasculares, aumento de doenças respiratórias, gripe, pneumonia, hipotermia, possíveis incêndios em habitações (em virtude dos sistemas de aquecimento para fazer face às temperaturas mais baixas), mortes e/ou intoxicações por inalação de monóxido de carbono (quando não ocorre uma correta ventilação nas habitações),

maior consumo de energia, diminuição da acessibilidade e transportes, acidentes rodoviários em virtude da existência de gelo, de neve e de nevoeiro, destruição de culturas hortícolas, aumento da morbidade, de internamentos hospitalares e de mortalidade (ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DE SAÚDE DE LISBOA E VALE DO TEJO, 2012 e 2013; CUNHA, 2012; CUNHA e LEAL, 2013).

Relativamente à revisão bibliográfica, primeiro, indicam-se alguns estudos realizados a nível internacional e, posteriormente, em Portugal.

De acordo com MONTERO *et al.* (2010: 5768) os efeitos da temperatura na mortalidade são caracterizados pela sazonalidade, sendo a mortalidade maior durante os meses de inverno. HEALY (2003) estuda o excesso de mortalidade durante o inverno na Europa, entre 1988 e 1997, concluindo que Portugal apresenta a taxa mais elevada de mortalidade (28%), seguido de Espanha e da Irlanda (21%), por oposição, Finlândia (10%), Alemanha e Holanda (10%) apresentam as menores taxas de mortalidade. O autor apelida de “paradoxo do excesso de mortalidade” quando as maiores taxas de mortalidade ocorrem em países com invernos mais amenos, como é o caso de Portugal, devido à baixa eficiência térmica das habitações. Os maiores valores de eficiência térmica foram encontrados na Suécia, Noruega e Finlândia. Por outro lado, foram averiguadas relações significativas entre a macroeconomia e as taxas de mortalidade durante o inverno; quanto mais forte é a macroeconomia de um estado, menor é o excesso de mortalidade. Relativamente ao excesso de mortalidade e fatores socioeconómicos nas áreas com maior pobreza e desigualdade (Grécia, Irlanda e Portugal), foram identificados maiores excessos de mortalidade. Segundo THE EUROWINTER GROUP (1997) a mortalidade aumenta quando a temperatura diminui em áreas geográficas nas quais os invernos são mais amenos, assim como em populações com casas mais frias e, entre as pessoas que usavam menos roupas. AYLIN *et al.* (2001) examinam as relações entre a temperatura e condições habitacionais com o excesso de mortalidade ocorrido na Grã-Bretanha, entre 1986 e 1996, na população com mais de 65 anos de idade e indicam que o excesso de mortalidade continua a ser um problema naquela área geográfica, com um excesso de 40 000 óbitos durante aquele período. MCKEE *et al.* (1998: 268) analisam a variação sazonal da mortalidade em Moscovo (Rússia) e apontam que há um excesso de óbitos durante o inverno, contudo é menor quando comparado com países mais ocidentais. Referem, ainda, que as causas de mortalidade por doenças isquémica cardíaca e cerebrovasculares estão associadas com baixas temperaturas e mencionam que possivelmente a menor mortalidade verificada em comparação com os países mais ocidentais está relacionada com o aquecimento das habitações.

O período de frio no início de 2012 tem sido estudado por diversos autores, apresentam-se, a título de exemplo: MAZICK *et al.* (2012: 2) que indicam que em fevereiro e março de 2012 ocorreu um excesso de mortalidade, sobretudo de população idosa, em 12 países europeus; no caso de Portugal, Espanha, França, Suíça, Finlândia, Hungria, Irlanda e Grécia a mortalidade de população idosa coincidiu com o período de gripe. DE'DONATO *et al.* (2013) analisam o impacto da onda de frio de fevereiro de 2012 na mortalidade em Itália, nomeadamente o excesso de mortalidade, dando destaque à população idosa (com 65 ou mais anos de idade) e população muito idosa (com 75 ou mais

anos de idade) e em Portugal, através de um surto gripal, originou o óbito de cerca de 3 000 pessoas num espaço de uma semana (CUNHA e LEAL, 2013: 82, citando INSA⁵).

Relativamente a estudos em Espanha, apresenta-se DÍAZ *et al.* (2006b), MONTERO *et al.* (2010) confirmam que a mortalidade aumenta durante episódios de ondas de frio em Castilha – La Mancha.

NAFSTAD *et al.* (2002: 621) mencionam que a mortalidade diária, em Oslo, entre 1990 e 1995, aumenta com temperaturas inferiores a 10°C; mas no caso da Finlândia, a mortalidade relacionada com a temperatura aumenta quando a temperatura decresce relativamente ao limiar de 18°C (NAFSTAD *et al.*, 2002: 625, citando THE EUROWINTER GROUP, 1997).

Quanto aos grupos mais vulneráveis a ondas de frio: mencionam-se as crianças (principalmente recém nascidos e bebés), idosos (WILKINSON *et al.*, 2004), pessoas que desenvolvem atividades ao ar livre, sem abrigo, pessoas em situação de exclusão social, acamados, pessoas com reduzida mobilidade, pessoas dependentes de segunda pessoa, pessoas com problemas de saúde mental, pessoas com problemas de alcoolismo, pessoas a tomarem medicação que interfira com os mecanismos de regulação de temperatura corporal, pessoas com doenças crónicas (asma, diabetes, bonquite, tiróide, reumáticas e cardíacas) e população a viver em habitações mais degradadas (ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DE LISBOA E VALE DO TEJO, 2013).

Quanto aos efeitos de temperaturas extremas ocorridas durante o inverno em Madrid para população com mais de 65 anos de idade, DÍAZ *et al.* (2005: 179) mencionam que o máximo impacte de temperaturas extremas, no inverno, sobre a mortalidade total ocorre entre 7 a 8 dias depois da temperatura extrema registada; contudo no caso das doenças circulatórias, o atraso de mortalidade registou-se entre 7 e 14 dias; relativamente às doenças respiratórias, verificaram dois picos de mortalidade, um de 4 a 5 dias e outro de 11 dias.

No caso dos EUA, REICHERT *et al.* (2004) aludem a importância da gripe (influenza) no acréscimo de mortalidade.

MORABITO *et al.* (2006) indicam que as admissões hospitalares por enfarte agudo do miocárdio em Florença, no inverno, aumentaram com a presença de massas de ar, associadas a anticiclones continentais, nomeadamente 24 horas depois. Assim, estados de tempo mais frios levam ao agravamento do enfarte agudo do miocárdio. MCGREGOR (2005: 197) indica que o tempo frio é um fator de risco para a doença isquémica cardíaca, mostrando que valores elevados de mortalidade desta patologia estão associados a fortes fases negativas da NAO. BHASKARAN *et al.* (2010) mencionam que por cada 1°C e redução de temperatura, num dia, no Reino Unido, está associado a 200 episódios extra de enfarte agudo do miocárdio. VASCONCELOS *et al.* (2010) identificam excessos de internamento por enfarte do miocárdio em Portugal Continental entre 2003 e 2007, entre os meses de novembro a março.

⁵ Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge.

No caso de Portugal, existem diversos estudos sobre frio extremo, ondas de frio e reflexos na mortalidade, apresentam-se alguns exemplos. BOTELHO e GANHO (2012 e 2013) analisam episódios de frio extremo em Portugal Continental; MARQUES e ANTUNES (2013) estudam a influência do frio na mortalidade no início de 2012. Mencionam-se as teses de mestrado de SILVA (2012), ALMEIDA (2012), MACHADO (2013) ao exibir a percepção de eventos extremos de frio e a tese de doutoramento de VASCONCELOS (2012) ao apresentar a importância da qualidade habitacional e da exposição ao frio na incidência de doenças coronárias agudas em Portugal.

O risco de morrer em Portugal Continental durante o inverno é mais elevado do que durante outra estação, sendo os meses de novembro a março os que apresentam as maiores ocorrências de mortalidade, existindo um pico de mortalidade no mês de janeiro (MARQUES, 2007: 91; MARQUES e ANTUNES, 2009). Relativamente à mortalidade ocorrida no inverno, com a temperatura mínima inferior à média, tende a registar-se mortalidade superior à média. A distribuição mensal (ao longo do ano) da mortalidade apresenta a forma de U (SANTOS *et al.*, 2005).

Relativamente às ondas de frio, ocorre uma diferença de cerca de dois a três dias entre o pico de frio e o pico de mortalidade, podendo o pico de mortalidade não coincidir com o extremo das temperaturas mínimas (RIBEIRO, 2008: 17, citando KALKSTEIN, 1984).

No que concerne às causas de mortalidade, PINHEIRO (2005) afirma que o excesso de mortalidade durante o inverno tem como causas a doença isquémica cardíaca, acidentes vasculares cerebrais e doenças respiratórias. ALCOFORADO (1991) estuda a influência do estado do tempo no desencadeamento de crises de dispneia em doentes respiratórios e crises de asma na primavera. FALCÃO e VALENTE (1997: 537) mencionam que durante a epidemia de gripe do inverno de 1988-1989, as doenças cerebrovasculares constituíram a causa de mortalidade com maior número de óbitos (25,8%) perante o excesso de mortalidade. ALMENDRA *et al.* (2013: 269) referem que “a mortalidade por doença cardiovascular em Portugal continua a ser a principal causa de morte e de internamento hospitalar”, concentrando-se os óbitos e os internamentos durante os meses de inverno. A morbidade hospitalar por enfarte agudo do miocárdio aumenta com a idade, sendo superior no sexo masculino e que o excesso de internamentos verifica-se sobretudo nos idosos (ob. cit.; ALMENDRA, 2010; ALMENDRA, *et al.*, s/d).

Alusivamente à prevenção e aos efeitos do frio, o Observatório Nacional de Saúde (ONSA) realizou em 2003 o *Ecos do Frio*, através da amostra Em Casa Observamos Saúde (ECOS), tendo sido realizadas entrevistas telefónicas a famílias presentes em 1217 unidades de alojamento, numa amostra de 3497 indivíduos. O objetivo do estudo consistiu na caracterização das unidades de alojamentos, dos indivíduos e das condições dos agregados familiares perante o frio, nomeadamente: a caracterização das unidades de alojamento perante o frio e queixa de saúde no agregado, alteração dos hábitos alimentares, consumo de bebidas alcoólicas fortes durante o período de Inverno, caracterização das precauções das famílias perante situações de frio e caracterização dos equipamentos usados pelas famílias para fazer face ao frio (água quente canalizada, lareira, aquecedores a gás, aquecedores

elétricos, aquecimento central, ar condicionado quente, cobertores elétricos, botijas/sacos de água quente, uso de cobertores e vestuário). Foram ainda caracterizados, os efeitos do frio na saúde (problemas de saúde em épocas de frio e procura de cuidados de saúde (consultas, urgências, internamentos)) e as casas quanto ao seu nível de conforto no período de Inverno. Segundo NOGUEIRA *et al.* (2004: 7) 49,7% das famílias consideraram as suas habitações frias ou muito frias. O estudo concluiu que os problemas de saúde em épocas de frio dependem não só dos fatores ambientais, mas também sociodemográficos, socioeconómicos e culturais.

Relativamente a Coimbra, MATEUS e CUNHA (2013) estudam o número de dias com temperaturas negativas na cidade de Coimbra e a maior ocorrência de ondas de frio na Região Centro de Portugal Continental com as fases da NAO. Entre 1950 e 2010, os autores, verificaram que durante as fases positivas da NAO ocorreu maior número de dias com temperaturas negativas em Coimbra e maiores registos de ondas de frio na Região Centro de Portugal Continental entre 1983 e 2009.

No distrito de Coimbra, a mortalidade mensal é maior nos meses de novembro a abril e o pico máximo de mortalidade verifica-se no mês de janeiro (GUERREIRO, 2011). No inverno, a mortalidade aumenta à medida que a temperatura do ar diminui, existindo maiores óbitos no sexo feminino, sendo que a morte por doenças circulatórias apresenta os valores mais elevados (ob. cit.: 58). Mais ainda, as freguesias do distrito de Coimbra com maiores quantitativos de população idosa, população desempregada, habitação degradada e envelhecida apresentaram maior vulnerabilidade face à mortalidade por doenças do aparelho circulatório (ob. cit: 65). A proporção de viúvos relaciona-se de forma significativa com a mortalidade da população idosa, refletindo o isolamento físico e social como fator de vulnerabilidade, acrescentando que “a população mais vulnerável é aquela que se localiza no interior do distrito de Coimbra, caracterizada por ser uma população idosa, com baixo nível de escolaridade e mais isolada, uma vez que esta vive em espaços menos urbanizados e em áreas mais desfavorecidas e envelhecidas do ponto de vista habitacional”, concluindo que “a taxa de mortalidade no distrito de Coimbra reflete essencialmente as características demográficas, sociais e económicas” (ob. cit: 69). Mais, no distrito de Coimbra, há uma forte relação entre a taxa de mortalidade e a percentagem de viúvos para os concelhos e, relevância da taxa de desemprego e do envelhecimento da população feminina, no caso das freguesias.

1.4. Mudanças climáticas e paroxismos térmicos

Diversos estudos têm vindo a ser desenvolvidos no âmbito das mudanças climáticas, quer em Portugal, quer no estrangeiro, ao nível de possíveis impactes na saúde humana e projetando cenários no futuro face a fenómenos extremos, como é o caso das ondas de calor e das ondas de frio, salientando a importância de reduzir a vulnerabilidade face a riscos climáticos.

As causas principais de mudança climática são “pequenas variações na órbita que a Terra descreve em torno do Sol, variações na posição do eixo de rotação da Terra, flutuações na atividade

solar e períodos de maior atividade vulcânica” (SANTOS e MIRANDA, 2006: 21), precessão dos equinócios e os ciclos de Milankovitch. Atualmente está-se perante um período interglaciar.

No caso da média da temperatura global à superfície, RAMOS *et al.* (2011: 182, citando IPCC, 2007), indicam que ocorreu um aumento entre 1906 e 2005, contudo concentrado em dois períodos de aquecimento: entre 1910 e 1945 e desde 1970 (ob. cit.: 182, citando JONES *et al.* 1999 e KARL *et al.* 2000). A temperatura média global à superfície aumentou cerca de 0,6°C no século XX, sendo a década de 1990 a mais quente, de acordo com registos desde 1861, e 1998 o ano mais quente do século (IPMA⁶, citando IPCC, 2001).

Citando MIRANDA *et al.* (2006: 2) “o verão de 2003 foi classificado como o mais quente da Europa nos últimos 500 anos” e foram observados “os 5 anos mais quentes dos últimos 150 anos (1998, 2003, 2002, 2001 e 1997)” (ob. cit.). BUTLER e DIAS (1999: 16) indicam que “o ano de 1998 foi o mais quente a nível global, pelo menos desde 1400”. O século XX foi o mais quente desde 1500 (LUTERBACHER *et al.*, 2004: 1503).

Segundo o IPMA⁷, a temperatura média do ar tem aumentado desde meados do século XIX e, retirando o efeito de ilha de calor urbano, é estimado em 0,0074°C/ano; quanto à amplitude térmica diária está a diminuir desde 1946 em virtude das temperaturas mínimas estarem a aumentar mais do que as máximas.

Em Portugal foi desenvolvido o Projeto SIAM com o objetivo de avaliar os impactes das mudanças climáticas, assim como medidas de adaptação, sendo os resultados apresentados por SANTOS *et al.* (2001), MIRANDA e SANTOS (2006) e MIRANDA *et al.* (2006).

Segundo MIRANDA *et al.* (2006: 86) há uma tendência do aumento da temperatura no século XX, particularmente de maneira mais acentuada a partir da década de 1970, quase 0,5°C por década. Segundo o IPMA⁸, em Portugal, o período de arrefecimento registou-se entre 1946 e 1975 e o período de aquecimento verificou-se entre 1976 e 2004, ou seja, a evolução não é feita de forma absolutamente contínua, mas registando ciclos de 30 anos. Prevê-se um aumento substancial da temperatura máxima em Portugal Continental, com +3°C nas áreas costeiras e +7°C (ob. cit.: 2) nas áreas do interior bem como o aumento da frequência e intensidade das ondas de calor (ob. cit.: 8). Verificou-se “uma subida mais intensa das temperaturas mínimas traduzida numa redução da amplitude térmica diária” (ob. cit.: 2). Em Portugal foram detetadas significâncias estatísticas de aumento de eventos de calor extremo na primavera e no verão e decréscimo de extremos de frio no inverno (RAMOS *et al.*, 2011: 177).

6

http://www.ipma.pt/pt/educativa/faq/climatologia/faqdetail.html?f=/pt/educativa/faq/climatologia/faq_0003.html (acesso em 3/6/2014).

http://www.ipma.pt/pt/educativa/faq/climatologia/faqdetail.html?f=/pt/educativa/faq/climatologia/faq_0004.html (acesso em 3/6/2014).

⁸ <http://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/clima/index.html?page=variabilidade.prec.xml> (acesso em 29/7/2014).

A associação entre mudança climática e a frequência e intensidade de fenómenos extremos de calor ainda não está bem estabelecida, no entanto modelos prenunciam que as ondas de calor serão mais frequentes e intensas nomeadamente nas altas latitudes afetando áreas metropolitanas que não estão bem preparadas para estes paroxismos térmicos (LUBER e MCGEEHIN, 2008: 429). GANGULY *et al.* (2009: 15555) mencionam o aumento da temperatura e das ondas de calor, contudo apontam para a questão da incerteza e variabilidade. A área Mediterrânea é considerada o “hot spot” da mudança climática, visto ser a área em que diversos modelos de circulação global e regional concordam com o incremento de eventos extremos (TRIGO *et al.* 2009: 845). MEEHL e TEBALDI (2004: 997) indicam que áreas geográficas em que já ocorreram intensas ondas de calor (sudoeste, “meio-oeste” e sudeste dos EUA e Região Mediterrânea) podem vir a registar, no futuro, ondas de calor ainda mais intensas. Porém, referem que áreas como o noroeste dos EUA, França, Alemanha e a Região dos Balcãs podem registar maiores impactes decorrentes do aumento da intensidade das ondas de calor, em virtude de não se encontrarem bem adaptadas a estes paroxismos térmicos.

Por outro lado, KODRA *et al.* (2005) afirmam que apesar dos cenários de calor no século XXI, irão ocorrer fenómenos de frio extremo. CONLON *et al.* (2011) apresentam a importância de prevenir a morbidade e a mortalidade relacionadas com o frio num cenário de mudança climática.

A nível internacional, apontam-se, ainda, os trabalhos de HAINES *et al.* (2006a e b), DESSAI (2001); PATZ *et al.* (2005), MCMICHAEL *et al.* (2006) ao apresentarem o impacte das mudanças climáticas na saúde e O’NEILL e EBI (2009) ao examinarem extremos de temperatura e saúde e impactes da mudança climática nos EUA.

Relativamente a potenciais impactes das mudanças climáticas em Portugal, SANTOS e MIRANDA (2006: 239) indicam o “aumento do desconforto, morbidade e mortalidade associados ao calor” em virtude da maior frequência e intensidade das ondas de calor, ao passo que associado a invernos moderados é possível verificar-se a “diminuição do desconforto, morbidade e mortalidade associados ao frio.” CASIMIRO *et al.* (2006: 1950) avaliam os potenciais impactes da mudança climática em Portugal na mortalidade relacionada com o calor, na saúde e doenças transmitidas por vetores e referem que as taxas de mortalidade relacionadas com o calor podem aumentar entre 8,5 e 12,1 por 100 000 na década de 2020 e um máximo de 29,5 na década de 2050 se não se tomarem adaptações. DESSAI (2002) estuda relações entre o calor e a mortalidade em Lisboa, tendo em conta potenciais impactes das mudanças climáticas (DESSAI, 2003). Indica-se, ainda a dissertação de mestrado de FARIA (2010) ao apresentar paroxismos climáticos na Região do Porto, o trabalho de TAVARES (2009) sobre saúde e mudanças climáticas na Região de Lisboa e Vale do Tejo e o trabalho de MACHETTE (2011) sobre impactes das alterações climáticas no turismo.

2. Ondas de calor e ondas de frio – enquadramento teórico

2.1. Definição de onda de calor e de onda de frio

2.1.1. Definição de onda de calor

A definição de onda de calor, em Portugal, adotada pelo IPMA segue os princípios do conceito da Organização Meteorológica Mundial (OMM), considerando que ocorre uma onda de calor quando num intervalo de pelo menos seis dias consecutivos a temperatura máxima diária é superior em pelo menos 5°C, ao valor médio das máximas diárias do período de referência, ou seja, da normal climatológica. Sendo esta definição adotada nesta dissertação.

Porém, o IPMA⁹ refere que esta definição está relacionada com o estudo da variabilidade climática e não tanto com os impactes na saúde, já que, por exemplo, temperaturas extremas com um elevado desvio relativamente à normal climatológica, podem ocorrer durante um curto espaço de tempo não se considerando uma onda de calor quando adotada esta definição, mas que os impactes na saúde poderão ser maiores, quando se verifica um desvio de +10°C relativamente à média, durante 3 dias, do que um desvio de +5°C durante 6 dias.

Porém, existem diversas definições de onda de calor, seguidas por diferentes instituições e autores. ROBINSON (2001) refere que as definições de onda de calor baseiam-se: na excedência de um valor absoluto previamente fixado, sendo um desvio relativamente à normal climatológica; ou, ainda, em índices assentes na combinação dos valores diários da temperatura do ar e da humidade relativa

Apresentam-se, a título de exemplo, algumas definições, que dependem e refletem o contexto climático da área geográfica em causa:

O conceito seguido por PAIXÃO e NOGUEIRA (2003) afirma a ocorrência de onda de calor quando se registam nos distritos de Portugal Continental dois ou mais dias consecutivos com temperatura máxima diária superior a 32°C.

REY *et al.* (2007) consideram o período de pelo menos três dias consecutivos em que as temperaturas máxima e mínima, são simultaneamente superiores ao respetivo percentil 95, no caso de França.

O Netherlands Royal Meteorological Institute (Holanda) segue o princípio de um período de pelo menos 5 dias, cada com temperatura máxima diária de pelo menos 25°C, incluindo pelo menos 3 ou mais dias com temperatura máxima de pelo menos 30°C.

Para o National Weather Service (NWS) (EUA) em quatro observações consecutivas, é necessário que os dois mínimos sejam superiores ao limiar de 81°F (27,22°C) e dois máximos excedendo o limiar de 103°F (39,44°C).

⁹ <http://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/clima/index.html?page=onda.calor.xml> (acesso em 29/7/2014).

No caso de REVICH e SHAPOSHNIKOV (2008), consideram, para Moscovo, Rússia, a média da temperatura diária é superior ao percentil 97 durante 5 dias consecutivos, com pelo menos 3 dias com a média diária da temperatura superior ao percentil 99.

Relativamente a HUTTER *et al.* (2007), citando KYSELY (2002), seguem o conceito de um período consecutivo de pelo menos 3 dias durante o qual a temperatura máxima diária é $\geq 30^{\circ}\text{C}$; a onda de calor persiste enquanto a média da temperatura máxima diária se mantém acima de 30°C e nunca seja inferior a 25°C para Viena, Áustria.

LINARES e DÍAZ (2007) indicam que uma onda de calor do ponto de vista hospitalar é considerada quando a temperatura máxima diária ultrapassa os 36°C , para o caso de Madrid.

Para o Environment Canada, é o período de no mínimo três dias consecutivos em que a temperatura máxima diária é de pelo menos 32°C ou superior.

2.1.2. Definição de onda de frio

A definição de onda de frio em Portugal, adotada pelo IPMA, à semelhança do conceito de onda de calor, também segue os princípios do conceito da OMM, considerando que ocorre uma onda de frio quando num intervalo de pelo menos seis dias consecutivos, a temperatura mínima diária é inferior em pelo menos 5°C , ao valor médio diário das temperaturas mínimas do período de referência, isto é, da normal climatológica. Esta definição é também adotada nesta dissertação.

Todavia, à semelhança do ocorrido para o caso das ondas de frio, também existem diversos conceitos de onda de frio adotados por diferentes instituições e autores; apresentam-se a título de exemplo, as seguintes:

HUYNEN *et al.* (2001) para a Holanda, consideram o período de pelo menos 9 dias com a temperatura mínima de -5°C ou menor, com até 6 dias com a temperatura mínima de -10°C ou menor.

REVICH e SHAPOSHNIKOV (2008) indicam o período de pelo menos 9 dias consecutivos com a média da temperatura diária inferior ao 3 percentil, com pelo menos 6 dias com a média da temperatura diária inferior ao percentil 1, no caso de Moscovo (Rússia).

2.2. Importância do estudo do risco de ondas de calor e do risco de ondas de frio

Nesta dissertação, considera-se que o risco resulta da multiplicação entre a perigosidade e a vulnerabilidade. NOSSA *et al.* (2013: 47), indicam que o perigo é “imprevisível e causa, por norma, perda de vidas, ferimentos ou outros impactes na saúde, danos à propriedade, perda de meios de subsistência e serviços, rutura social e económica e danos ambientais”, sendo a “probabilidade de ocorrência de um processo ou ação com capacidade de destruição de elementos naturais e humanos, sempre avaliado em função da intensidade e severidade”, podendo as consequências sobre as pessoas, os bens ou ambiente ser contabilizadas através de danos ou de prejuízos, consistindo no risco.

De acordo com as estatísticas da *International Disaster Database* da Université Catholique de Louvain - Brussels – Bélgica, quanto ao número de óbitos, em Portugal, entre 1900 e 2014, no caso

dos riscos naturais, a onda de calor de 2003 apresentou o maior número de mortes (quadro 1). Também, noutras áreas geográficas, os extremos térmicos, no caso das ondas de calor e das ondas de frio, têm como consequências, elevados quantitativos de óbitos (quadro 2); sendo elevada a população afetada por estes riscos climáticos (quadro 3), que têm, também consideráveis impactes económicos (quadro 4).

Como se referiu no início desta dissertação, estes riscos climáticos apresentam impactes na economia, na saúde e originam aumentos de mortalidade, dependendo da vulnerabilidade das populações e da duração, intensidade e frequência destes paroxismos térmicos.

Atendendo às consequências destes paroxismos térmicos, na morbidade, mortalidade e atividades humanas, o seu estudo revela-se importante, de maneira a adquirir um melhor conhecimento destes riscos e para desenvolver um melhor ordenamento do território. No estado da arte, previamente apresentado, mencionaram-se alguns exemplos de estudos de ondas de calor e de ondas de frio e das suas consequências na morbidade e mortalidade humanas. Visto que não se pode evitar a sua ocorrência, revela-se importante reduzir a vulnerabilidade das populações expostas, de maneira a reduzir as consequências inerentes a estes riscos climáticos ao nível do conforto, atividades, saúde, morbidade e mortalidade humanas.

Quadro 1: Ranking dos riscos naturais, segundo o número de óbitos, em Portugal, entre 1900 e 2014¹⁰.

Risco Natural	Data	N.º de óbitos
Temperatura extrema (onda de calor)	Ago-03	2696
Cheia	26-11-1967	462
Cheia	20-02-2010	43
Temperatura extrema (onda de calor)	Jul-06	41
Cheia	29-12-1981	30
Tempestade	30-10-1997	29
Cheia	Jan-79	19
Cheia	18-11-1983	19
Incêndio	15-06-1986	15
Incêndio	15-05-2005	15

Fonte dos dados: EM-DAT¹¹: The OFDA/CRED International Disaster Database, www.emdat.be - Université Catholique de Louvain - Brussels – Belgium <http://www.emdat.be/database> (acesso em 25/7/2014).

¹⁰ Relativamente à onda de calor de 29 de julho a 15 de agosto de 2003 registou-se segundo NOGUEIRA *et al.* (2005a: 4) um excesso de 1953 óbitos.

No caso da onda de calor de julho de 2006, os óbitos diferem dos apresentados por PAIXÃO *et al.*, (2006): excesso de óbitos de 898 pessoas (entre 10 a 27 de julho), contudo segundo a DGS (2013a) o excesso de óbitos foi de 1123 pessoas (todavia, não especificando o intervalo de dias analisado).

¹¹ Emergency Events Database.

Quadro 2: Ranking dos riscos naturais – temperaturas extremas, segundo o número de óbitos, entre 1900 e 2014.

País	Risco Natural	Data	N.º de óbitos
Rússia	Onda de calor	junho de 2010	55 736
Itália	Onda de calor	16-07-2003	20 089
França	Onda de calor	01-08-2003	19 490
Espanha	Onda de calor	01-08-2003	15 090
Alemanha	Onda de calor	agosto de 2003	9 355
Portugal	Onda de calor	agosto de 2003	2 696
Índia	Onda de calor	26-05-1998	2 541
França	Onda de calor	15-07-2006	1 388
Afganistão	Condições extremas de inverno	05-01-2008	1 317
EUA	Onda de calor	junho de 1980	1 260

Fonte dos dados: EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database, www.emdat.be - Université Catholique de Louvain - Brussels – Belgium <http://www.emdat.be/database> (acesso em 25/7/2014).

Quadro 3: Ranking dos riscos naturais – temperaturas extremas, segundo a população afetada, entre 1900 e 2014.

País	Risco Natural	Data	População afetada
China	Condições extremas de inverno	10-01-2008	77 000 000
China	Onda de frio	01-01-2011	4 033 472
Austrália	Onda de calor	fevereiro de 1993	3 000 500
Peru	Onda de frio	junho de 2004	2 137 467
Tajiquistão	Condições extremas de inverno	janeiro de 2008	2 000 000
Peru	Onda de frio	07-07-2003	1 839 888
Austrália	Onda de calor	dezembro de 1994	1 000 034
Libéria	Onda de frio	1990	1 000 000
Tailândia	Onda de frio	janeiro de 2014	1 000 000
Peru	Condições extremas de inverno	abril de 2007	884 572

Fonte dos dados: EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database, www.emdat.be - Université Catholique de Louvain - Brussels – Belgium <http://www.emdat.be/database> (acesso em 25/7/2014).

Quadro 4: Ranking dos riscos naturais – temperaturas extremas, segundo o custo económico, entre 1900 e 2014.

País	Risco Natural	Data	Custo (1000 US\$)
China	Condições extremas de inverno	10-01-2008	21 100 000
França	Onda de calor	01-08-2003	4 400 000
Itália	Onda de calor	16-07-2003	4 400 000
EUA	Onda de calor	01-05-1998	4 275 000
EUA	Onda de frio	05-01-2014	3 000 000
EUA	Onda de frio	1977	2 800 000
EUA	Onda de calor	junho de 1980	2 000 000
Canadá	Onda de frio	dezembro de 1992	2 000 000
EUA	Onda de calor	julho de 1986	1 750 000
Alemanha	Onda de calor	agosto de 2003	1 650 000

Fonte dos dados: EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database, www.emdat.be - Université Catholique de Louvain - Brussels – Belgium <http://www.emdat.be/database> (acesso em 25/7/2014).

2.3. Ocorrência de ondas de calor e de ondas de frio em Portugal

De acordo com CUNHA (2012: 109) as ondas de calor e as ondas de frio num clima temperado mediterrâneo, como o caso de Portugal Continental são “um fenómeno sazonal, esporádico, mas recorrente, condicionado essencialmente pelas condições sinóticas”; contudo, a intensidade, a duração e a extensão espacial destes fenómenos são influenciadas por fatores fisiográficos regionais e locais, como o uso do solo, o relevo, a distância ao oceano, a exposição das vertentes e a altitude.

O IPMA identificou a ocorrência de ondas de calor e de ondas de frio em Portugal, estando essa informação publicada nos *Boletins Climatológicos* mensais, sazonais e anuais, desde 2003. Recolheu-se essa informação e resumiu-se a sua ocorrência e indicou-se a distribuição espacial no período compreendido nos meses de junho, julho e agosto, no caso das ondas de calor (quadro 5). Nos anos de 2004, 2008, 2011 e 2012 não se registaram ondas de calor nas estações meteorológicas do IPMA. Destacam-se os anos de 2006 e 2013 com 4 ocorrências, seguindo-se os anos de 2009 e de 2010 com 3 ocorrências. Todavia, por vezes, em anos com períodos mais quentes e/ou mais longos registaram-se ondas de calor mais cedo ou mais tardiamente, designando-se por “fora de época”¹² (quadro 6), destacando-se o ano de 2009 com 4 ocorrências. E recolheu-se a informação sobre os registos de ondas de frio nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro (quadro 7); o ano de 2005 apresentou o maior número de ocorrências (4), seguindo-se o ano de 2011 com 3, enquanto nos anos de 2003, 2004, 2008 e 2010 não se verificou o registo de ondas de frio.

Quadro 5: Ondas de calor identificadas pelo IPMA, desde 2003, em Portugal Continental.

Anos	Meses			
	Junho	Julho	Agosto	
2003		1 O.C (24 de julho a 14 de agosto)		
2004				
2005	2 O.C	30 de maio a 11 de junho 15 a 23 de junho		
2006	1 O.C: 24 de maio a 8 de junho (duração de 16 dias da região Centro e 15 dias na região de Portalegre)	1 O.C (7 a 18)	2 O.C	2 a 13 27 de agosto a 9 de setembro
2007	1 O.C (2 a 7) em Portalegre			
2008				
2009	2 O.C	27 de maio a 3 de junho 10 a 22 de junho*	1 O.C (11 a 19)**	
2010		1 O.C	3 a 8 (Guarda) 6 a 11 (Mirandela) 3 a 11 (Miranda do Douro)	1 O.C 3 a 11 (Alcácer do Sal e Monção) 6 a 11 (Anadia, Dois Portos, Guarda, Monte Real, Nelas, Sagres e Sines)
2011		1 O.C	24 a 31	
2012				
2013	1 O.C	22 a 30***	1 O.C (3 a 13)	2 O.C 9 a 15 (Guarda, Mirandela e Montalegre) 26 de agosto a 3 de setembro (Porto)

* Estações meteorológicas em onda de calor: Setúbal e Amareleja (11 a 21); Sines (12 a 21); Vila Real de Santo António (10 a 17); Faro (10 a 16); Sagres (12 a 18); Dois Portos, Sintra e Mértola (16 a 21); Guarda e Penhas Douradas (17 a 22).

** Estações meteorológicas em onda de calor: Alvega, Nelas e Sagres (11 a 16); Monção (11 a 17); Bragança (11 a 19); Benavila e Portalegre (12 a 17); Miranda do Douro (12 a 19) e Figueira de Castelo Rodrigo (13 a 19).

*** Estações em onda de calor: Anadia, Alcobaca, Braga, Coimbra, Dois Portos, Santarém/Fonte Boa, Monte Real e Porto/P. Rubras (24 a 30); Alvega e Coruche (22 a 30); Benavila/Avis e Portalegre (22 a 1 de julho) e Monção (24 a 30 de junho).

Fonte dos dados: Com base na informação dos boletins climatológicos mensais, anuais e sazonais do IPMA, disponíveis em:

<https://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&idDep=cli&idTema=pci&curAno=-1> (acesso em 5/8/2014).

¹² Entenda-se por “fora de época”, as ondas de calor que não ocorreram nos meses de junho, julho ou agosto (período de análise adotado nesta dissertação).

Quadro 6: Ondas de calor “fora de época”, identificadas pelo IPMA, desde 2003, em Portugal Continental.

Anos	Meses	Ondas de calor
2009	março	7 a 9 (com maior duração em Penhas Douradas, com 21 dias; Bragança, Mirandela, Miranda do Douro e Monção, com 18 dias).
	maio	iniciou-se no dia 2, com maior duração nas regiões de Évora e Miranda do Douro (8 dias) e em Beja, Bragança e Figueira de Castelo Rodrigo (7 dias).
	setembro	6 a 12 (Monção), 6 a 11 (Nelas), 22 a 28 (Monção e Braga), 23 a 28 (Anadia).
	outubro	10 a 18 (em alguns locais do Centro e Sul do Continente; Benavila foi a estação meteorológica que registou mais dias em onda de calor, 9 dias).
2010	maio	17 a 23

Fonte dos dados: Com base na informação dos boletins climatológicos mensais, anuais e sazonais do IPMA, disponíveis em:

<https://www.ipma.pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&idDep=cli&idTema=pci&curAno=-1> (acesso em 5/8/2014).

Quadro 7: Ondas de frio identificadas pelo IPMA, desde 2003, em Portugal Continental.

Anos	Meses		
	Janeiro	Fevereiro	Dezembro
2003			
2004			
2005	1 O.F: 7 a 12 (Setúbal)	1 O.F	3 a 10 (Braga), 7 a 12 (Alvalade), 14 a 20 (Alvalade), 15 a 20 (Braganca e Alcácer do Sal)
	1 O.F: 25 de janeiro a 5 de fevereiro (Alvalade, Mirandela e Sagres); 25 de janeiro a 2 de fevereiro (Sines e Mértola), 25 de janeiro a 12 de fevereiro (Alcácer do Sal), 31 de janeiro a 9 de fevereiro (Benavila)		
2006	1 O.F	28 janeiro a 2 de fevereiro (Braga)	1 O.F: 16 a 24 (Braga), 19 a 24 (Mirandela), 12 a 20 (Alcácer do Sal e Alvalade)
		27 de janeiro a 1 de fevereiro (Mirandela)	
2007			1 O.F: 11 a 18 (Braganca: 8 dias; Centro e vale do Sado: 6 dias)
2008			
2009	1 O.F	7 a 12 (Braga)	
		6 a 11 (Monção)	
		6 a 12 (Penhas Douradas)	
2010			
2011	1 O.F: 22 a 27 (Castelo Branco)	1 O.F: 1 a 6 (Alcácer do Sal e Alvalade), 1 a 7 (Braga) e 31 de janeiro a 7 de fevereiro (Braga)	1 O.F: 25 a 30 em Alcobaça
2012		1 O.F (com maior duração nas estações meteorológicas de Alcácer do Sal (20 dias), Alvega (19 dias) e Alvalade (18 dias) *	
2013		1 O.F: Alcobaça (6 dias), Mértola (6 dias) e Alcácer do Sal (7 dias), a partir do dia 24	

* Estações meteorológicas em onda de frio: Alcácer do Sal (8 a 27), Alvega (8 a 26), Alvalade (8 a 25), Alcobaça (8 a 19), Benavila/Avis (9 a 14 e 18 a 26), Mértola (9 a 17), Miranda do Douro (8 a 16), Mirandela (8 a 19), Monte Real (9 a 16), Sagres (12 a 18), Setúbal (23 a 29), Sines (8 a 14) e Vila Real (8 a 13).

Fonte dos dados: Com base na informação dos boletins climatológicos mensais, anuais e sazonais do IPMA, disponíveis em:

<https://www.ipma.pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&idDep=cli&idTema=pci&curAno=-1> (acesso em 5/8/2014).

As ondas de calor, apesar de poderem ocorrer em qualquer altura do ano, são mais frequentes e intensas nos meses de verão, de junho, julho e agosto que correspondem, por norma, à época quente e seca. De acordo com o IPMA¹³, é durante o mês de junho que se verifica a maior ocorrência de ondas de calor em Portugal Continental. Segundo o IPMA¹⁴, merecem destaque pela intensidade,

¹³ <http://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/clima/index.html?page=onda.calor.xml> (acesso em 24/08/2013).

¹⁴ <http://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/clima/index.html?page=onda.calor.xml> (acesso em 24/08/2013).

duração e distribuição espacial, as ondas de calor ocorridas em junho de 1981, julho de 1991 e julho e agosto de 2003; sendo que é a partir de 1990 que se verifica a maior frequência em Portugal Continental de ondas de calor

As ondas de calor estão associadas, em termos sinóticos, a sistemas anticiclónicos com circulação do ar de sul ou de leste. CUNHA e LEAL (2013: 82) referem que as ondas de calor “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 quentes e húmidas transportadas de SW”.

No caso das ondas de frio, estão associadas a circulações anticiclónicas de Norte e Este, com a presença de massas de ar seco e muito frio, de origem continental ou de massas de ar frio e húmido de origem ártica ou polar; sendo que nestas condições pode ocorrer a formação de geada e a queda de neve em áreas de altitude mais elevadas, devido à redução repentina dos valores diários de temperatura mínima (CUNHA e LEAL, 2013: 82), causando desconforto térmico.

Segundo TAVARES e CUNHA (2007: 6) os índices de suscetibilidade a ondas de calor “aumentam progressivamente do Litoral para o Interior, sendo que os mais elevados se localizam na Beira Interior Sul e na Cova da Beira”, existindo a influência da continentalidade na intensificação das temperaturas máximas na Beira Interior Sul e no Alentejo (CUNHA e LEAL, 2013: 87). Assim, a intensidade e distribuição das ondas de calor aumenta das áreas litorais para as áreas do interior de Portugal Continental, sendo maior nas regiões do Alentejo e da Beira Interior Sul já que a ação moderadora do Oceano Atlântico na temperatura máxima se faz sentir nas áreas litorais (CUNHA, 2012: 112).

A nível local, as áreas mais expostas à radiação solar direta, impermeabilizadas e com elevado tráfego rodoviário reforçam os efeitos do calor ou com elevada densidade de edifícios no espaço urbano (CUNHA e LEAL, 2013: 89). Para o concelho de Torres Novas, os autores indicam que o risco de onda de calor é mais elevado nas áreas situadas no topo das plataformas gresosas, mais expostas à radiação solar.

Os índices de suscetibilidade a ondas de frio são influenciados por condições topográficas e morfológicas regionais, sendo maiores em áreas deprimidas, como nos vales interiores do Alto Tejo e Baixo e Médio Zêzere e nas áreas montanhosas da região Centro Oeste. Relativamente ao Vale do Mondego, a influência dos ventos oceânicos de oeste amenizam as temperaturas (ob. cit.), sendo uma área menos suscetível a ondas de frio e a ondas de calor. A suscetibilidade é maior ao final da noite, em fundos de vale e áreas topograficamente deprimidas devido à presença de “lagos” de ar frio durante situações anticiclónicas no período invernal. Nos vales mais encaixados o arrefecimento processa-se de forma mais intensa pois os maiores declives das vertentes levam ao aumento da velocidade do escoamento do ar frio, sendo também importante a orientação das encostas. Para o concelho de Torres Novas, os autores indicam que o risco de onda de frio é mais elevado nas áreas situadas nos fundos de vale.

2.4. Prevenção face a temperaturas extremas em Portugal

Os efeitos das temperaturas extremas, das ondas de calor e das ondas de frio dependem da intensidade e duração das mesmas, assim como da vulnerabilidade da população exposta, apresentando efeitos no conforto e atividades humanas, bem como na saúde, morbidade e mortalidade. Assim, em Portugal têm vindo a ser desenvolvida prevenção face a esses efeitos das temperaturas extremas adversas, quer elevadas, quer baixas. Seguidamente apresentam-se esses planos e instrumentos de prevenção.

2.4.1. Calor

A exposição a temperaturas elevadas constitui fator de stress para o corpo humano, com potenciais efeitos na morbidade e mortalidade.

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, 2013b).

O objetivo geral do PCTEA é minimizar os efeitos negativos do calor intenso na saúde das populações, através da avaliação do risco e pelo desenvolvimento de respostas face a esse risco pelas entidades competentes da saúde. São objetivos específicos: “potenciar a coordenação interinstitucional; melhorar o sistema de previsão, alerta e resposta; definir orientações/recomendações de intervenção; providenciar a informação para a população em geral e para os grupos mais vulneráveis em particular, sobre medidas e procedimentos a adotar em situação de calor intenso e monitorizar a morbidade e mortalidade, decorrente de eventuais ondas de calor” (DGS, 2014: 6).

Quanto à organização e articulação institucional, a coordenação geral é efetuada pela DGS, sendo que a coordenação nacional é realizada pela Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) e pelo Instituto da Segurança Social (ISS). No caso dos Grupos Operativos Regionais, têm como competência a elaboração de um Plano de Contingência Regional para Temperaturas Extremas e Adversas (PCRTEA). A informação e comunicação são divulgadas para a população através do sítio da DGS, da articulação com os meios de comunicação social e da linha Saúde 24 (DGS, 2013b e 2014).

Os sistemas de alerta precoce são essenciais para reduzir as consequências para a saúde humana decorrentes das ondas de calor (LOWE *et al.*, 2011). Assim, os planos de ação são

importantes para informar a população, de maneira a adotar medidas necessárias para atenuar os efeitos destes paroxismos térmicos.

O sistema de previsão e alerta do PCRTEA é baseado em três 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: 9). São ainda, mencionadas precauções a adotar face a temperaturas extremas e a ondas de calor.

A monitorização é efetuada com base em: procura de serviços de urgência, procura do Serviço Saúde 24, procura do Instituto Nacional de Emergência Médica, efeitos na mortalidade, ocorrências registadas pelas autoridades de saúde e as medidas de atuação tomadas no âmbito da implementação do Plano (DGS, 2014: 13).

O Projeto Ícaro (Importância do Calor: Repercussão nos Óbitos) é um instrumento de observação do efeito de ondas de calor na mortalidade e morbidade humanas. Sazonalmente, entre maio e setembro de cada ano, aciona-se o Sistema de Vigilância Ícaro desde 1999 em parceria com o IPMA, a DGS e a ANPC. Desde 2004 integra o PCOC. É constituído pela previsão a três dias dos valores de temperatura máxima diária, a previsão do excesso de óbitos eventualmente associados às temperaturas previstas e o cálculo do Índice Ícaro para os três dias seguintes com base na previsão dos óbitos (CALADO *et al.*, 2003: 2; NOGUEIRA *et al.*, 2005b). Os valores do índice Ícaro são disponibilizados duas vezes ao dia. O Índice Ícaro assume valores iguais ou superiores a zero, sendo um valor que representa a mortalidade de acordo com o modelo de previsão do Sistema de Vigilância Ícaro, tendo como objetivo representar a mortalidade estimada segundo os elementos climáticos previstos (INSA¹⁵).

A fórmula do Índice Ícaro é a seguinte: (n.º de óbitos previstos/n.º de óbitos esperados) – 1.¹⁶ Quando o valor é igual a zero, o número de óbitos previstos é igual ao número de óbitos esperados.

O objetivo do Projeto Ícaro consiste em prever e identificar a ocorrência de períodos de calor com possíveis impactes negativos na saúde, monitorizando e vigilando a mortalidade e medindo esses impactes na mortalidade

¹⁵ <http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/Epidemiologia/Unidades/UnInstrObser/Paginas/ICARO.aspx> (acesso em 28/7/2014).

¹⁶ O número de óbitos previstos está associado ao modelo da previsão da temperatura máxima. Relativamente ao número de óbitos esperados, corresponde ao número médio de óbitos que se verificam diariamente no período de junho a setembro (INSA).

O Sistema de Vigilância Ícaro é um sistema nacional, existindo modelos para a população em geral e para a população com mais de 75 anos de idade, tendo como referência quatro regiões que dividem Portugal Continental (ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DE SAÚDE DE LISBOA E VALE DO TEJO, 2012: 48) e estando dividido em diferentes níveis de alerta.

Quanto ao Sistema de Vigilância Diária de Mortalidade (VDM), surgiu na sequência do impacto da onda de calor de 2003, recolhendo variáveis como data e local do óbito, idade e sexo, permitindo antecipar impactos no período de cinco dias e quantificar rapidamente esses impactos, com o objetivo de melhorar o conhecimento sobre a mortalidade da população portuguesa (ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DE SAÚDE DE LISBOA E VALE DO TEJO, 2012: 48).

2.4.2. Frio

A exposição do corpo humano a temperaturas baixas, nomeadamente a temperaturas extremas, durante vários dias consecutivos constitui um fator de stress para o corpo humano, com potenciais efeitos na morbidade e mortalidade.

O Ministério da Saúde através da DGS implementou o Plano de Contingência para Temperaturas Extremas e Adversas – Módulo Frio (PCTEA) que apresenta como objetivo geral, minimizar os efeitos das ondas de frio na saúde da população, tendo como objetivos específicos monitorizar os critérios para definir os alertas, comunicar os níveis de alerta e divulgar a informação junto da população, nomeadamente de grupos mais vulneráveis de medidas e procedimentos a adotar tendo em conta a proteção face ao frio e monitorizar os efeitos das ondas de frio. O plano encontra-se ativo entre 15 de novembro a 31 de março de cada ano (ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DE SAÚDE DE LISBOA E VALE DO TEJO, 2013).

São definidos 3 níveis de alerta, considerando possíveis efeitos sobre a saúde da população, correspondendo a cada nível de alerta o desenvolvimento de medidas adequadas aos grupos vulneráveis e respetivas necessidades. O nível 1 é verde e corresponde a uma situação de vigilância; o nível 2 é amarelo, sendo previsíveis efeitos sobre a saúde e o nível 3 é vermelho (o mais grave), sendo esperadas consequências graves em termos de saúde e mortalidade. A avaliação, gestão e comunicação do risco é da responsabilidade das Autoridades de Saúde Locais, de acordo com os níveis de alerta. Para cada nível de alerta existem medidas de intervenção. Para a avaliação do risco, de maneira a emitir os níveis de alerta, os critérios a utilizar são: a temperatura média diária por distrito, assim como as temperaturas mínimas e máximas; o índice UTCI (Universal Thermal Climate Index) observado diariamente (divulgado pelo IPMA) e o valor de mortalidade observado diariamente através do VDM, divulgado pelo INSA. São divulgadas precauções a tomar face a temperaturas extremas e a ondas de frio. Mais ainda, este plano monitoriza as ondas de frio, a procura de serviços de urgência dos hospitais, internamento relacionado com o frio intenso e efeitos na mortalidade associada ao frio (ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DE SAÚDE DE LISBOA E VALE DO TEJO, 2013).

3. Área de estudo

3.1. Localização

A área em estudo é o concelho de Coimbra, composto por 31 freguesias (fig.1), integrando a NUT¹⁷ III do Baixo Mondego, o distrito de Coimbra e a NUT II da Região Centro.

Quanto à população residente, em 2011, o concelho de Coimbra apresentava 143 396 habitantes, sendo uma cidade de média dimensão na hierarquia da rede portuguesa de cidades, possuindo uma importante posição na Região Centro. A freguesia mais populosa é a de Santo António dos Olivais, com 38 936 habitantes.

A cidade de Coimbra apresenta uma importância histórica devido à Universidade, fundada em 1290. Em 2003 a cidade foi Capital Nacional da Cultura. Em 2013 a Universidade de Coimbra, Alta e Rua da Sofia foram declaradas Património Mundial pela UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization¹⁸).

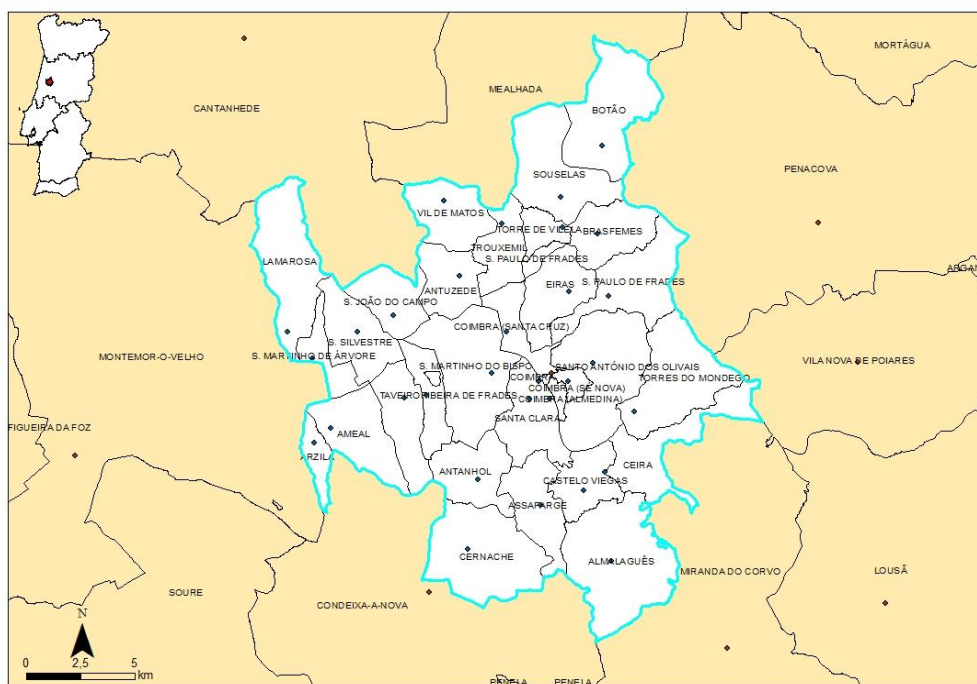


Fig.1: Localização do concelho de Coimbra e respetivas freguesias.

Fonte dos dados: Direção Geral do Território (Carta Administrativa Oficial de Portugal).

O concelho de Coimbra abrange duas unidades morfoestruturais a Orla Meso-Cenozóica Ocidental e o Maciço Antigo, apresenta relevo diversificado (fig. 2), abrangendo diferentes setores geomorfológicos, a área Este montanhosa, salientando-se o Maciço Marginal de Coimbra onde se destaca o horst da Serra do Roxo com a cota máxima de 510m, enquanto a área Oeste apresenta colinas e a planície aluvial do rio Mondego (FERNANDES MARTINS, 1983; REBELO, 1992; REBELO e CUNHA, 1992), assim como outras áreas deprimidas (meandro abandonado da Arregaça;

¹⁷ Nomenclatura Comum das Unidades Territoriais Estatísticas.

¹⁸ Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

Vale da Ribeira de Coselhas; Vale da Ribeira dos Fornos) e áreas com maior altitude, sendo que a urbanização se desenvolveu em áreas de colinas (FERNANDES MARTINS, 1983; MARGARIDO, 1987; CRAVIDÃO, 1989). CUNHA *et al.* (1999: 18) referem que as fraturas meridianas paralelas à Falha de Coimbra “justificam no essencial a morfologia do espaço em que a urbe se inscreve”. Relativamente à morfologia, verifica-se uma intensa fraturação visível no traçado da rede hidrográfica e a ação modeladora do rio Mondego na paisagem. Menciona-se a falha Porto-Tomar no setor oriental, ao separar as duas unidades morfo-estruturais: Orla Mesocenozóica Ocidental e Maciço Hespérico. Destacam-se os Vales da Ribeira de Coselhas (NE-SW), de Eiras (E-W) e do Rio dos Fornos em Souselas (MARQUES *et al.*, 3396). A importância da ação do rio Mondego e da diversidade do relevo no clima será abordada no item 3.2.2. Condicionantes regionais e locais do clima de Coimbra.

A estação meteorológica utilizada é o IGUC (figs.3 e 4), que efetua observações meteorológicas desde setembro de 1864 até à atualidade. Localiza-se na Avenida Dr. Dias da Silva, na cidade de Coimbra, à latitude de 40° 12' 25'' N, à longitude de 08° 25' 30'' W e à altitude de 139,61 m, encontrando-se numa posição sobrelevada relativamente à área envolvente. No início das observações meteorológicas, o IGUC situava-se fora dos limites da cidade, contudo, com o crescimento urbano, passou a estar envolvida pela cidade. Escolheu-se a estação meteorológica do IGUC visto que a série de dados é mais longa e, também, porque na estação meteorológica de Bencanta o aumento da temperatura mínima tem sido mais acentuado já que ao localizar-se no enfiamento do Vale de Coselhas, num contexto topográfico deprimido (33m), o ar proveniente das vertentes urbanizadas do setor setentrional da cidade é drenado para aí (GANHO, 1998: 47).

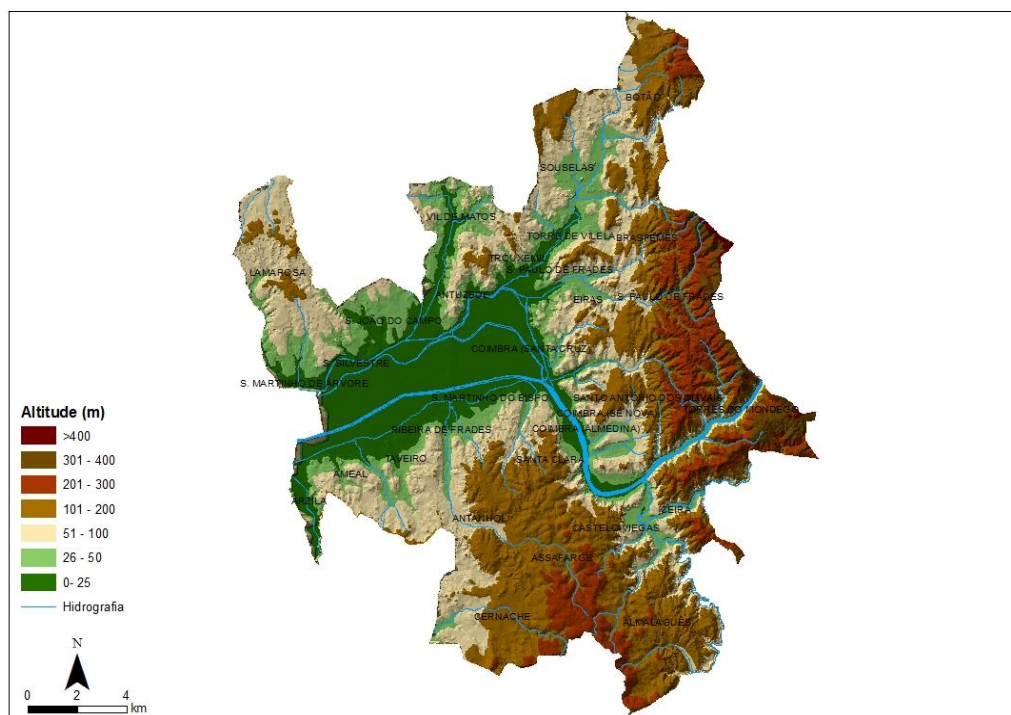


Fig.2: Hipsometria do concelho de Coimbra.
Fonte dos dados: IGeoE.

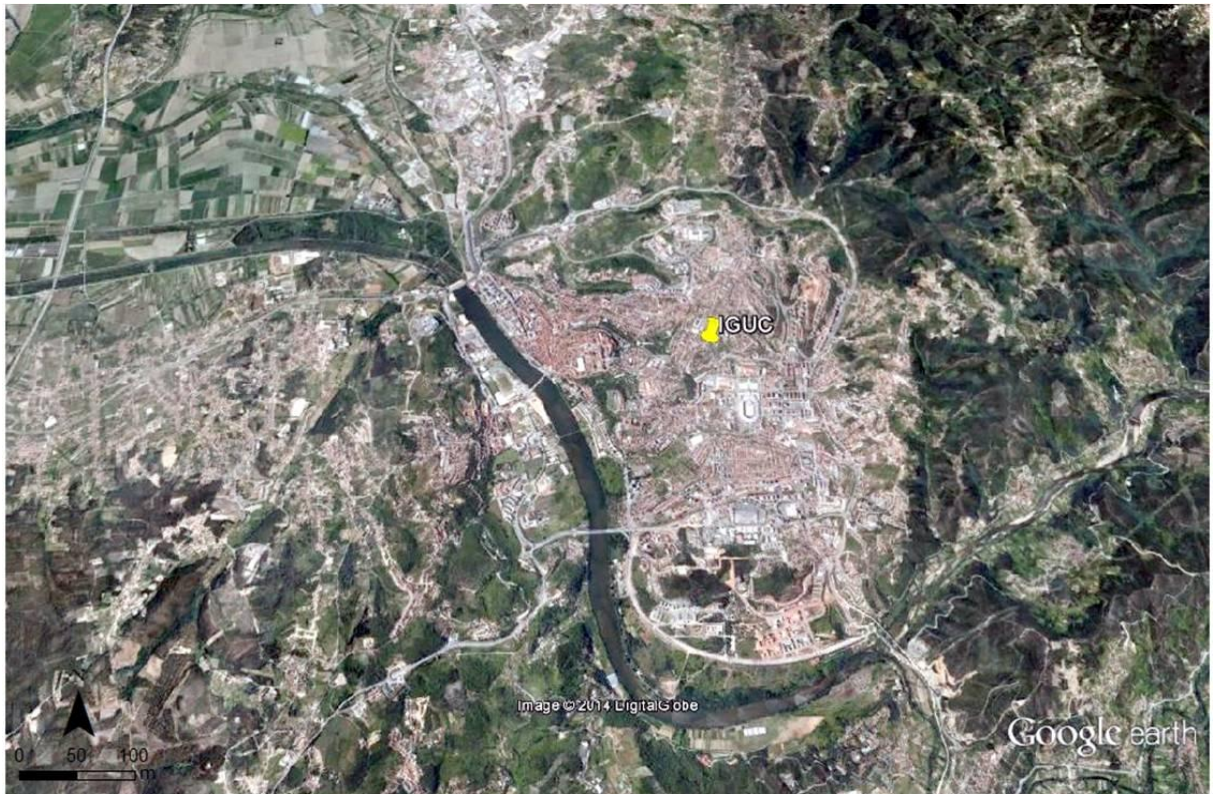


Fig.3: Localização do IGUC no contexto da cidade de Coimbra.
Fonte: Adaptado de Google Earth.



Fig.4: Pormenor da localização do IGUC e área envolvente.
Fonte: Adaptado de Google Earth.

3.2. O clima de Coimbra e as suas condicionantes regionais e locais

3.2.1. O clima de Coimbra

Vários estudos sobre o clima urbano de Coimbra têm vindo a ser publicados, nomeadamente por GANHO (1991, 1992a, 1992b, 1992c, 1995, 1996a, 1996b, 1998, 1999, 2000, 2001a, 2001b, 2001c, 2010). Mencione-se ainda, por exemplo, MARQUES *et al.* (2008) e MARQUES *et al.* (2009) sobre clima urbano e ordenamento do território e LEAL *et al.* (2008) sobre a importância dos espaços verdes. Aponta-se, também, MATEUS (2012a e 2012b) e MATEUS e CUNHA (2013) sobre riscos climáticos.

Diversos estudos têm vindo a ser publicados destacando a importância da climatologia no planeamento, como, por exemplo, ALCOFORADO (1999) destaca a importância da climatologia no planeamento de áreas urbanas ou ALCOFORADO e ANDRADE (2007) com a associação entre clima e saúde na cidade, ou ainda, sobre riscos climáticos e clima urbano (GANHO, 1992 e 1998). No caso de estudos sobre a ilha de calor urbano, apontam-se, por exemplo, PEREIRA e MORAIS (2007), LOPES (2008), GANHO (1998).

A ilha de calor urbano, definida como a diferença entre o valor mais elevado de temperatura registado na cidade face ao valor nas áreas periurbanas ou rurais envolventes, é mais intensa durante os meses de verão e em especial à noite, dependendo do tamanho da cidade e da densidade de alojamentos (GABRIEL e ENDLICHER, 2011: 2044). Situações de estabilidade atmosférica e céu limpo são favoráveis para o desenvolvimento deste fenómeno. Refira-se que a ilha de calor urbano vai reforçar a intensidade de ondas de calor, associando-se a uma situação de maior desconforto térmico (GANHO, 1998: 32, citando GILES *et al.*, 1990).

O clima de Coimbra é mediterrâneo, com influência oceânica devido à relativa proximidade ao oceano Atlântico que se faz sentir através da abertura da planície do aluvial do rio Mondego. Quanto ao período seco estival (fig.5), verifica-se a existência de dois meses secos (julho e agosto). A temperatura média mensal é mais elevada no mês de julho (20,8°C) e mais baixa no mês de janeiro (9,5°C). A temperatura mínima mensal é menor no mês de janeiro (5,9°C) e maior no mês de julho (15,5°C). Quanto à temperatura máxima mensal é maior no mês de agosto (28,7°C) e menor no mês de janeiro (14,1°C). Quanto aos valores de precipitação mensal, é maior no mês de dezembro (139,8mm) e menor no mês de julho (14,4mm).

Quanto à temperatura máxima mensal ao longo da série em estudo, nos meses de junho, julho e agosto, o maior valor registado foi de 32,64°C no mês de agosto (quadro 8), enquanto o menor valor da temperatura mínima mensal foi de 1,3°C no mês de fevereiro (quadro 9).

É importante conhecer a evolução das temperaturas mínimas mensais e das temperaturas máximas mensais entre 1885 e 2013, para conhecer a tendência e para compreender a ocorrência de ondas de calor e de ondas de frio ao longo da série.

Ocorreu um ligeiro aumento dos valores médios da temperatura mínima mensal nos meses de janeiro (fig.6), fevereiro (fig.7) e dezembro (fig.8), sendo maior no mês de dezembro, contudo os valores do coeficiente de determinação são baixos, razão pela qual não são mostrados nos gráficos.

Relativamente à evolução dos valores médios da temperatura máxima mensal, nos meses de junho (fig.9), julho (fig.10) e agosto (fig.11) ocorreu um aumento em todos os meses, tendo sido maior no mês de agosto. Refira-se que a tendência de aumento registada na temperatura máxima mensal é superior à verificada na temperatura mínima mensal. Todavia, refira-se que os valores do coeficiente de determinação são baixos, não sendo por esse motivo exibidos nos gráficos.

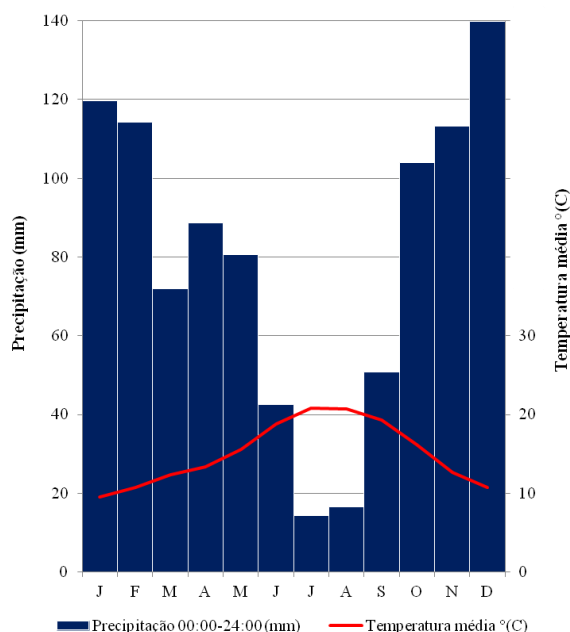


Fig.5: Gráfico termopluviométrico de Coimbra (IGUC) de acordo com a normal climatológica de 1971-2000.

Fonte dos dados: IGUC - http://www1.ci.uc.pt/iguc/dados_clima/norm7100.htm (acesso em 31/7/2014).

Quadro 8: Temperatura máxima mensal (°C) entre 1865 e 2013.

	Junho	Julho	Agosto
Média	25,61	28,08	28,57
Mediana	25,7	28,14	28,40
Desvio-padrão	1,965	1,796	1,695
Máximo	29,81	32,5	32,64
Mínimo	21,51	23,43	23,45
Intervalo de variação	8,30	9,07	9,19

Quadro 9: Temperatura mínima mensal (°C) entre 1865 e 2013¹⁹.

	Janeiro	Fevereiro	Dezembro
Média	5,93	6,50	6,56
Mediana	5,79	6,71	6,69
Desvio-padrão	1,477	1,662	1,701
Máximo	10,20	11,7	11,13
Mínimo	2,99	1,3	2,18
Intervalo de variação	7,21	10,4	8,95

¹⁹ No caso de dezembro, 1864-2013.

Entre 1865 e 2013 contabilizaram-se os números de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 30°C (dias quentes), 32°C (contabilizou-se visto este valor ser usado na definição de onda de calor por PAIXÃO e NOGUEIRA (2003) e por ser também usado no sistema de previsão e alerta do PCRTEA no alerta amarelo), 35°C (dias muito quentes) e é também o valor utilizado no sistema de previsão e alerta do PCRTEA no alerta vermelho) e 40°C (temperaturas extremamente elevadas).

Quanto ao número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 30°C (fig.12), ao longo da série em estudo registaram-se 3580 dias, sendo o mês de agosto aquele que registou o maior número de ocorrências (1440 dias), seguindo-se o mês de julho com 1302 dias e junho com 838 dias. Analisando os anos, foi o de 2005 que apresentou o maior número de registos: 52 dias.

Fazendo a análise por décadas (fig.13), a de 1940 - 1949 foi aquela que registou o maior número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 30°C (346 dias), 32°C (246 dias), a 35°C (118 dias) e 40°C (17 dias) relativamente às outras décadas do período em estudo. Refira-se que nesta década se registaram 6 ondas de calor em Coimbra, tendo sido a década com o maior número de ocorrências deste paroxismo térmico.

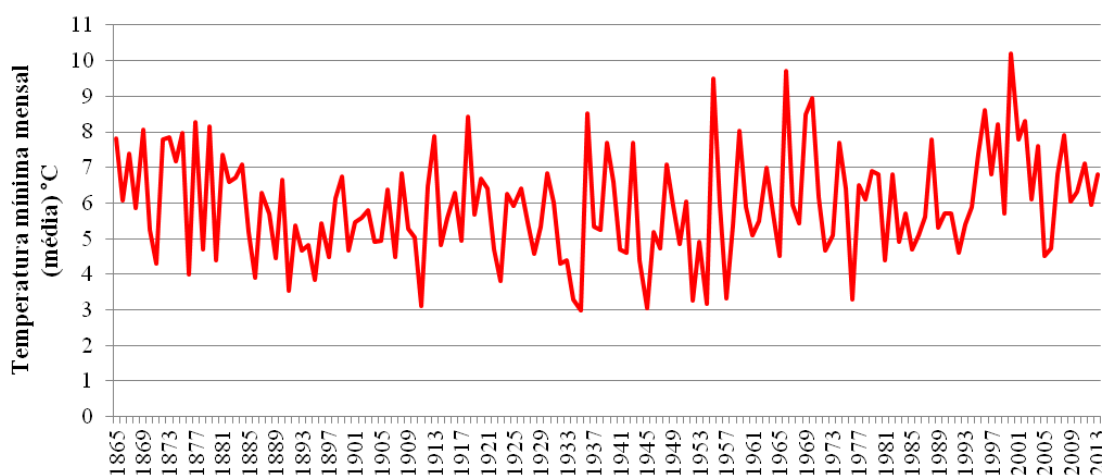


Fig.6: Evolução da temperatura mínima mensal (°C) do mês de janeiro entre 1865 e 2013.

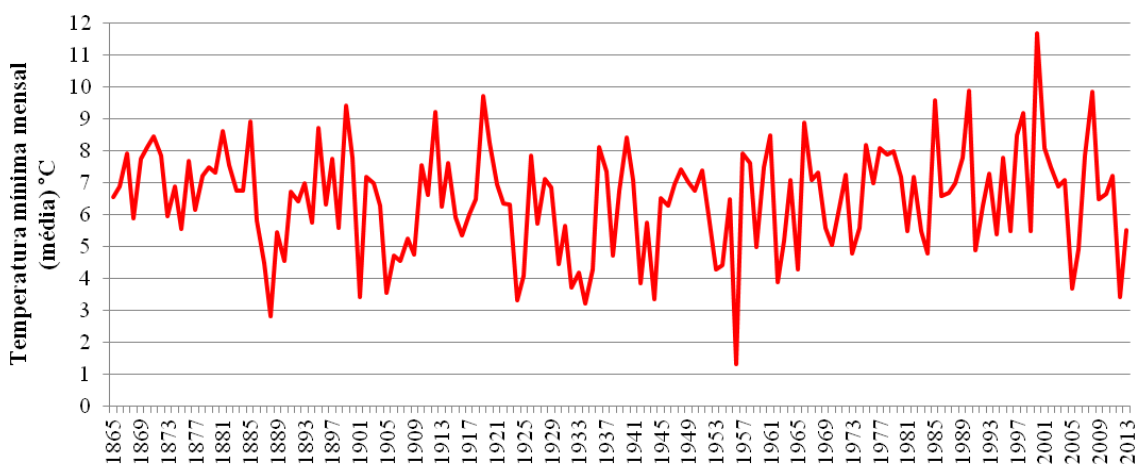


Fig.7: Evolução da temperatura mínima mensal (°C) do mês de fevereiro entre 1865 e 2013.

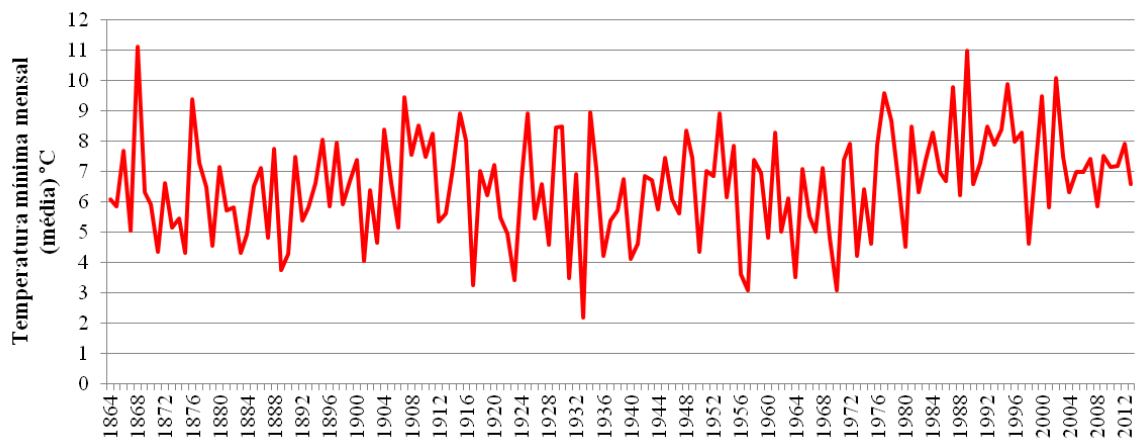


Fig.8: Evolução da temperatura mínima mensal (°C) do mês de dezembro entre 1865 e 2013.

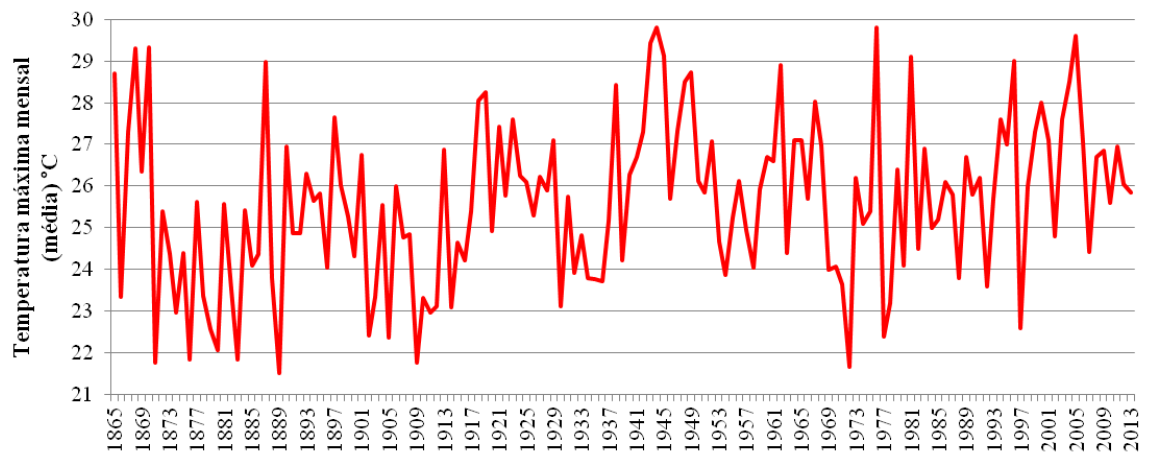


Fig.9: Evolução da temperatura máxima mensal (°C) do mês de junho entre 1865 e 2013.

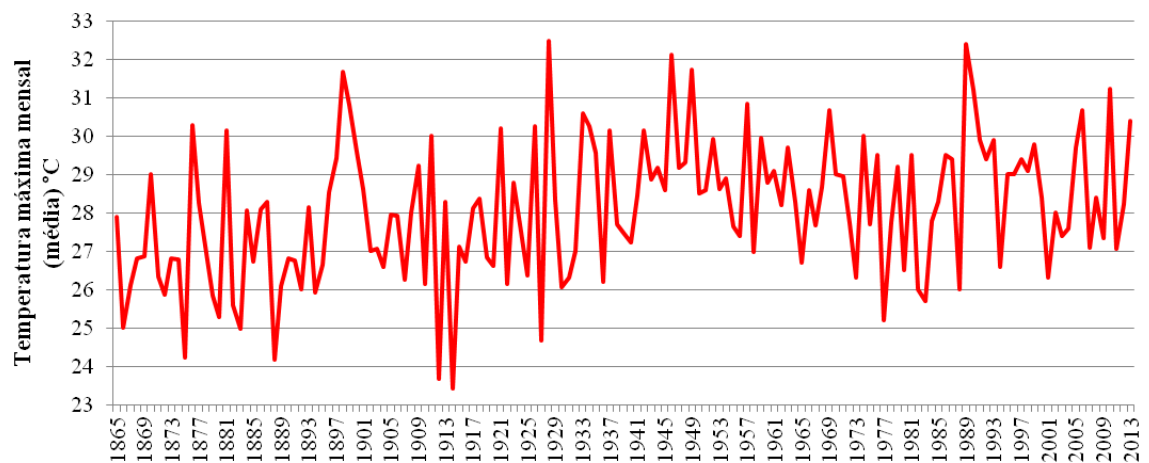


Fig.10: Evolução da temperatura máxima mensal (°C) do mês de julho entre 1865 e 2013.

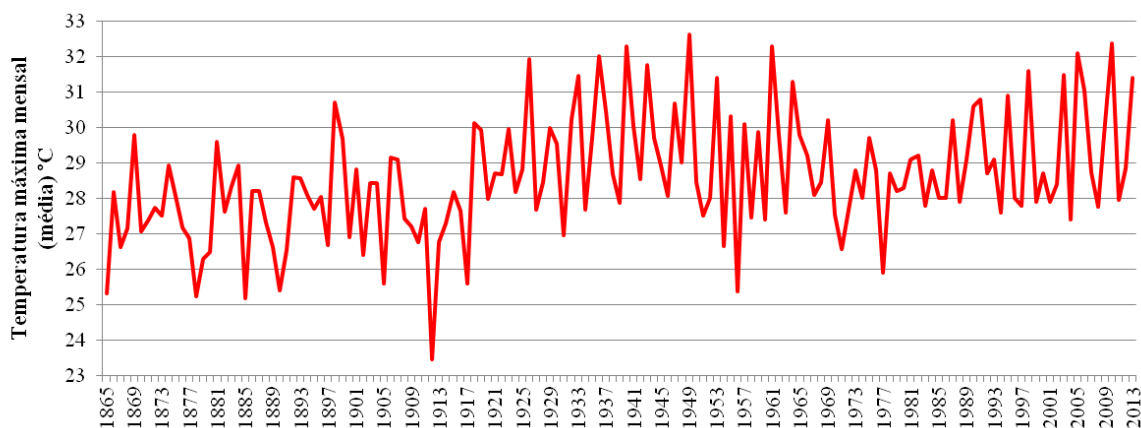


Fig.11: Evolução da temperatura máxima mensal (°C) do mês de agosto entre 1865 e 2013.

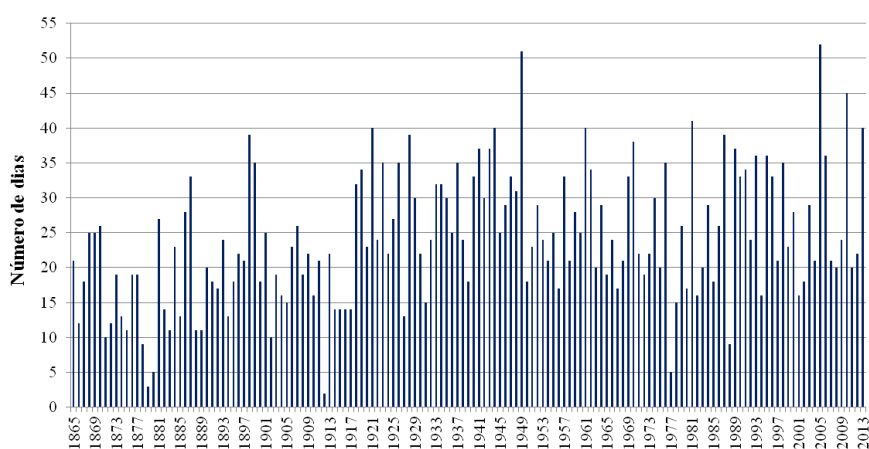


Fig.12: Número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 30°C durante os meses de junho, julho e agosto entre 1865 e 2013.

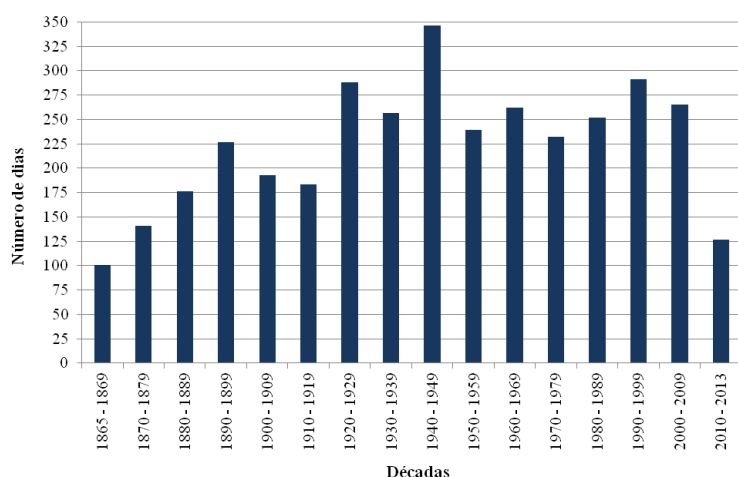


Fig.13: Número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 30°C durante os meses de junho, julho e agosto, por décadas, entre 1865 e 2013.

No que diz respeito ao número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 32°C (fig.14), ao longo do período em estudo, contabilizaram-se 2318 dias, tendo sido o mês de agosto que apresentou o maior número de dias: 911, seguindo-se o mês de julho com 884 dias e o mês de

junho com 523 dias. Quanto à análise anual, em 1949 registou-se o maior número de ocorrências: 40. A década de 1940-1949 apresentou o maior número de registos (fig.15).

No que concerne ao número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 35°C (fig.16), durante os meses em estudo, assinalaram-se 1038 dias. O mês de julho apresentou os maiores quantitativos do número de dias: 438, sucedendo-se agosto com 410 dias e junho com menor número de dias, apenas 190. O ano de 1949, tal como no número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 32°C, foi o que apresentou maiores números de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 35°C: 22. Quanto à análise por décadas (fig.17), o período de 1940-1949, apresentou o maior número de registos.

Relativamente ao número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 40°C (fig.18), ao longo da série em análise, registaram-se 74 dias, tendo sido o mês de julho com maior número de eventos, seguindo-se agosto com 29 dias e junho somente com 6 dias. Quanto aos valores máximos anuais, surgem os anos de 1946, 1949 e 2003 com 4 ocorrências. A década de 1940-1949 apresentou o maior registo de ocorrências (fig.19).

No que diz respeito ao número de dias com temperatura mínima diária igual ou inferior a 0°C (dias de geada) (fig.20) durante os meses de janeiro, fevereiro e dezembro, registaram-se 382 dias, com o maior número de dias a verificar-se no mês de janeiro com 177 eventos, sucedendo-se o mês de dezembro com 110 dias e fevereiro com 95 dias. O ano de 1935 apresentou o maior número total de dias: 15, seguindo-se 1954 com 14 dias.

Relativamente ao número de dias com temperatura mínima diária igual ou inferior a 0°C, procedendo à análise por décadas (fig.21), foi a de 1930 – 1939 a que registou o maior número de eventos (57 dias), sucedendo-se a década de 1950 – 1959 com 56 dias, tendo-se registado nesta década 3 ondas de frio, isto é, maiores ocorrências comparativamente com as outras décadas.

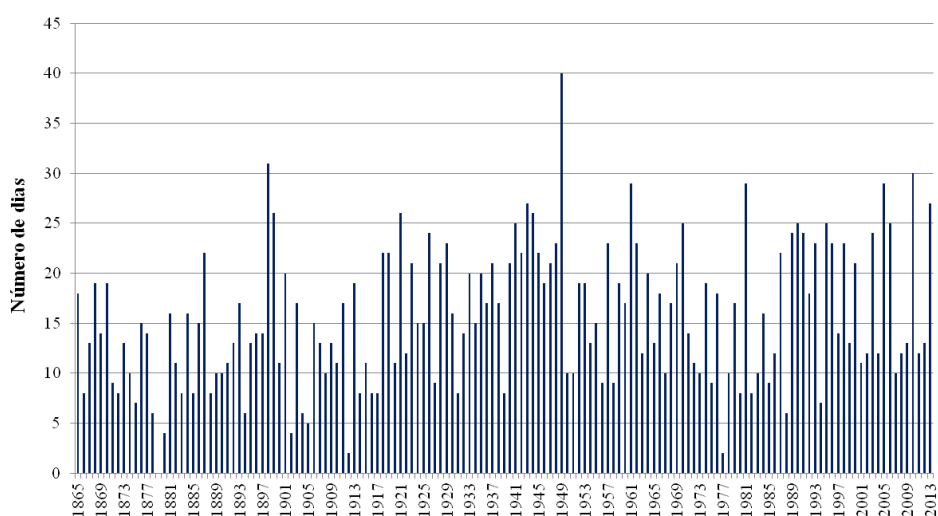


Fig.14: Número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 32°C durante os meses de junho, julho e agosto entre 1865 e 2013.

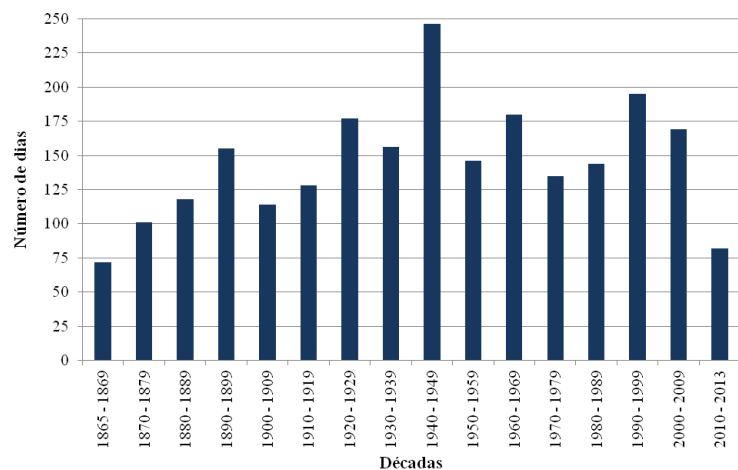


Fig.15: Número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 32°C durante os meses de junho, julho e agosto, por décadas, entre 1865 e 2013.

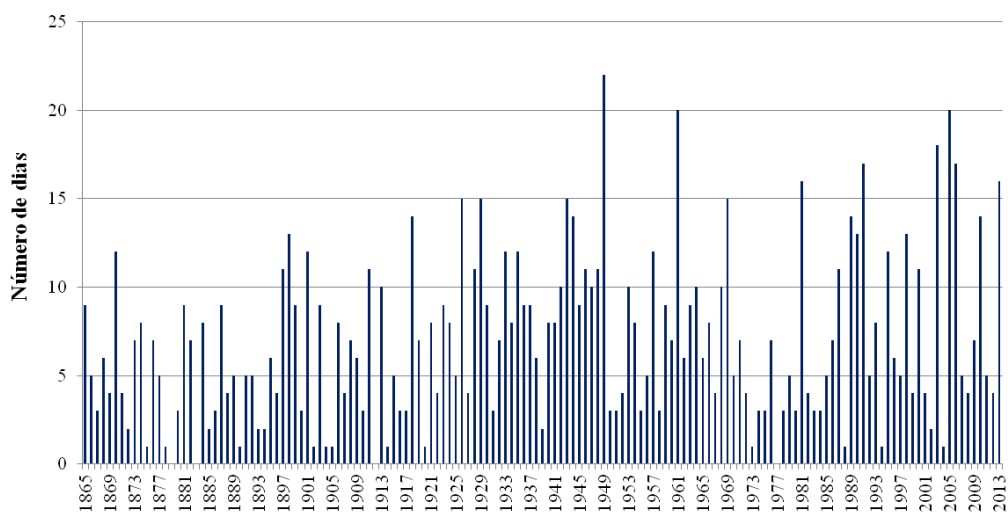


Fig.16: Número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 35°C durante os meses de junho, julho e agosto entre 1865 e 2013.

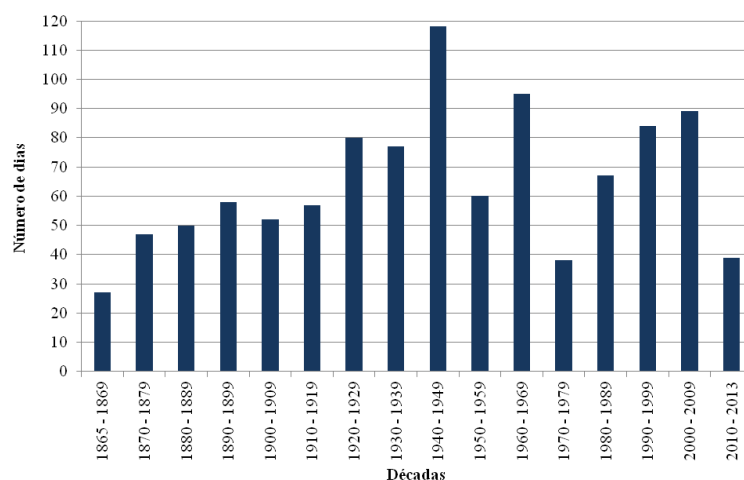


Fig.17: Número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 35°C durante os meses de junho, julho e agosto, por décadas, entre 1865 e 2013.

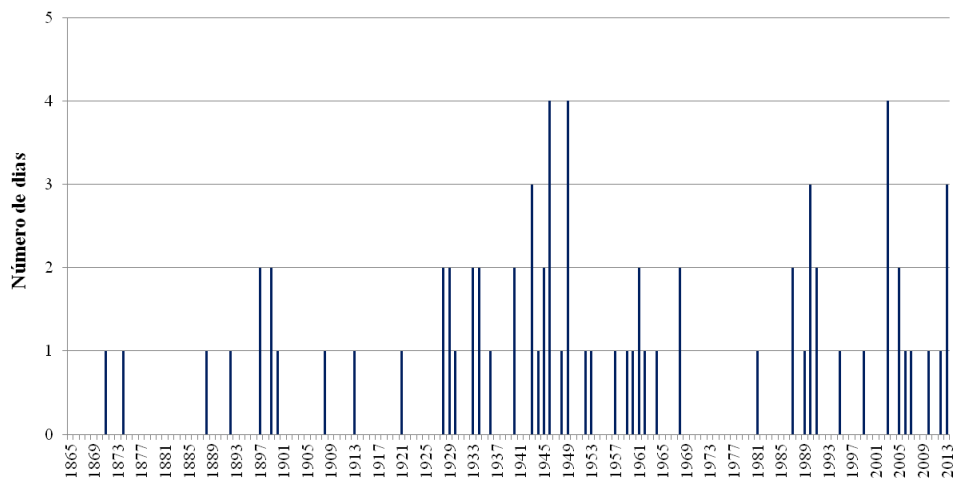


Fig.18: Número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 40°C durante os meses de junho, julho e agosto entre 1865 e 2013.

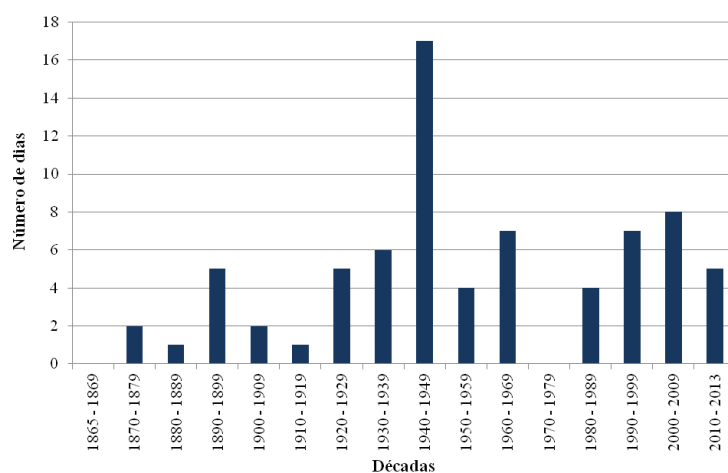


Fig.19: Número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 40°C durante os meses de junho, julho e agosto, por décadas, entre 1865 e 2013.

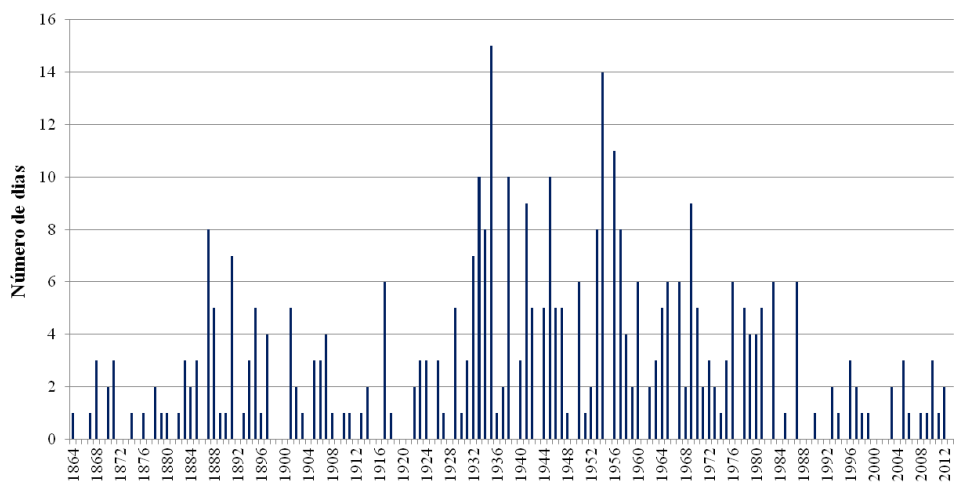


Fig.20: Número de dias com temperatura mínima diária igual ou inferior a 0°C durante os meses de janeiro, fevereiro e dezembro entre 1864 e 2013.²⁰

²⁰ Relativamente ao ano de 1864, só existem dados para o mês de dezembro.

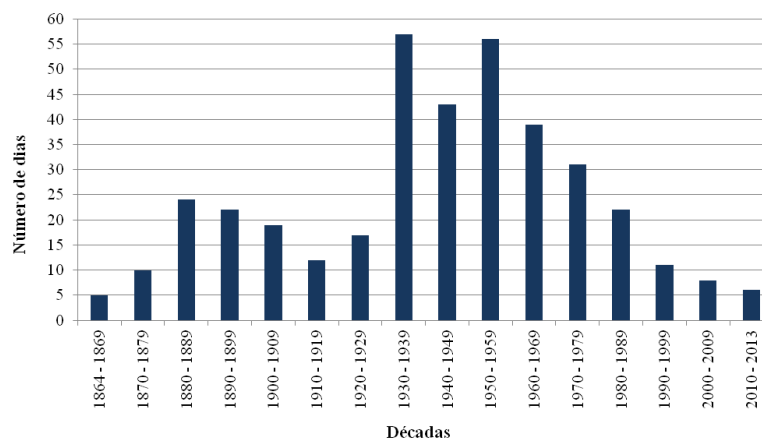


Fig.21: Número de dias com temperatura mínima diária igual ou inferior a 0°C durante os meses de janeiro, fevereiro e dezembro, por décadas, entre 1864²¹ e 2013.

Em síntese, há uma tendência de aumento da média das temperaturas mínimas (sendo maior no mês de dezembro) e máximas (maior no mês de agosto) mensais, sendo o aumento maior no caso das temperaturas máximas mensais. Contudo registam-se, ao longo da série desde 1865 a 2013, ciclos mais curtos de variação das temperaturas. Por exemplo, a década de 1940 – 1949 foi aquela que registou o maior número de dias com temperatura máxima diária igual ou superior a 30°C, 32°C, a 35°C e 40°C, bem como a maior ocorrência de ondas de calor (6) relativamente às outras décadas do período em estudo, como se confirmará no capítulo 5. Ondas de calor e ondas de frio em Coimbra. No caso do frio, a década de 1930 – 1939 a que registou o maior número de dias com temperatura mínima diária igual ou inferior a 0°C e a década de 1950-1959 a que registou maiores registos de ondas de frio (3), como se verificará capítulo 5. Ondas de calor e ondas de frio em Coimbra.

3.2.2. Condicionantes regionais e locais do clima de Coimbra

Coimbra apresenta clima temperado mediterrâneo com influência atlântica que se faz sentir pela abertura da planície aluvial do Mondego, com a amenização das temperaturas no verão e no inverno, não sendo afetada com muita frequência nem com muita intensidade por ondas de frio, todavia verifica-se a ocorrência de dias com temperaturas mínimas negativas e ondas de frio (MATEUS e CUNHA, 2013).

Contudo, 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 termohigrométricos 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 envolvência, 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 (ob. cit.).

²¹ Relativamente ao ano de 1864, só existem dados para o mês de dezembro.

Também no que diz respeito às temperaturas baixas, a topografia tem importância a nível local. Em áreas topograficamente deprimidas pode registar-se, em determinadas situações sinópticas, a presença de lagos de ar frio, sendo mais problemática com a ocorrência de ondas de frio, como por exemplo, na parte terminal do Vale da Ribeira de Coselhas ou na Bacia de Souselas, originando desconforto térmico, no inverno, em noites de arrefecimento noturno. LOPES (1998: 26) indica que no caso de arrefecimento em noites anticiclónicas, no inverno, pode originar desconforto térmico da população residente nas áreas topograficamente deprimidas, devido à presença de lagos de ar frio, nomeadamente quando as habitações não apresentam eficiência térmica. A drenagem de ar frio nas vertentes ocorre desde o pôr até ao nascer do sol, sendo a irradiação terrestre e as inversões térmicas as causas do arrefecimento radiativo junto ao solo e a gravidade a principal origem da drenagem do ar frio (LOPES, 1995: 151). No caso de Coimbra, este fenómeno acontece através da drenagem de ar frio, no inverno, em noites anticiclónicas, por exemplo na Avenida António Portugal e na Avenida Elísio de Moura (MARQUES *et al.*, 2009: 3404).

A ilha de calor urbano de Coimbra é polinucleada (GANHO, 1998), 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: 3403). Ainda, quanto à intensidade, é maior durante o período noturno. Outro núcleo da ilha de calor urbano está presente na área da Solum, Bairro Norton de Matos, Vale das Flores e Ladeira do Chão do Bispo, assim como outros núcleos na Alta e na Baixa da cidade e na Rua da Sofia (ob. cit.) e verificam-se núcleos quentes no Tovim, Chão do Bispo e Celas. A intensificação da ilha de calor urbano tem aumentado na área da Solum, expandindo-se para Sul, em virtude do aumento da urbanização na área da Solum, Calhabé e Vale das Flores com o aumento do tráfego rodoviário e dos níveis de poluição (FIALHO *et al.*, 2010: 2). Por outro lado, no verão, desenvolvem-se “ilhas de frescura” nos espaços verdes no Jardim Botânico e no Jardim de Santa Cruz (MARQUES *et al.*, 2009: 3404). Assim, os espaços verdes são importantes na mitigação da ilha de calor urbano, no caso da cidade de Coimbra, sendo importante para diminuir o desconforto térmico associado a ondas de calor (LEAL *et al.*, 2008) e para o planeamento urbano (ANDRADE, 2005).

O aumento da população em espaço urbano, assim como de construções com a ampliação da densidade de alojamentos, acréscimo do tráfego e agravamento dos níveis de poluição leva ao intensificar da ilha de calor urbano. De acordo com ALCOFORADO e ANDRADE (2007) é possível diminuir o stress térmico dos habitantes através da modificação de alguns aspetos da morfologia urbana, ao nível da ventilação para melhorar a qualidade do ar e da existência de espaços verdes.

As temperaturas diurnas e noturnas durante a ocorrência de ondas de calor e de ondas de frio são influenciadas pelo relevo, orientação de vertentes, pelo uso do solo e pela distância ao oceano, assim como pela existência de massas de água, por exemplo.

3.3. Caracterização demográfica e social das freguesias do concelho de Coimbra

É importante conhecer a caracterização da população residente no concelho de Coimbra aos níveis demográfico, económico, habitacional, educacional e social, nas várias freguesias, para compreender desigualdades, visto que essas características interferem com o estado de saúde da população (NOGUEIRA, 2008) e averiguar a vulnerabilidade social. Sendo relevante para um melhor ordenamento do território identificar as áreas mais vulneráveis face aos riscos climáticos de ondas de calor e de ondas de frio, no sentido de diminuir essa vulnerabilidade e de aumentar a resiliência da população. Apresentam-se, quando pertinente, os valores dos diversos indicadores também a nível nacional e da região Centro de Portugal Continental, de maneira a comparar a posição do concelho de Coimbra e das várias freguesias. São utilizados os dados mais recentes, dos censos de 2011 (XIV Recenseamento geral da população e IV Recenseamento geral da habitação).

3.3.1. Demografia

Relativamente à **densidade populacional**, o concelho apresenta 449 hab./km², sendo as freguesias de Sé Nova com 4217,5 hab./km² e São Bartolomeu com 3748,5 hab./km² aquelas que apresentam maior densidade demográfica, em oposição a freguesia de Vil de Matos apresenta apenas 91 hab./ km² (fig.22).

Quanto à **variação da população residente** entre 2001 e 2011, 19 freguesias registaram valores negativos de variação populacional, a freguesia de Almedina foi aquela que perdeu maiores efetivos populacionais (-40,57%), seguindo-se São Bartolomeu (-26,75%) enquanto a freguesia que ganhou mais população foi Assafarge (+21,08%), seguindo-se Vil de Matos (12,26%) num universo de 12 freguesias com valores positivos de variação populacional (fig.23).

Analisando as pirâmides etárias do concelho de Coimbra (fig.24), entre os recenseamentos de 2001 e 2011, verificou-se o duplo envelhecimento da população (envelhecimento pela base e pelo topo da pirâmide), isto é, com a diminuição do grupo etário dos jovens, pela diminuição do índice de fecundidade e o aumento do quantitativo populacional no grupo etário dos idosos, devido ao aumento da esperança média de vida; acompanhando a mesma situação que se verifica na Região Centro (fig.25) e em Portugal (fig.26). A **idade média (em anos) 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). As freguesias de São Bartolomeu e Almedina apresentam os maiores quantitativos, com 51,83 anos e 48,19 anos, respetivamente.

Relativamente à evolução da **estrutura etária** da população residente em Portugal por grupos etários em 1981, 1991, 2001 e 2011, verifica-se uma diminuição dos quantitativos populacionais no grupo etário dos 0 aos 14 anos (jovens), enquanto no grupo etário dos idosos (65 e mais anos de idade) ocorre um aumento (fig.27).

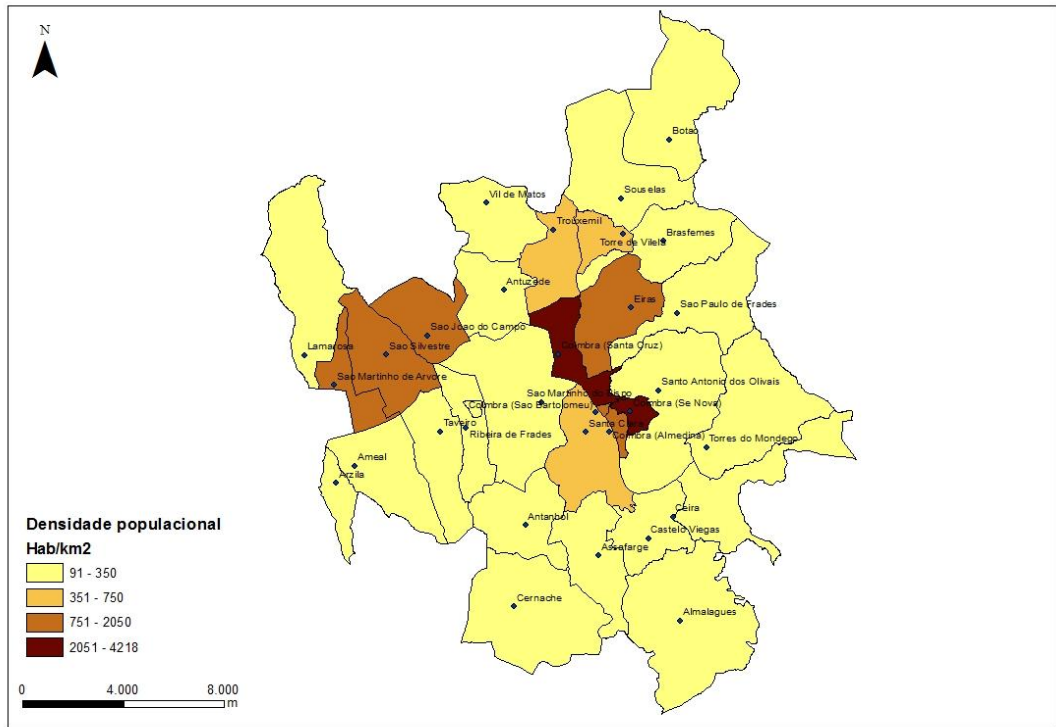


Fig.22: Densidade populacional (habitantes/km²) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.
 Fonte dos dados: INE²² (2011b).

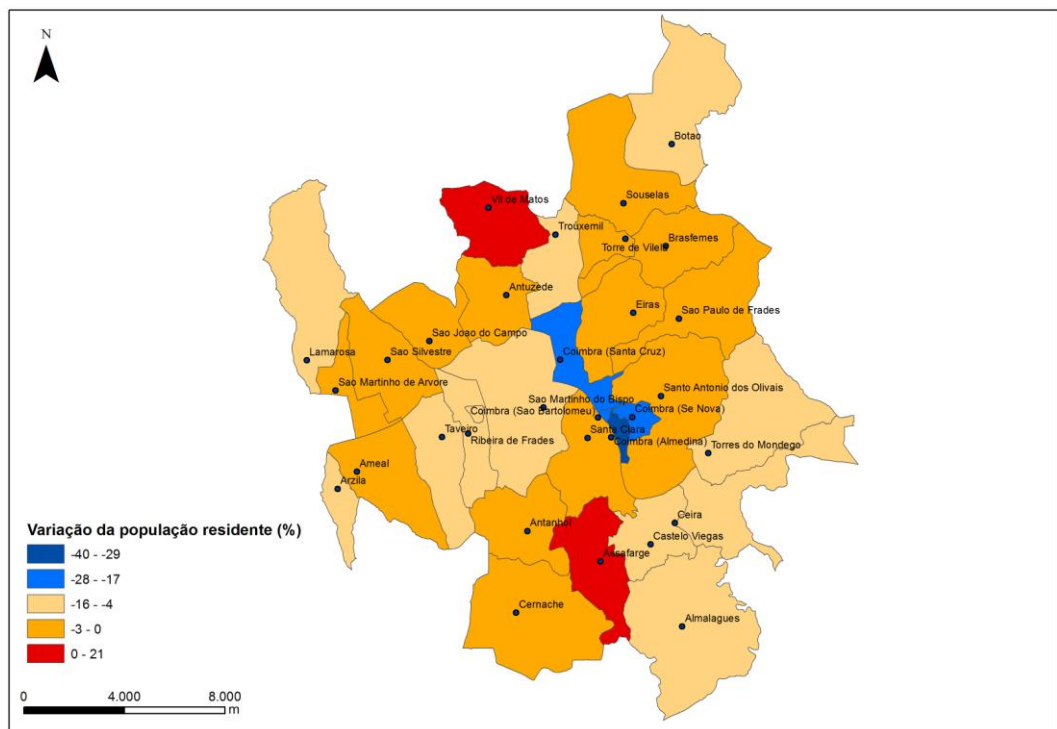


Fig.23: Variação da população residente (%) nas freguesias do concelho de Coimbra entre 2001 e 2011.
 Fonte dos dados: INE (2011b).

²² Instituto Nacional de Estatística.

Quanto à **proporção de jovens (0 a 14 anos de idade)** é de 12,44% no concelho de Coimbra, menor do que em Portugal (14,89%) e na Região Centro (13,72%). Os menores valores surgem nas freguesias do centro histórico, nomeadamente Santa Cruz, Almedina e Sé Nova; apresentando-se os maiores valores na freguesia de Vil de Matos (fig.28).

Referentemente à **proporção de adultos (15 a 64 anos de idade)** no concelho de Coimbra é de 67,49%, maior do que em Portugal (66,08%) e da Região Centro (63,87%). Os menores valores averiguam-se nas freguesias do centro histórico, ocorrendo os maiores valores nas freguesias de Eiras, Santa Clara e Assafarge.

Relativamente ao grupo etário dos idosos, cartografou-se a proporção de população com 65 ou mais anos (população idosa) e a proporção de população com 75 ou mais anos (população muito idosa), visto ser um grupo etário bastante vulnerável face às ondas de calor e às ondas de frio.

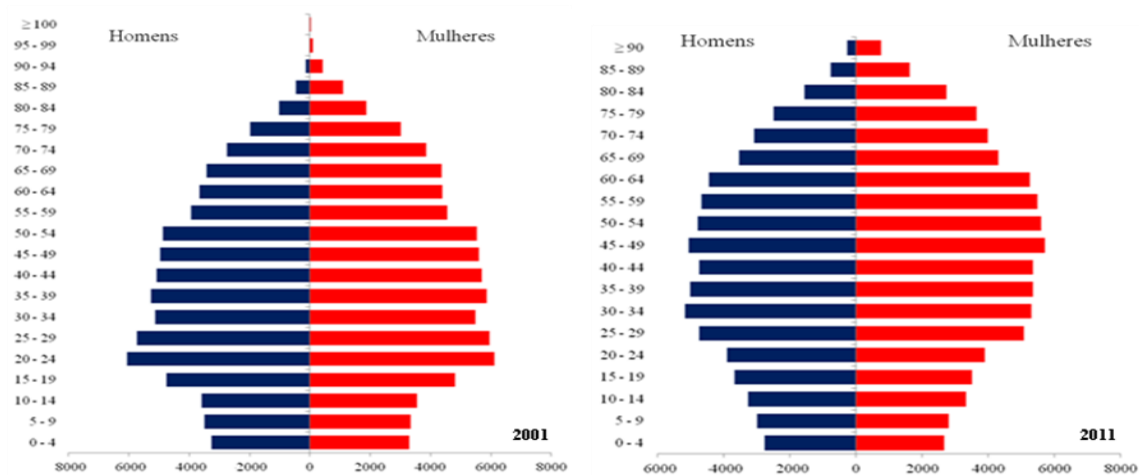


Fig.24: Pirâmides etárias do concelho de Coimbra em 2001 e em 2011.
Fonte dos dados: INE (2001, 2011b).



Fig.25: Pirâmides etárias da Região Centro de Portugal Continental em 2001 e em 2011.
Fonte dos dados: INE (2001, 2011b).

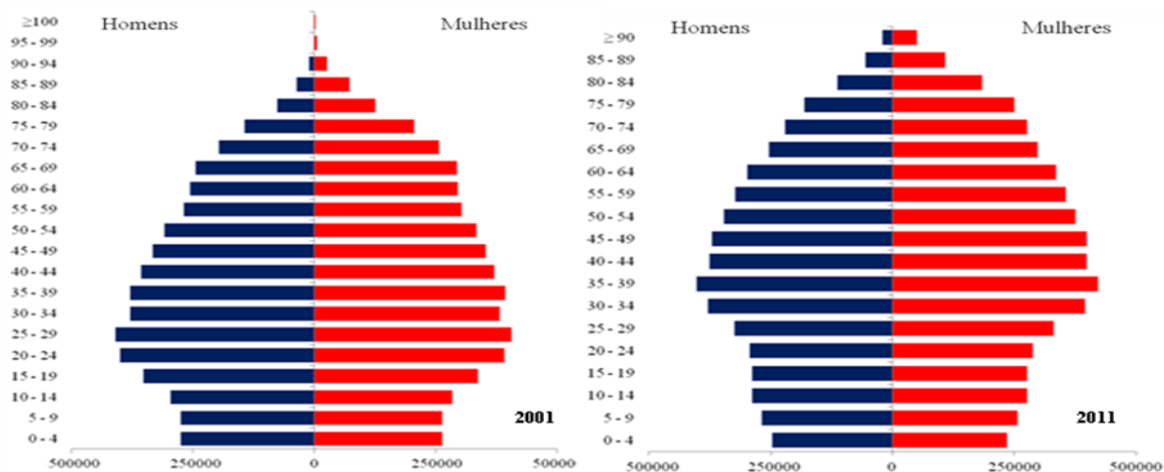


Fig.26: Pirâmides etárias de Portugal em 2001 e em 2011.
 Fonte dos dados: INE (2001, 2011b).

No que diz respeito à **proporção da população com 65 e mais anos de idade**, definida como população idosa, o concelho apresenta 20,07% (conjunto de homens e mulheres), 8,16% no caso do sexo masculino e 11,91% referente ao sexo feminino. As freguesias de São Bartolomeu e Almedina são as mais envelhecidas com 36,68% e 31,97%, respetivamente (fig.29). Registam-se maiores quantitativos de população idosa no sexo feminino relativamente ao sexo masculino, sendo os maiores valores assinalados na freguesia de São Bartolomeu com 26,95% e na freguesia de Almedina com 21,02%. No caso do sexo masculino, são também as freguesias de São Bartolomeu (9,73%) e Almedina (10,95%) que apresentam os maiores valores. Em Portugal, o valor é de 19,03% e na Região Centro de 22,41% para o conjunto de homens e mulheres. No caso do sexo masculino, em Portugal é de 7,97%, na Região Centro é de 9,46%; enquanto no sexo feminino, para Portugal é de 11,06% e na Região Centro de 12,95%.

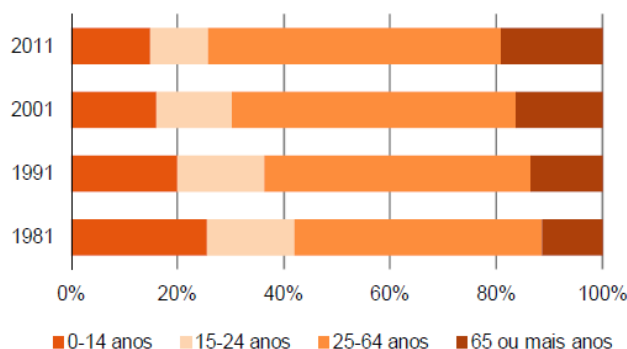


Fig.27: Estrutura etária da população residente em Portugal por grupos etários em 1981, 1991, 2001 e em 2011.

Fonte: INE (2011a: 11).

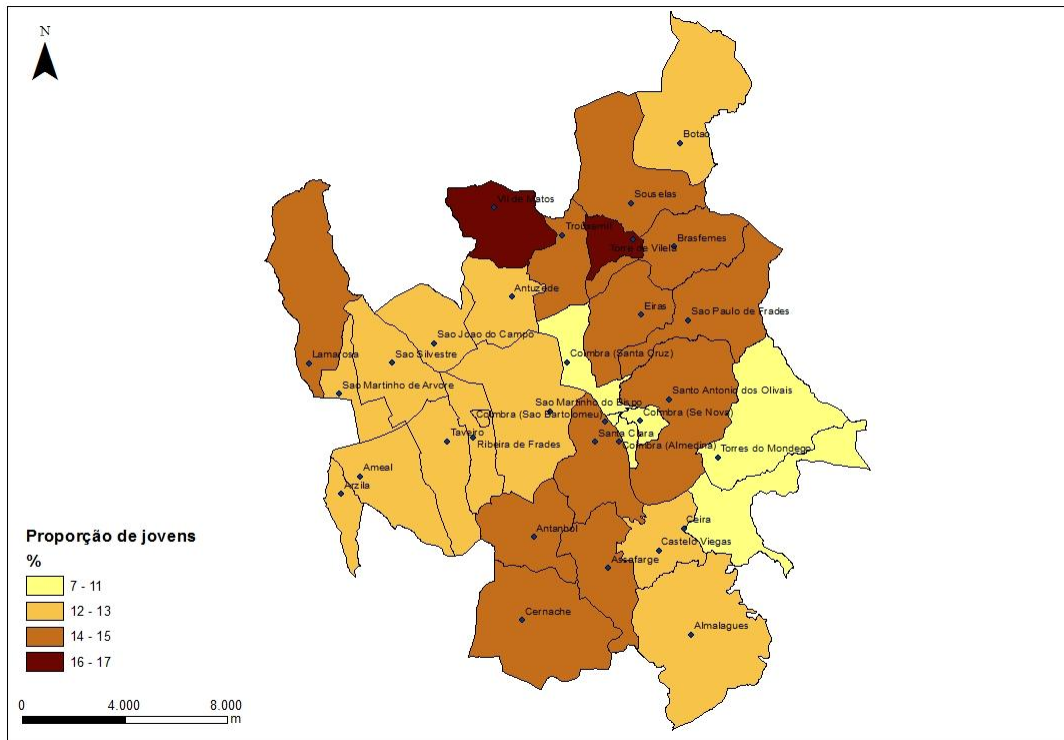


Fig.28: Proporção de jovens (%) relativamente à população residente nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.

Fonte dos dados: INE (2011b).

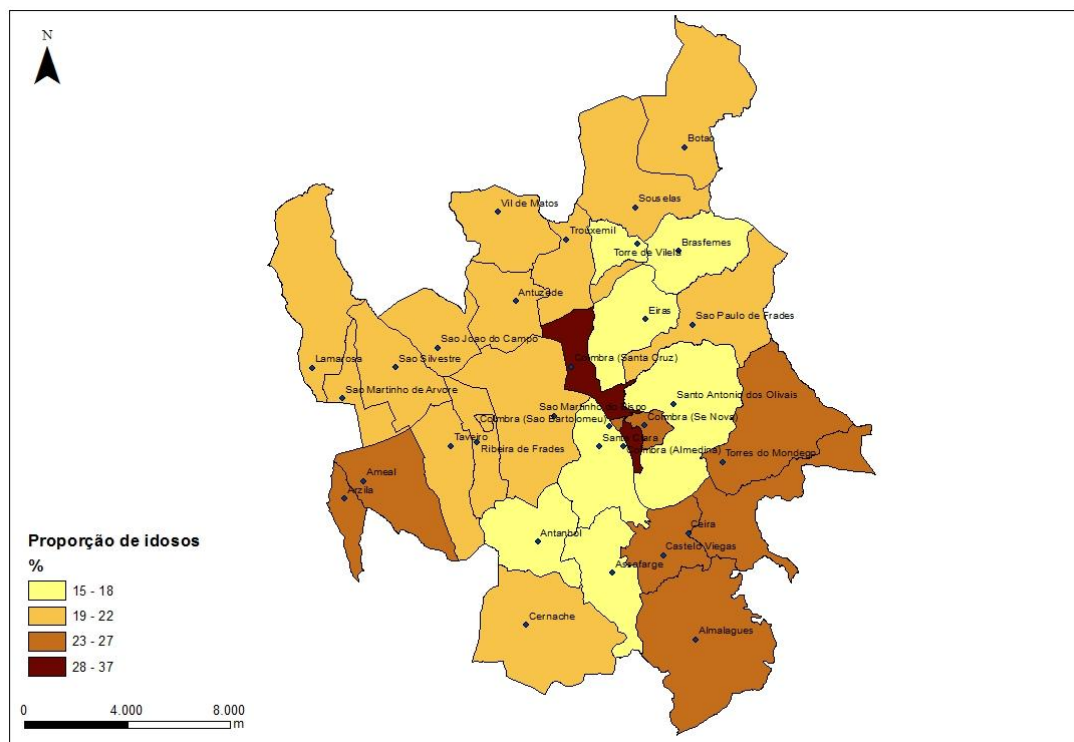


Fig.29: Proporção da população residente com 65 e mais anos de idade (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.

Fonte dos dados: INE (2011b).

No que concerne à **proporção da população com 75 e mais anos de idade**, considerada como população muito idosa, o concelho apresenta 9,67% de população muito idosa, 3,56% no caso do sexo masculino e 6,12% no caso do sexo feminino. As freguesias de São Bartolomeu e de Almedina são as mais envelhecidas com 23,60% e 17,26%, respetivamente (fig.30). Verifica-se em todas as freguesias que os quantitativos são superiores no sexo feminino comparativamente com o sexo masculino, sendo a freguesia de São Bartolomeu aquela que regista maior percentagem de população muito idosa do sexo feminino: 18,18%, seguindo-se a freguesia de Almedina com 11,39%. No caso da população muito idosa masculina, as maiores percentagens verificam-se em São Bartolomeu com 5,42% e Almedina com 5,86%. Em Portugal, o valor é de 9,11% e na Região Centro de 11,18%, para o conjunto da população. Relativamente ao sexo masculino, em Portugal é de 3,49%, na Região Centro é de 4,36%; no caso do sexo feminino é de 5,61% em Portugal e de 6,81% na Região Centro.

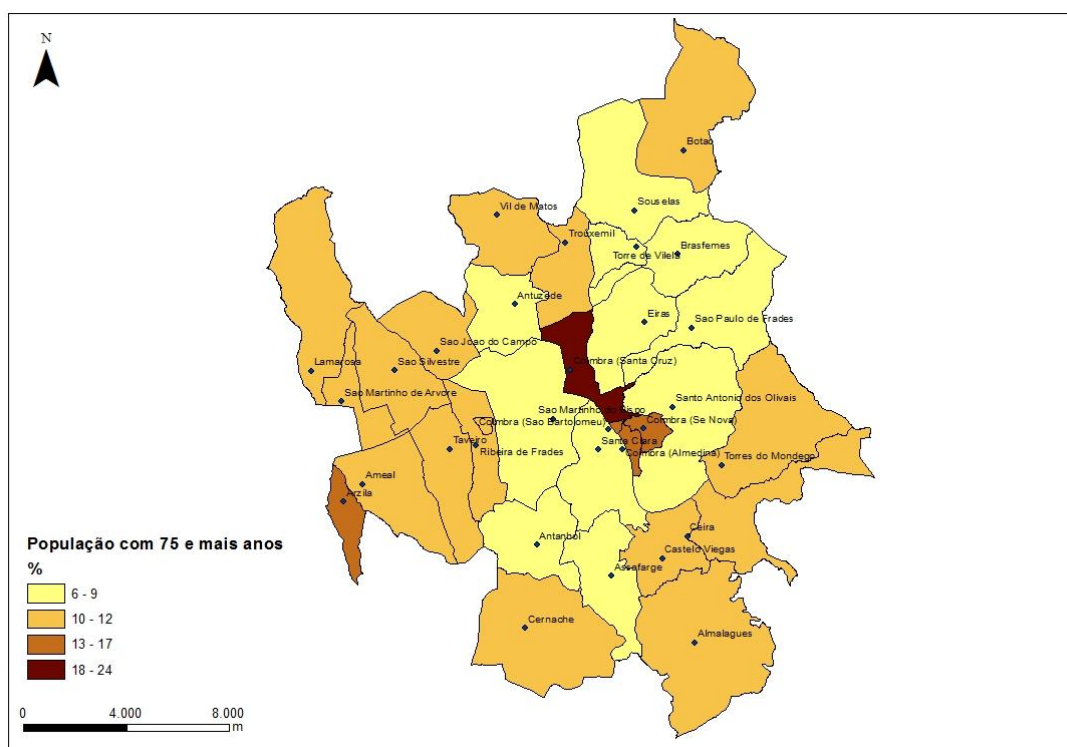


Fig.30: Proporção da população residente com 75 e mais anos de idade (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.

Fonte dos dados: INE (2011b).

O concelho de Coimbra apresenta valores elevados de **índice de envelhecimento**²³: 161,4 pessoas idosas por cada 100 jovens, com 129,8 idosos por cada 100 jovens do sexo masculino e 193,7 idosos por cada 100 jovens do sexo feminino. Relativamente ao envelhecimento total (homens e

²³ “Relação entre a população idosa e a população jovem, definida habitualmente como o quociente entre o número de pessoas com 65 ou mais anos e o número de pessoas com idades compreendidas entre os 0 e os 14 anos (expressa habitualmente por 100 (10²) pessoas dos 0 aos 14 anos).” (INE).

mulheres), todas as freguesias do concelho de Coimbra apresentam excesso de pessoas idosas por cada 100 jovens (fig.31). Quanto ao índice de envelhecimento no sexo feminino, todas as freguesias apresentam valores mais elevados comparativamente ao sexo masculino; o total do concelho apresenta 193,7 mulheres por cada 100 jovens, sendo a freguesia de São Bartolomeu a mais envelhecida com 734,8 mulheres idosas por cada 100 jovens, seguindo-se a freguesia de Almedina com 441,9 idosas por cada 100 jovens. Referentemente ao índice de envelhecimento no sexo masculino, o concelho apresenta 129,8 homens idosos por cada 100 jovens, sendo que a freguesia de São Bartolomeu exhibe os valores mais elevados, 277,3 idosos por cada 100 jovens, seguindo-se a freguesia de Almedina com 247,5 idosos por cada 100 jovens; apenas as freguesias de Eiras (85,3), Assafarge (93,4), São Paulo de Frades (94,9) e São Silvestre (99,2) apresentam valores inferiores a 100, registando menor população idosa masculina por cada 100 jovens. Assim, a freguesia de São Bartolomeu é claramente a mais envelhecida no contexto das freguesias do concelho: 511,1 (total), 734,8 (mulheres), 277,3 (homens), seguindo-se a freguesia de Almedina: 348,2 (total), 441,9 (mulheres) e 247,5 (homens). Em Portugal, o valor do índice de envelhecimento, em 2011, era de 127,8 e na Região Centro de 163,4. No País, o valor era de 127,8, no caso do sexo feminino: 152 e do género masculino: 104,8; relativamente à Região Centro, 163,4, 193,4 no caso das mulheres e 134,9 referentemente aos homens. As projeções demográficas, por exemplo, GONÇALVES e CARRILHO (2006), apontam para um aumento da população idosa, sendo um fator a ter em consideração visto que é um grupo vulnerável face aos extremos de temperatura e às ondas de calor e às ondas de frio.

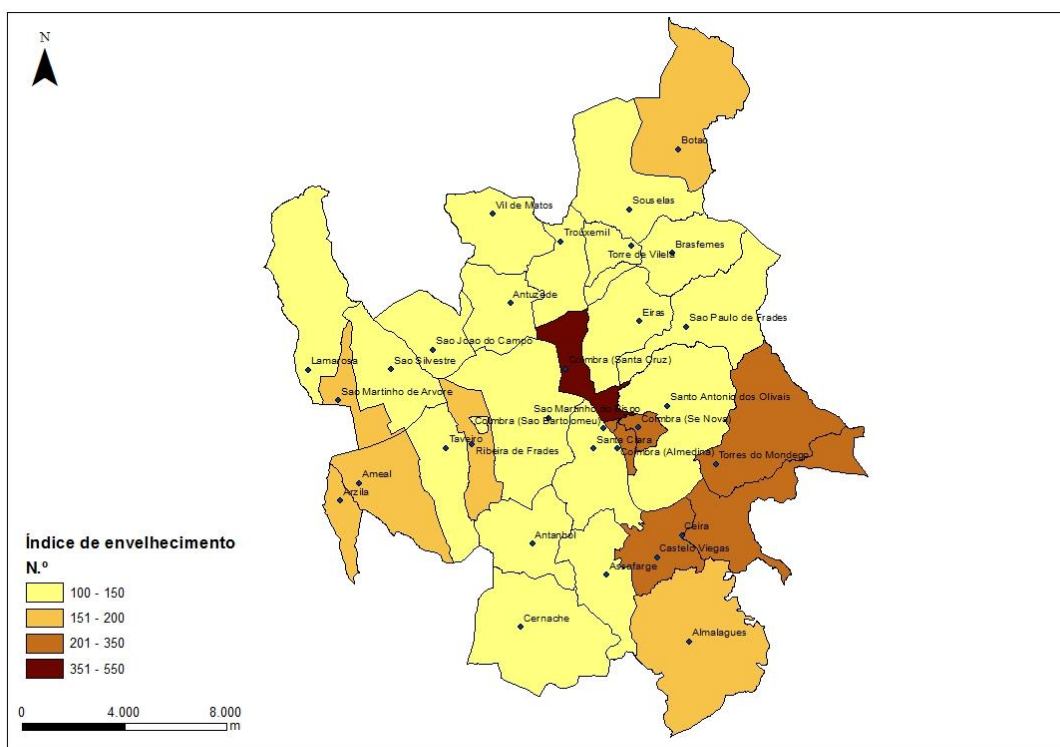


Fig.31: Índice de envelhecimento (n.º) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.
Fonte dos dados: INE (2011b).

Analisando o **índice de longevidade**²⁴, o concelho de Coimbra apresenta 48,19%, sendo a freguesia de São Bartolomeu aquela que apresenta os valores mais elevados (fig.32): 64,35% no caso do índice de longevidade total, 55,74% relativamente ao índice de longevidade no sexo masculino e 67,46% referente ao sexo feminino. Exceto a freguesia de Torres do Mondego, em todas as restantes, o índice de longevidade apresenta maiores valores no sexo feminino. Referentemente a Portugal, o índice de longevidade é de 47,86% e na região Centro de 49,86; no caso do sexo masculino, Portugal apresenta 43,79% e a Região Centro 46,08%; relativamente ao sexo feminino, Portugal apresenta 50,79% e a Região Centro 52,62%.

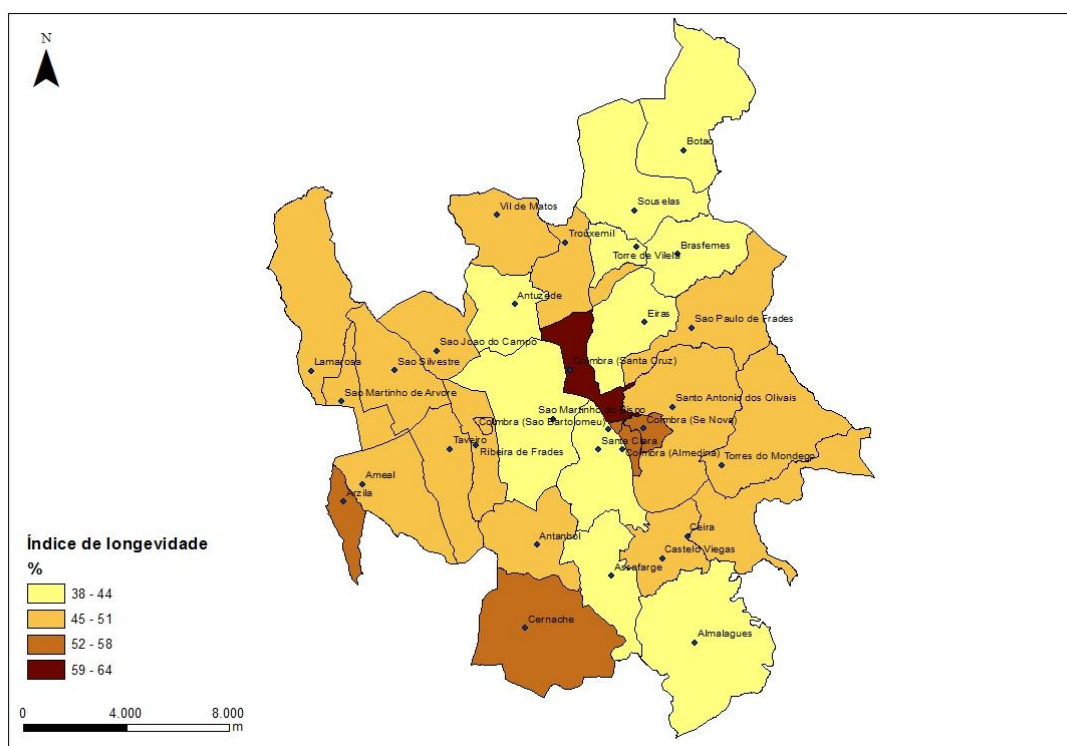


Fig.32: Índice de longevidade (%) da população residente nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.

Fonte dos dados: INE (2011b).

A **proporção de famílias clássicas unipessoais de pessoas com 65 ou mais anos de idade (%)**, ou seja, idosos sós, é de 10,16% no concelho de Coimbra, apresentando os maiores valores em São Bartolomeu com 27,41% e em Almedina com 19,95% (fig.33). Em Portugal, o valor é de 10,06% e na Região Centro é de 11,77%.

Referentemente à **população residente sem abrigo** em Portugal contavam-se 696 pessoas e na Região Centro 66 pessoas. No concelho, em 2001, existiam 13 pessoas sem abrigo, 9 em Santa Cruz, 3 em São Bartolomeu e 1 em Ceira.

²⁴ “Relação entre a população mais idosa e a população idosa, definida habitualmente como o quociente entre o número de pessoas com 75 ou mais anos e o número de pessoas com 65 ou mais anos (expressa habitualmente por 100 (10²) pessoas com 65 ou mais anos).” (INE).

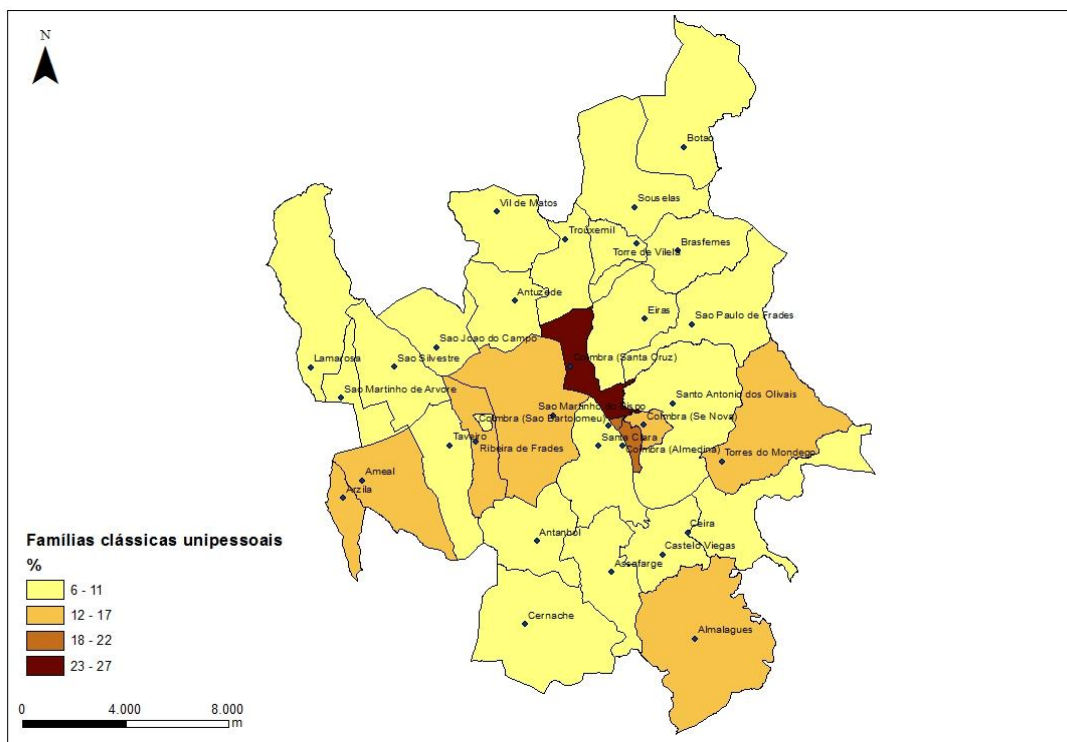


Fig.33: Proporção de famílias clássicas unipessoais de pessoas com 65 ou mais anos de idade (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.

Fonte dos dados: INE (2011b).

3.3.2. Educação

A taxa de analfabetismo (%) é de 3,59% no concelho, sendo mais elevada na freguesia de Arzila com 11,84% e na freguesia de São Bartolomeu (fig.34). Em todas as freguesias, a taxa de analfabetismo apresenta valores mais elevados no sexo feminino, sendo mais evidente na freguesia de Arzila com 19,81%. Em Portugal é de 5,22%; no sexo masculino 3,51% e no sexo feminino 6,77%. No caso da Região Centro a taxa de analfabetismo é de 6,38%, no sexo masculino é de 4,02% e no sexo feminino é de 8,50%.

Quanto à proporção da população residente com o ensino superior completo (%) é de 29,27% no concelho, mostrando os maiores valores em Sé Nova com 52,24% e em Santo António dos Olivais com 48,88% enquanto os menores valores se expõem em Lamarosa com 7,20% e em São João do Campo com 7,65% (fig.35). A proporção da população residente com o ensino superior completo é maior no sexo feminino, com exceção da freguesia de Almedina que apresenta 30,98%. Em Portugal é de 15,11%, no sexo masculino é de 12,78% e para o sexo feminino é de 17,16%. Referentemente à Região Centro é de 13,08%, no sexo masculino é de 10,50% e no sexo feminino é de 15,34%.

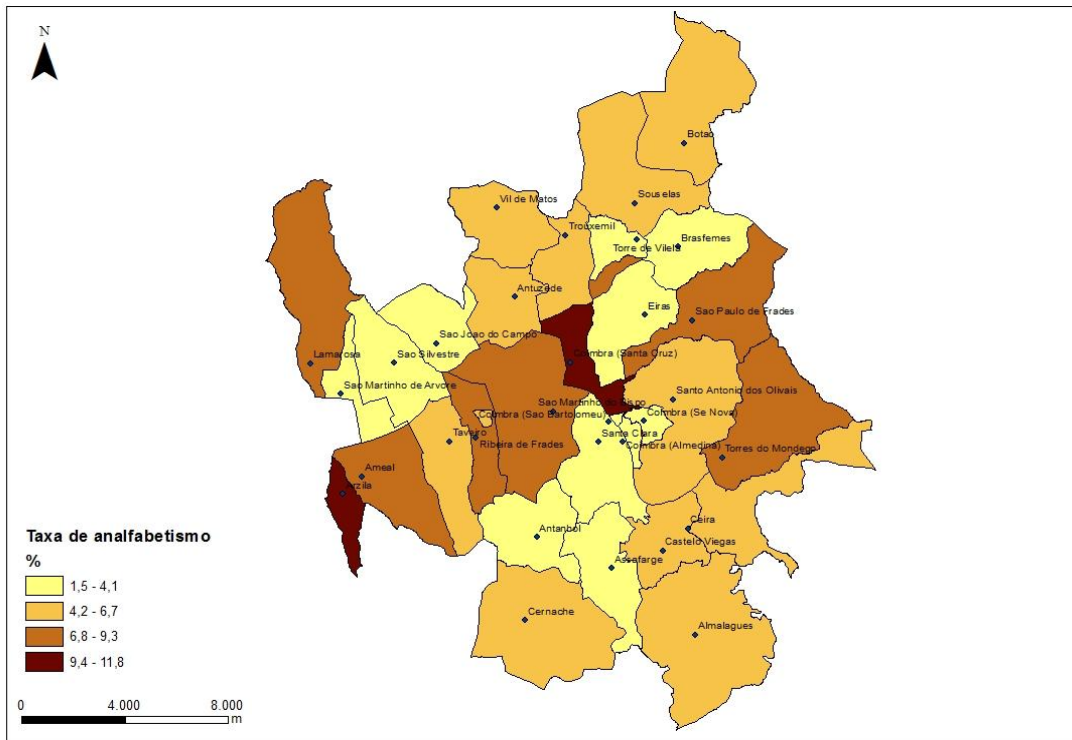


Fig.34: Taxa de analfabetismo (%) da população residente nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.

Fonte dos dados: INE (2011b).

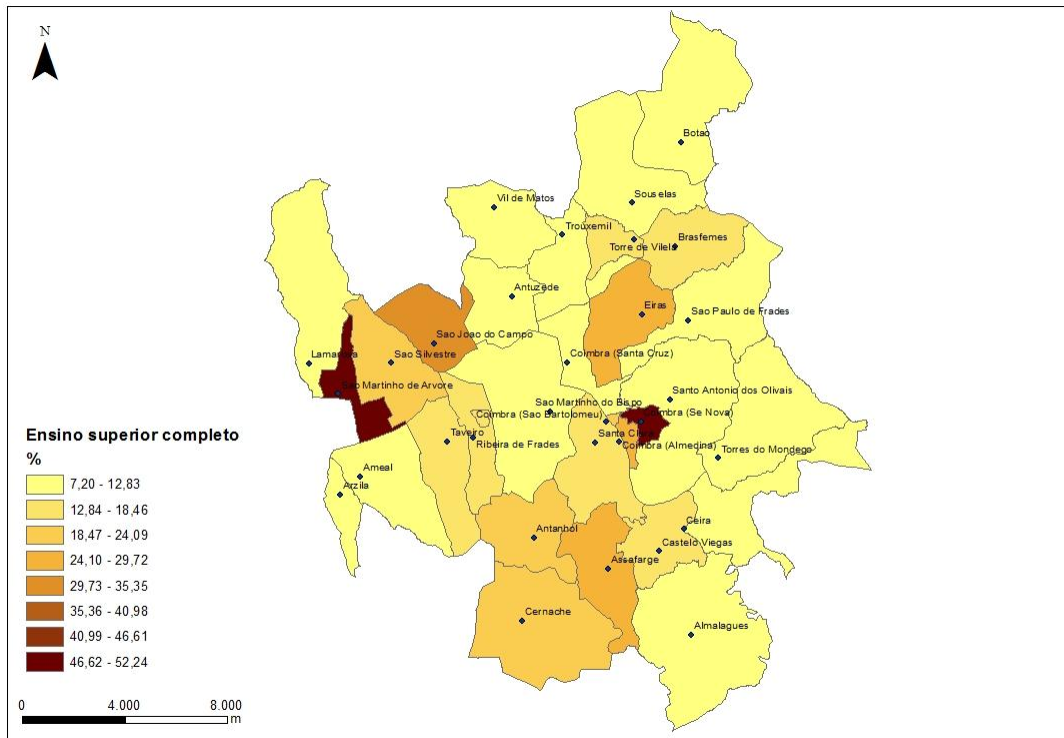


Fig.35: População com o ensino superior completo (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.

Fonte dos dados: INE (2011b).

3.3.3. Emprego

O concelho de Coimbra apresenta uma **taxa de desemprego** de 10,14%, sendo os valores mais elevados registados na freguesia de São Bartolomeu com 24,51% e Almedina com 17,84%, enquanto os menores valores registam-se na freguesia de Arzila com 6,85% (fig.36). Relativamente ao desemprego no sexo masculino, o concelho apresenta 11,11% de homens desempregados e a freguesia com maior percentagem de desempregados é São Bartolomeu com 32,54% e Almedina com 22,34%, em oposição, Arzila é a freguesia com menor número de desempregados: 5,56%. No caso do desemprego no sexo feminino o concelho de Coimbra apresenta 9,23%, sendo os maiores valores registados na freguesia de São Bartolomeu com 16,54% e Vil de Matos com 14,14%, enquanto a freguesia de Botão regista o menor valor (6,16%). Em 8 freguesias a taxa de desemprego apresenta valores superiores no sexo feminino relativamente ao sexo masculino. Em Portugal a taxa de desemprego total é de 13,18%, no sexo masculino é de 12,58% e no sexo feminino é de 13,83%. No caso da Região Centro é de 10,98%, no sexo masculino é de 9,99% e no sexo feminino é de 12,08%.

Analisando a **população empregada por setor de atividade económica (primário, secundário e terciário; %)** no concelho 84,26% trabalha no setor terciário, por contraste com 15,08% no setor secundário e 0,66% no setor primário. Em todas as freguesias há uma predominância de população empregada no setor terciário face aos outros setores. A freguesia com maior percentagem de população empregada no setor terciário é Sé Nova com 90,48%, enquanto a menor é Botão com 64,98%. Relativamente ao setor secundário, a maior percentagem regista-se em Botão com 34,56% e a menor em Almedina com 8,26%. No que concerne ao setor primário, a maior percentagem de população empregada verifica-se em São João do Campo com 3,47% (fig.37) e a menor em Brasfemes com 0%. Ocorre a predominância do setor terciário, com exceção da população masculina residente na freguesia do Botão, em que o setor secundário (57,10%) apresenta maior população empregada que o setor terciário (42,30%). Em Portugal a população empregue no setor primário é de 3,06%, no setor secundário é de 26,48% e no setor terciário é de 70,46%. No caso da Região Centro, a população empregada no setor primário é de 3,72%, no setor secundário é de 30,08% e no setor terciário é de 66,20%.

Relativamente à **proporção de profissionais mais socialmente valorizados**, em Portugal é de 22,24%, na Região Centro de 20,90 e em Coimbra de 37,15% (valor bastante superior aos valores nacional e regional). A freguesia de Sé Nova apresenta o maior valor (64,90%), seguindo-se Santo António dos Olivais (58,06%), enquanto o menor valor se encontra em São João do Campo (fig. 38).

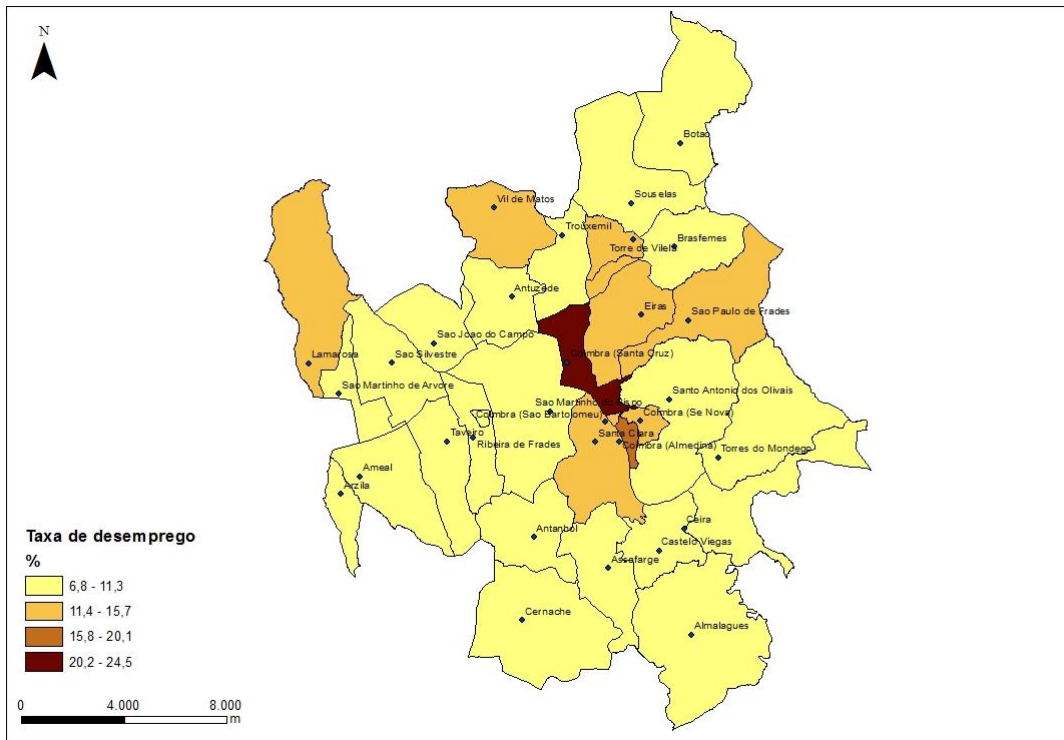


Fig.36: Taxa de desemprego (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.
 Fonte dos dados: INE (2011b).

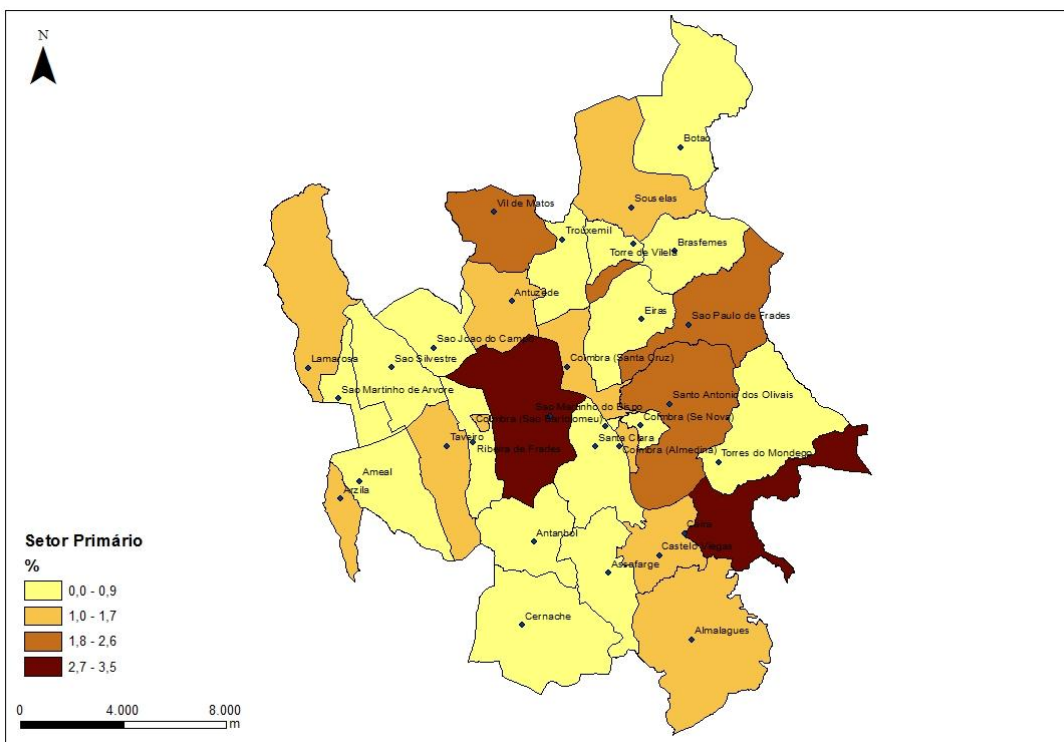


Fig.37: População empregada no setor primário de atividade económica (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.
 Fonte dos dados: INE (2011b).

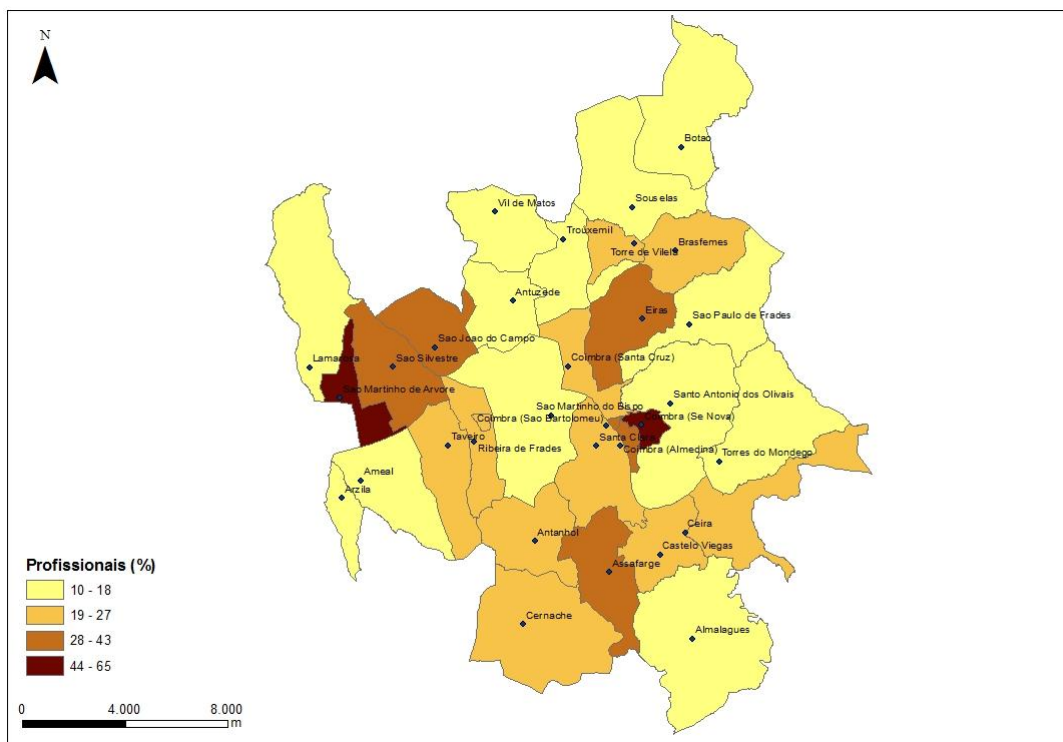


Fig.38: Proporção de profissionais socialmente mais valorizados (%) na população residente nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.

Fonte dos dados: INE (2011b).

3.3.4. Habitação

A **densidade de alojamentos (aloj./km²)** é de 248,76 aloj./km² no concelho, sendo maior na freguesia de São Bartolomeu com 3850,10 aloj./km², seguindo-se Sé Nova com 3440,46 aloj./km², por oposição à freguesia de Vil de Matos, apenas com 38,93 aloj./km² (fig.39). Em Portugal é de 63,75 aloj./km² e na Região Centro é de 51,37 aloj./km².

A **idade média dos edifícios (ano)** é de 38,01 anos no concelho de Coimbra (maior valor do que o registado em Portugal, 37,92 anos e menor do que o registado na Região Centro 38,17 anos), sendo o menor valor correspondente à freguesia de Torre de Vilela com 25,39 anos e o maior valor de 94,16 anos na freguesia de Almedina (fig.40).

Quanto à **proporção de edifícios muito degradados (%)**, no concelho é de 1,71% e os maiores valores são de 5,74% na freguesia de Torres do Mondego (fig.41). No caso de Portugal é de 1,67% e da Região Centro é de 1,74%.

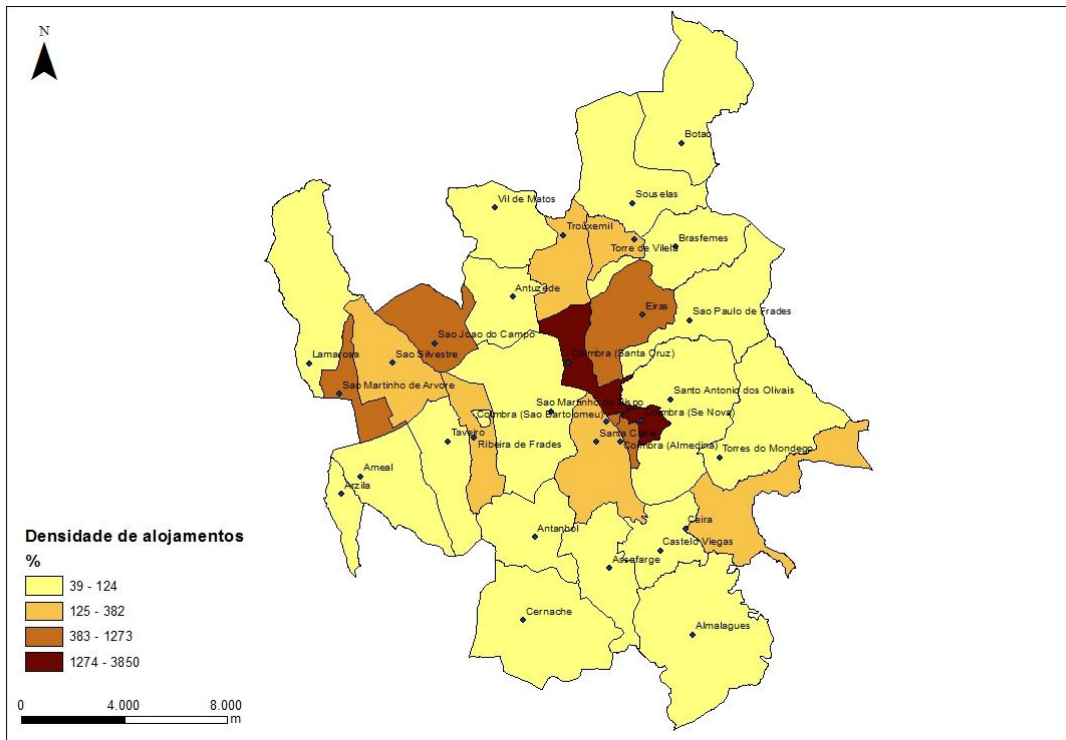


Fig.39: Densidade de alojamentos (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.
Fonte dos dados: INE (2011b).

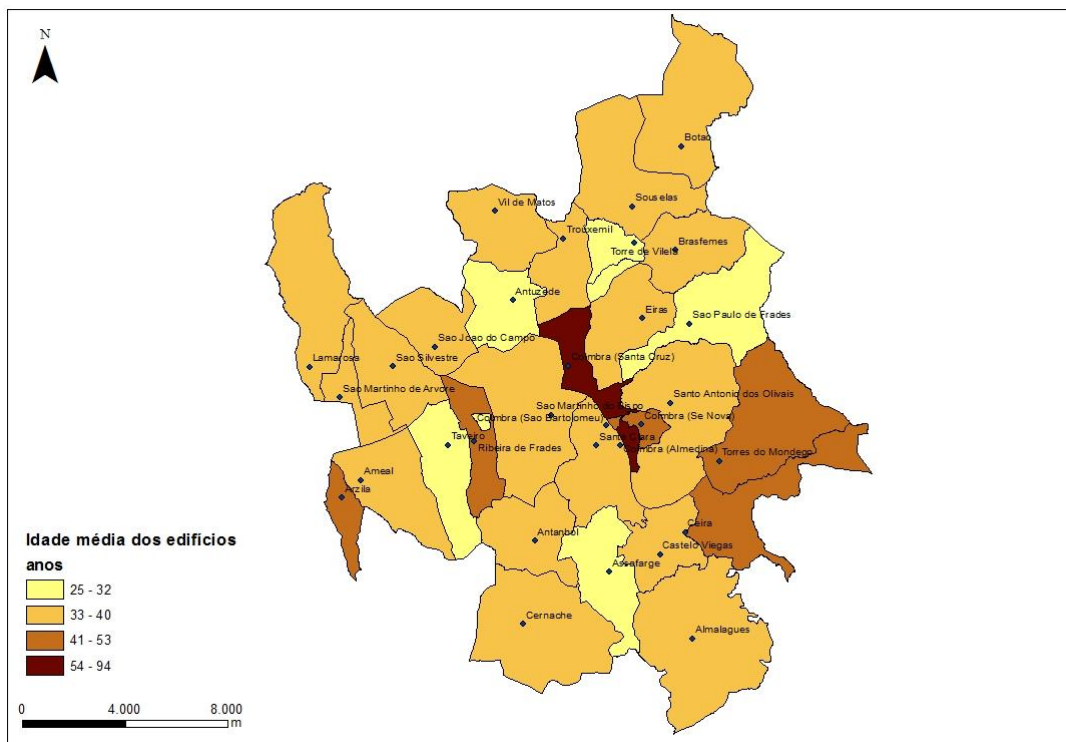


Fig.40: Idade média dos edifícios (ano) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.
Fonte dos dados: INE (2011b).

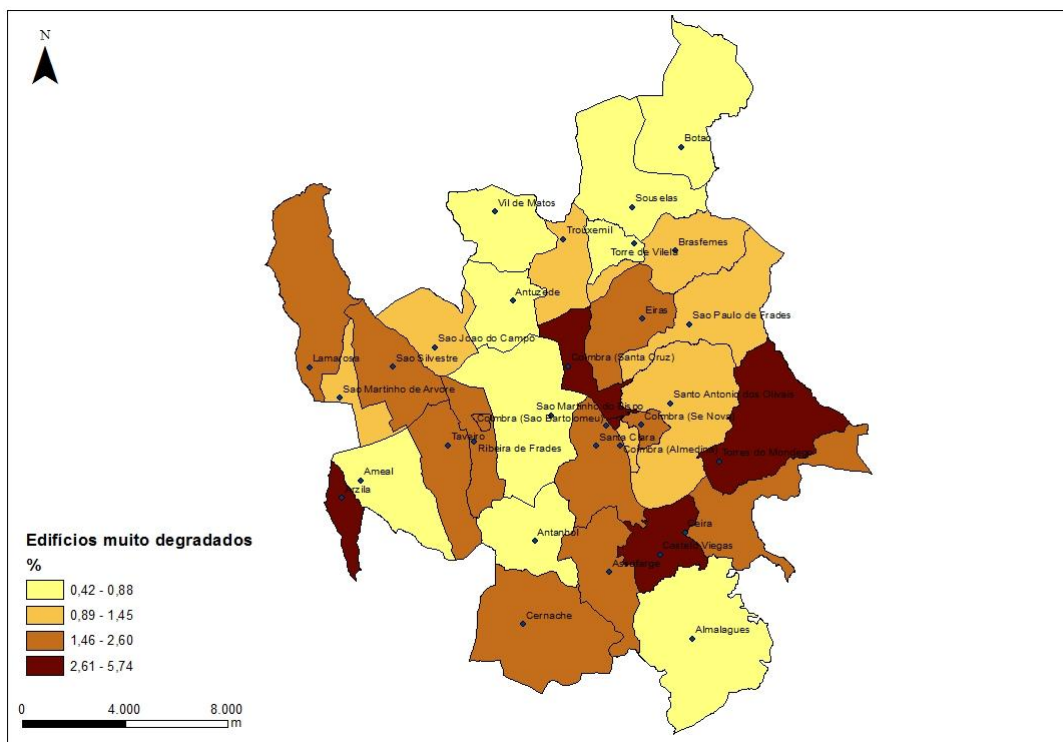


Fig.41: Proporção de edifícios muito degradados (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011. Fonte dos dados: INE (2011b).

Quanto a **alojamentos familiares de residência habitual e existência de ar condicionado**, no concelho apenas 10,46% dos alojamentos tinham ar condicionado, sendo os maiores valores registados nas freguesias de Santo António dos Olivais com 14,60% e Sé Nova com 13,71%. A nível concelhio, 89,54% dos alojamentos não têm ar condicionado e as freguesias de Botão (96,96%), Almedina (96,08%) e São Bartolomeu (95,96%) apresentam os valores mais elevados (fig.42). A nível nacional 89,81% e a nível da Região Centro, 92,61% dos alojamentos não têm ar condicionado.

Quanto aos **alojamentos familiares de residência habitual e existência de aquecimento**, a nível nacional 14,01% dos alojamentos familiares não possui sistema de aquecimento, a nível da Região Centro é de 5,76% e no concelho de Coimbra é de 6,77%. A freguesia com o valor mais elevado relativo à ausência de sistema de aquecimento é a de São Bartolomeu (21,89%) seguindo-se a freguesia de Almedina com 14,46% (fig.43). Analisando a existência de ar condicionado e de sistema de aquecimento nos alojamentos familiares de residência habitual, verifica-se que estes estão mais bem adaptados ao frio do que ao calor.

A nível concelhio, 1,34% dos **alojamentos familiares de residência habitual não possuíam instalação de banho ou duche (%)** e a freguesia de São Bartolomeu apresenta a maior percentagem (8,42%). Em Portugal 1,98% dos alojamentos familiares de residência habitual não possui instalação de banho ou duche, enquanto na Região Centro o valor é de 2,20%.

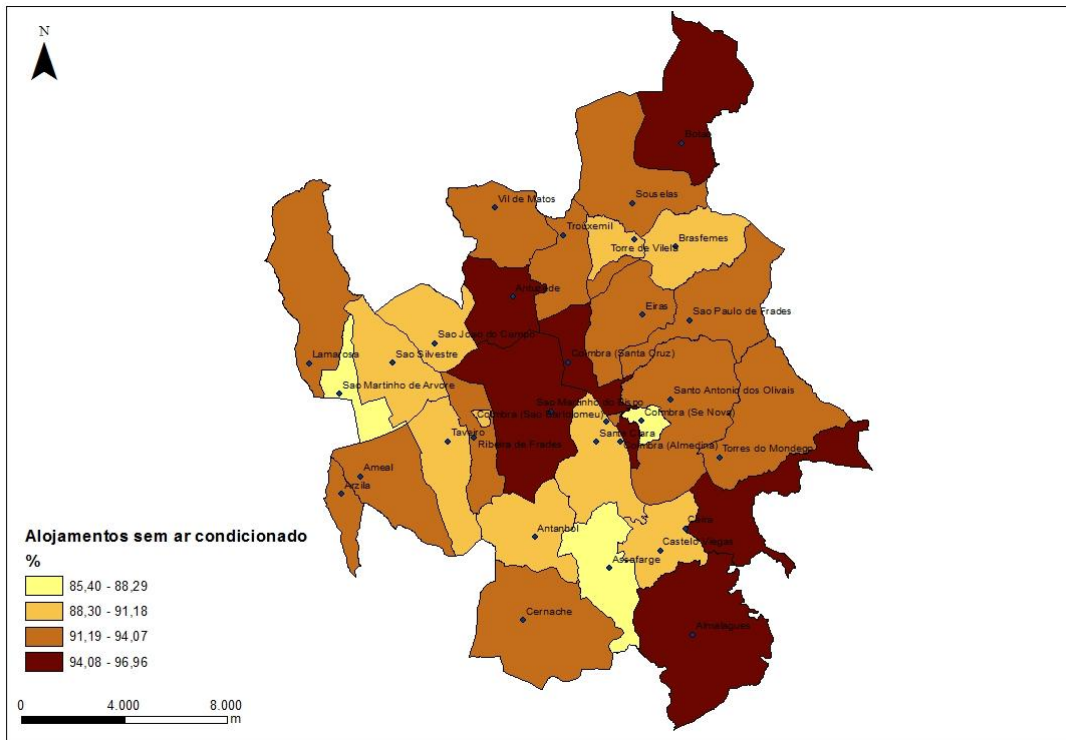


Fig.42: Alojamentos familiares de residência habitual sem existência de ar condicionado (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.

Fonte dos dados: INE (2011b).

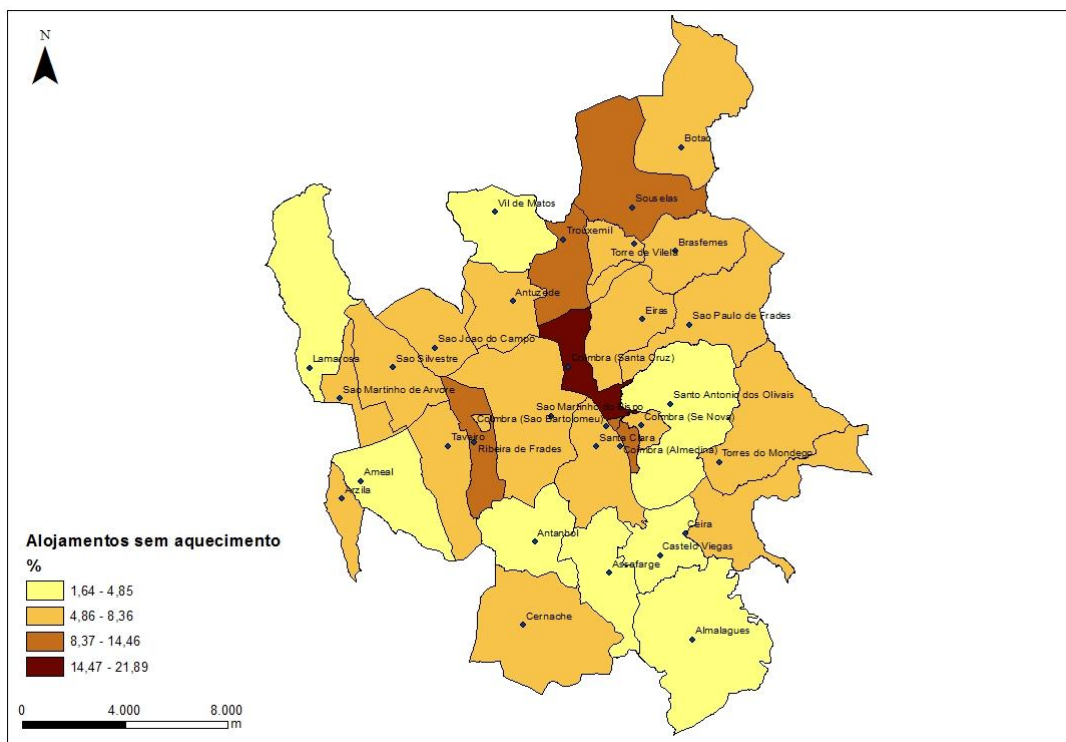


Fig.43: Alojamentos familiares de residência habitual sem existência de sistema de aquecimento (%) nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.

Fonte dos dados: INE (2011b).

3.3.5. Síntese

Através dos mapas construídos para os diversos indicadores de demografia, educação, emprego e habitação das freguesias do concelho de Coimbra, identificam-se diferentes três tipos de áreas, em termos de vulnerabilidade, sendo que essa análise será mais aprofundada no capítulo sobre a vulnerabilidade social ao nível das freguesias no concelho de Coimbra. Esta análise é importante, pois, por exemplo, XU *et al.* (2013) no caso de Barcelona indicam que a vulnerabilidade face ao calor é maior em áreas com edifícios antigos, falta de espaços verdes e com maior percentagem de trabalhadores manuais.

Assim, a área mais crítica, com maior envelhecimento populacional, menores condições habitacionais, baixos níveis educacionais corresponde às freguesias do centro histórico como Santa Cruz e São Bartolomeu; seguindo-se as freguesias rurais da periferia do concelho, como São João do Campo, Torres do Mondego ou São Silvestre; enquanto as freguesias mais urbanas e periurbanizadas pertencentes à cidade são as que apresentam menor proporção de população idosa, maiores níveis educacionais, maior população empregada no setor terciário e melhores condições habitacionais, como Santo António dos Olivais e Santa Clara.

4. Vulnerabilidade Social

4.1. Enquadramento teórico

Apresentam-se, a título de exemplo, alguns estudos relativos à vulnerabilidade, nomeadamente vulnerabilidade social: CUTTER *et al.* (2003), MENDES (2009), MENDES *et al.* (2009), MENDES *et al.* (2011), CUNHA *et al.* (2011), FREITAS e CUNHA (2012), CUNHA (2013), NOSSA *et al.* (2013) e FREITAS *et al.* (2013).

MENDES *et al.* (2011: 96, citando KUHLCHE *et al.*, 2011) indicam que a vulnerabilidade é “um produto de determinados contextos espaciais, socioeconómicos, demográficos, culturais e institucionais, pelo que a sua abordagem é sensível às condições locais e à dimensão temporal”.

De acordo com CUNHA *et al.* (2011: 627, citando UN-ISDR, 2009) a vulnerabilidade é “a propensão da população exposta ou dos recursos económicos sofrerem perdas na dependência das suas características físicas, sociais, políticas, económicas, culturais e institucionais” envolvendo “a exposição de pessoas e bens e, por outro, o nível de resistência e de resiliência de indivíduos e comunidades quando expostos a processos e eventos potencialmente prejudiciais”, isto é, a vulnerabilidade social.

NOSSA *et al.* (2013: 55, citando MENDES *et al.* 2011:98) indicam que a vulnerabilidade social é estimada a partir de características individuais de uma população, como por exemplo, a idade, o sexo, condições de habitação, rendimento, escolaridade; refletindo desigualdades e suscetibilidades no espaço e no tempo; sendo uma condição de “fragilidade ou fraqueza coletiva” (NOSSA *et al.*, 2013: 55, citando CUTTER *et al.*, 2003, THYWISSEN, 2006 e MENDES *et al.* 2011). Para MENDES *et al.* (2009: 2 citando WISNER *et al.*, 2004 e HUFSCHIMDT *et al.*, 2005) “a vulnerabilidade social representa o nível de resiliência e resistência dos indivíduos e comunidades, quando expostas a processos ou eventos perigosos”. Assim, a vulnerabilidade social está relacionada com as desigualdades sociais, económicas e ligada a situações de pobreza e à classe social.

A vulnerabilidade social pode ser decomposta em criticidade e capacidade de suporte (MENDES *et al.*, 2009; MENDES *et al.*, 2011; CUNHA *et al.*, 2011). MENDES *et al.* (2009: 3) definem criticidade, como o “conjunto de características individuais e comportamentais que podem contribuir para a rutura do sistema” enquanto capacidade de suporte do território é “o conjunto de infra-estruturas territoriais que permitem à comunidade reagir em caso de desastre”. MENDES *et al.* (2009: 5) mencionam que “quanto maior for a vitalidade económica, mais baixo será o nível de criticidade, uma vez que as comunidades e os indivíduos aí residentes possuem maiores recursos, sendo capazes de recuperar mais facilmente dos danos provocados” pela manifestação de um risco.

4.2. Vulnerabilidade social no concelho de Coimbra

4.2.1. Enquadramento teórico

CUNHA *et al.* (2011: 629) através de uma análise fatorial de componentes principais (ACP) calcularam a criticidade e a capacidade de suporte através da análise de variáveis de “demografia, edifícios, economia, educação, justiça, saúde, habitação, proteção civil, apoio social e investimento ambiental”, resultando na vulnerabilidade social ao nível da freguesia para o concelho de Coimbra, entre outros.

Quanto à criticidade, a freguesia de Almedina registou valores elevados, sendo uma freguesia de urbanização mais antiga localizada no centro da cidade com elevados quantitativos percentuais de população idosa; por outro lado, esta freguesia não apresenta uma capacidade de suporte elevada (MENDES *et al.*, 2011; CUNHA *et al.* (2011: 633).

Os elevados níveis de criticidade no concelho de Coimbra, devem-se, sobretudo, à presença de população idosa, apresentando um elevado contraste com a boa capacidade de suporte a nível municipal (MENDES *et al.* 2009; MENDES *et al.*, 2011).

No caso da freguesia de Santo António dos Olivais, esta apresenta uma elevada criticidade visto que possui elevados quantitativos de população residente, especialmente no que diz respeito a população idosa e a crianças com menos de 5 a nos de idade; contudo, apresenta, também, uma elevada capacidade de suporte, devido à “rede densa e diversificada de equipamentos de saúde, sociais, culturais e educacionais”, sendo importantes para a “prevenção e mitigação do risco e na implementação do socorro e emergência” (MENDES *et al.* 2009: 15).

O Plano de Desenvolvimento Social 2010-2013 para o concelho de Coimbra, é um documento de Planeamento Estratégico e tem como objetivo a promoção do desenvolvimento social local, através da redução da pobreza e da exclusão social, tendo em vista a melhoria das condições de vida da população, o que é importante para a redução da vulnerabilidade social. Segundo o Diagnóstico Social do concelho de Coimbra, os principais problemas da população idosa são: insuficiência de lares, insuficiência de respostas para a patologia mental (Alzheimer), défice de serviço de apoio domiciliário, baixos valores de reforma/subsídios, viver sozinha (CONSELHO LOCAL DE ACÇÃO SOCIAL DE COIMBRA, 2010: 13). No caso da população sem-abrigo é objetivo desenvolver o diagnóstico da saúde física e mental (CONSELHO LOCAL DE ACÇÃO SOCIAL DE COIMBRA, 2010: 21), mostrando, assim, a relevância do planeamento para a redução da vulnerabilidade social.

4.2.2. Cartografia da vulnerabilidade social em Coimbra

Para construir o mapa das freguesias de Coimbra mais vulneráveis, recolheram-se indicadores referentes à demografia, educação, condições económicas e habitacionais. Foram utilizados 17 indicadores, ao nível da freguesia do concelho de Coimbra, datando do recenseamento de 2011 (quadro 10).

Quadro 10: Indicadores usados para a análise de vulnerabilidade social.

	Indicadores
Demografia	Densidade populacional (nº/km ²)
	Proporção da população residente com 75 ou mais anos (proporção de população muito idosa)
	Índice de envelhecimento
	População residente sem abrigo
	Proporção de núcleos familiares monoparentais
	Proporção de famílias clássicas unipessoais de pessoas com 65 ou mais anos de idade (%) (idosos sós)
	Dificuldades (n.º) da população residente em ver
	Dificuldades (n.º) da população residente em tomar banho ou vestir-se sozinho
	Dificuldades (n.º) da população residente em compreender os outros ou fazer-se compreender
Educação	Taxa de analfabetismo
	Taxa de abandono escolar
Economia	Proporção de profissionais socialmente mais valorizados
	Taxa de desemprego
	População empregada no setor primário de atividade económica
Habitação	Idade média dos edifícios
	Proporção de edifícios muito degradados
	Famílias clássicas (n.º) nos alojamentos familiares clássicos e com área útil por ocupante inferior a 10 m ²

Para cada indicador, ordenou-se de forma decrescente de “gravidade”, colocando-se o valor que cada freguesia ocupa nessa ordem (1 a 31, pois são 31 freguesias). A título de exemplo, no caso do índice de envelhecimento, ordenou-se por ordem decrescente, atribuindo-se o valor 1 à freguesia com o maior valor, o valor 2 à freguesia com o segundo valor mais elevado e assim por diante. Procedendo-se com o mesmo método para os restantes indicadores. No final, somaram-se os “rankings” de cada freguesia relativos aos 17 indicadores em análise, resultando um “ranking” final para a vulnerabilidade das freguesias (quadro 11).

Segundo os mapas elaborados por CUNHA *et al.* (2011: 634), os maiores valores de criticidade encontram-se nas freguesias do centro histórico da cidade de Coimbra; relativamente à capacidade de suporte é muito elevada na freguesia de Santo António dos Olivais. Sendo que relativamente à vulnerabilidade social, há uma semelhança na distribuição do ranking de vulnerabilidade nas freguesias, no mapa elaborado por CUNHA *et al.* (2011: 635) e o elaborado nesta dissertação (fig.44).

As freguesias mais vulneráveis são Santa Cruz (117), São Bartolomeu (141), Sé Nova (153); em oposição, as menos vulneráveis são Brasfemes (376), Torre de Vilela (360) e Assafarge (351) (quadro 11)

São identificadas três áreas de vulnerabilidade no concelho de Coimbra: uma correspondente ao centro histórico que é a mais vulnerável, correspondendo às freguesias de Santa Cruz, São Bartolomeu e Sé Nova; seguindo-se uma área rural também vulnerável (mas de menor intensidade) que corresponde às freguesias de Ceira, Torres do Mondego, São João do Campo, São Silvestre e São Martinho de Árvore e outra área menos vulnerável, sendo uma área de expansão urbana, correspondendo às freguesias que incluem para além de áreas urbanas consolidadas, áreas periurbanas e áreas de expansão urbana recente, como Santo António dos Olivais e Santa Clara (fig.44).

Quadro 11: Ranking de cada indicador demográfico e vulnerabilidade social nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.

Freguesias	Dens pop	Ind env	Pop ≥75 anos	Fam unip ≥65anos	Fam monop	S/abrigo	Tx analf	Tx aband escolar	Tx des	Prof socialmente + valorizados	Pop setor 1°	Dif banho vestir	Dif compr	Dif ver	Edif degradados	Idade edif	<10 m²	TOTAL
Almalaguês	28	8	11	8	22	4	13	24	28	10	7	9	11	8	29	17	21	230
Ameal	26	9	8	10	30	4	3	19	27	7	16	15	19	21	30	18	14	250
Antanhol	18	24	23	27	23	4	22	12	11	23	19	19	18	18	26	21	19	309
Antuzede	16	21	26	20	25	4	12	24	12	11	11	18	20	20	23	28	13	288
Arzila	25	10	4	5	31	4	1	24	31	2	17	30	31	30	5	6	20	251
Assafarge	15	31	30	29	27	4	25	5	19	27	16	21	24	22	14	27	15	336
Botão	30	13	19	24	13	4	11	24	30	4	17	23	25	23	31	15	14	290
Brasfemes	21	26	28	28	28	4	28	24	24	17	20	24	22	22	22	20	18	355
Castelo Viegas	19	7	10	17	11	4	10	17	14	21	14	16	15	24	3	11	19	213
Ceira	14	5	9	12	9	3	18	23	13	14	2	8	10	9	10	5	11	161
Cernache	22	17	7	15	24	4	19	8	21	22	14	7	7	10	15	25	10	225
Coimbra (Almedina)	7	2	2	2	4	4	26	2	2	28	15	29	30	27	19	1	15	208
Coimbra (Santa Cruz)	5	3	3	3	3	1	21	13	3	26	15	4	4	5	2	3	3	112
Coimbra (São Bartolomeu)	2	1	1	1	2	2	2	1	1	19	18	25	26	25	4	2	9	139
Coimbra (Sé Nova)	1	4	5	4	1	4	30	16	10	31	10	5	8	7	6	4	7	152
Eiras	4	30	31	25	5	4	27	11	7	25	10	3	3	3	11	13	5	213
Lamarosa	29	22	15	11	15	4	5	3	9	3	10	12	16	16	9	22	15	187
Ribeira de Frades	12	11	13	6	14	4	6	24	22	16	14	20	21	17	7	8	8	211
Santa Clara	6	16	16	19	7	4	29	7	20	29	6	3	5	4	17	14	4	200
Santo António dos Olivais	3	12	14	13	6	4	31	9	25	30	1	1	1	1	20	12	1	181
São João do Campo	17	20	24	9	19	4	7	21	29	1	5	17	13	14	27	19	17	246
São Martinho de Árvore	20	23	22	26	29	4	8	24	4	5	11	28	28	29	16	29	18	304
São Martinho do Bispo	8	15	18	22	10	4	20	10	18	24	3	2	2	2	13	10	2	175
São Paulo de Frades	9	28	27	23	8	4	24	22	8	18	9	6	6	6	8	16	6	219
São Silvestre	13	27	25	31	20	4	14	18	26	6	4	13	12	12	18	24	16	270
Souselas	24	14	21	21	21	4	17	6	17	8	8	10	9	11	28	26	17	238
Taveiro	23	19	17	16	18	4	15	20	16	20	12	22	23	19	12	30	16	279
Torre de Vilela	11	29	29	30	26	4	23	14	5	15	18	27	27	26	24	31	21	349
Torres do Mondego	27	6	6	7	16	4	4	24	23	13	13	14	17	13	1	7	12	180
Trouxenil	10	18	20	14	12	4	9	15	15	12	12	11	14	15	21	9	10	211
Vil de Matos	31	25	12	18	17	4	16	4	6	9	13	26	29	28	25	23	21	276

A vulnerabilidade é mais elevada nas freguesias com maior concentração e exposição populacional, nomeadamente, onde a população apresenta 65 ou mais anos de idade, contudo, também é elevada nas áreas mais rurais, embora com menor intensidade.

Para reduzir a vulnerabilidade, é importante melhorar as condições de habitabilidade assim como de equipamentos coletivos e/ou sociais que acolhem os principais grupos de risco, como é o exemplo de lares de idosos, creches e hospitais. Assim, importa diminuir as condições precárias de habitabilidade, melhorar a eficiência térmica das habitações, atendendo à qualidade dos materiais de construção e incrementar a existência de ar condicionado e de sistema de aquecimento. NUNES *et al.* (2008: 34) estimaram a redução do risco de morrer em 40%, devido à existência de ar condicionado nos serviços de internamento hospitalar durante a onda de calor de 2003, em Portugal.

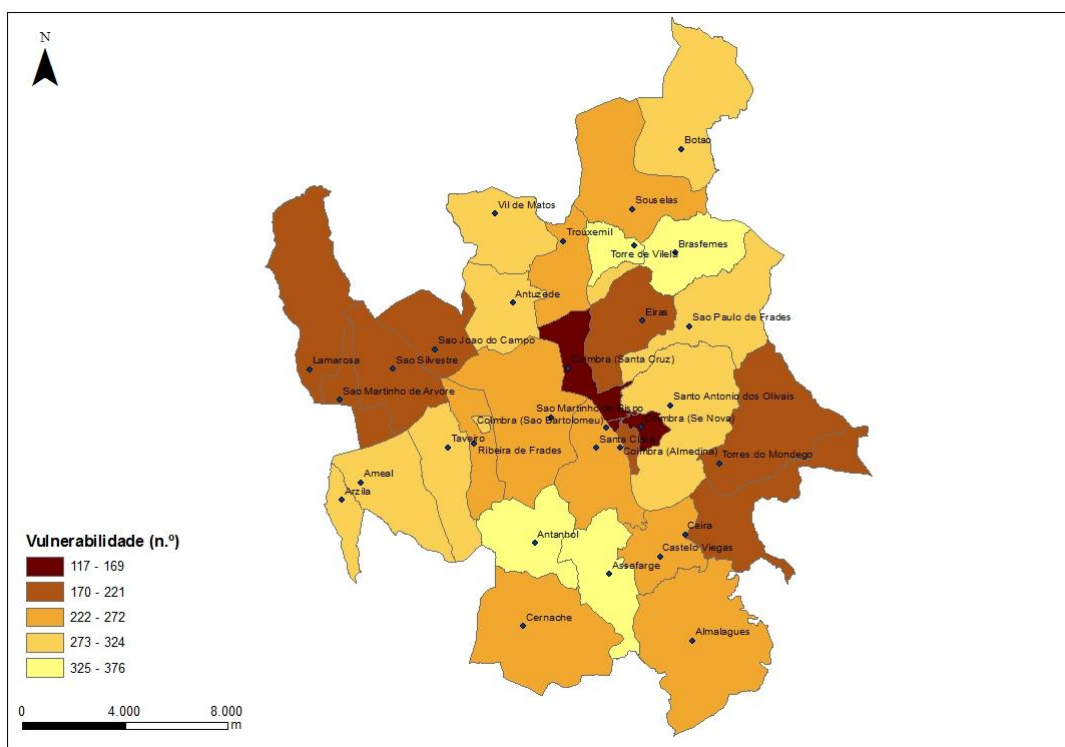


Fig.44: Vulnerabilidade da população residente nas freguesias do concelho de Coimbra em 2011.

5. Ondas de calor e ondas de frio em Coimbra

5.1. Metodologia para a determinação de ondas de calor e de ondas de frio

A série de dados de temperaturas em estudo é longa, desde 1865 até 2013, sendo importante para observar as variações e as tendências do clima. O conhecimento das condições climáticas de uma determinada área é importante para o ordenamento do território, de maneira a reduzir o risco de mortalidade associado a ondas de calor e a ondas de frio através da redução da vulnerabilidade face a esses riscos climáticos.

Os cálculos das normais climatológicas iniciam-se no primeiro ano de cada década²⁵, de acordo com a OMM, a título de exemplo 1901-1930, 1911-1940, 1921-1950 e assim sucessivamente.

Visto que a série de dados de temperaturas em estudo é longa, procurou-se um método de análise desses dados de forma igualitária. Nesse sentido, construíram-se normais climatológicas (conjuntos de 30 anos), para obter períodos de referência para a análise dos dados. Para a determinação das normais climatológicas, primeiro calcularam-se os valores mensais das temperaturas mínimas diárias e das temperaturas máximas diárias, determinando-se a média para o conjunto de 30 anos.

Consultaram-se boletins meteorológicos mensais do IGUC para a recolha dos valores de temperatura mínima diária e temperatura máxima diária.

Recolheram-se os valores das normais climatológicas publicadas, contudo para os casos em que não se encontravam publicadas, houve a necessidade de proceder ao seu cálculo.

Assim, as normais climatológicas calculando-se do seguinte modo, por exemplo: de 1 de janeiro de 1901 a 31 de dezembro de 1930, 1 de janeiro de 1911 a 31 de dezembro de 1940, 1 de janeiro de 1921 a 31 de dezembro de 1950 e assim sucessivamente, abarcando períodos de 30 anos.

Por exemplo, iniciou-se a construção da primeira normal climatológica em 1865 – 1894 (a única exceção à regra anteriormente referida), retomando-se em 1871 – 1900, 1881 – 1910, 1891 – 1920, 1901 – 1930, 1911 – 1940, 1921 – 1950, 1931 – 1960, 1941 – 1970, 1951 – 1980, 1961 – 1990, 1971 – 2000 e 1981 – 2010.

A análise dos dados de temperatura máxima diária e de temperatura mínima diária para a averiguação da existência de ondas de calor e de ondas de frio foi efetuada por décadas. Para cada normal climatológica de referência analisou-se a década intermédia dessa normal. Exemplificando, a normal climatológica de 1871 – 1900 serviu de referência para os anos de 1880 a 1889; a normal climatológica de 1881 – 1910, foi considerada período de referência para os anos de 1890 a 1899 e assim sucessivamente. Apenas são exceções, a normal climatológica de 1865 – 1894 que por se reportar ao início da série em estudo serviu de referência para a análise dos dados de 1865 a 1879 e a normal climatológica de 1981 – 2010 que para além de analisar os dados de 1990 a 1999, serviu de referência para os anos de 2000 a 2013 (quadro 12).

²⁵ <http://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/clima/index.html?page=normais.xml> (acesso em 29/7/2014).

Quadro 12: Anos analisados de acordo com as normais climatológicas de referência consideradas.

Normal Climatológica	Anos analisados	Décadas analisadas
1865 - 1894	1865-1879	60 e 70
1871 - 1900	1880-1889	80
1881 - 1910	1890-1899	90
1891 - 1920	1900-1909	1900
1901 - 1930	1910-1919	10
1911 - 1940	1920-1929	20
1921 - 1950	1930-1939	30
1931 - 1960	1940-1949	40
1941 - 1970	1950-1959	50
1951 - 1980	1960-1969	60
1961 - 1990	1970-1979	70
1971 - 2000	1980-1989	80
1981 - 2010	1990-2013	90, 2000 e 10

Considera-se a existência de onda de calor quando num período de pelo menos seis dias consecutivos, o valor da temperatura máxima diária é superior em pelo menos 5° C ao valor médio de referência (definição adotada pelo IPMA que segue o conceito da OMM).

Foram analisadas as temperaturas máximas diárias dos meses de junho, julho e agosto por corresponderem em termos climatológicos à estação do verão (IM e AEMET, 2011: 24), a estação mais quente e seca.

Ao valor médio mensal, da normal climatológica, da temperatura máxima, para os meses de junho, julho e agosto, foram adicionados 5°C, tendo sido esse valor considerado o limiar para se determinar a existência de ondas de calor, ou seja, a temperatura máxima diária deve ser igual ou superior a esse valor (quadro 13).

Relativamente às ondas de frio, como se referiu, a definição seguida nesta dissertação é a adotada pelo IPMA que segue o conceito determinado pela OMM, ao considerar a existência de onda de frio quando num período de no mínimo seis dias consecutivos, o valor da temperatura mínima diária é inferior em pelo menos 5° C ao valor médio de referência (da normal climatológica).

Foram analisadas as temperaturas mínimas diárias dos meses de dezembro, janeiro e fevereiro por corresponderem em termos climatológicos à estação de inverno (IM e AEMET, 2011: 24), a estação mais fria.

Ao valor médio mensal, da normal climatológica, da temperatura mínima, para os meses de janeiro, fevereiro e dezembro, foram subtraídos 5°C, tendo sido esse valor considerado o limiar para se determinar a existência de ondas de frio, ou seja, a temperatura mínima diária deve ser igual ou inferior a esse valor (quadro 14).

Quadro 13: Média das temperaturas máximas mensais de junho, julho e agosto das normais climatológicas de referência e respectivo valor considerado para determinar a existência de ondas de calor.

Normal Climatológica	Valor limiar considerado para determinar a existência de ondas de calor					
	Média das temperaturas máximas mensais (°C)			Média das temperaturas máximas mensais + 5°C		
	Junho	Julho	Agosto	Junho	Julho	Agosto
1865 - 1894	24,9	26,8	27,4	29,9	31,8	32,4
1871 - 1900	24,5	27,3	27,6	29,5	32,3	32,6
1881 - 1910	24,7	27,6	27,8	29,7	32,6	32,8
1891 - 1920	24,9	27,6	27,8	29,9	32,6	32,8
1901 - 1930	25,1	27,5	28,1	30,1	32,5	33,1
1911 - 1940	25,4	27,8	28,8	30,4	32,8	33,8
1921 - 1950	26,3	28,6	29,6	31,3	33,6	34,6
1931 - 1960	26,1	28,9	29,3	31,1	33,9	34,3
1941 - 1970	26,5	29,0	29,2	31,5	34,0	34,2
1951 - 1980	25,5	28,5	28,6	30,5	33,5	33,6
1961 - 1990	25,6	28,3	28,8	30,6	33,3	33,8
1971 - 2000	25,5	28,4	28,7	30,5	33,4	33,7
1981 - 2010	26,3	28,7	29,2	31,3	33,7	34,2

Quadro 14: Média das temperaturas mínimas mensais de janeiro, fevereiro e dezembro das normais climatológicas de referência e respectivo valor considerado para determinar a existência de ondas de frio.

Normal Climatológica	Valor limiar considerado para determinar a existência de ondas de frio					
	Média das temperaturas mínimas mensais (°C)			Média das temperaturas mínimas mensais - 5°C		
	Janeiro	Fevereiro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Dezembro
1865 - 1894	6,1	6,7	6,1	1,1	1,7	1,1
1871 - 1900	5,8	6,8	6,1	0,8	1,8	1,1
1881 - 1910	5,5	6,2	6,3	0,5	1,2	1,3
1891 - 1920	5,5	6,6	6,7	0,5	1,6	1,7
1901 - 1930	5,7	6,1	6,6	0,7	1,1	1,6
1911 - 1940	5,7	6,2	6,5	0,7	1,2	1,5
1921 - 1950	5,4	5,9	6,0	0,4	0,9	1,0
1931 - 1960	5,4	3,8	6,1	0,4	-1,2	1,1
1941 - 1970	5,7	5,9	6,0	0,7	0,9	1,0
1951 - 1980	5,8	6,1	6,0	0,8	1,1	1,0
1961 - 1990	5,9	6,7	6,6	0,9	1,7	1,6
1971 - 2000	5,9	7,0	7,4	0,9	2,0	2,4
1981 - 2010	6,4	7,1	7,6	1,4	2,1	2,6

5.2. Ondas de calor

Ao longo da série em estudo, entre 1865 e 2013, foram identificadas 41 ondas de calor (quadro 15), segundo a metodologia adotada e descrita anteriormente.

Para a contabilização de ondas de calor, por décadas e meses, segue-se a metodologia de YAGÜE *et al.* (2006: 3), quando ocorrem em mais do que um mês, considera-se o mês com maior número de dias em onda de calor, todavia referindo a ocorrência no outro mês com menor número de dias através de parêntesis no quadro. Exemplificando, no caso da onda de calor de 30 de julho a 5 de agosto de 1882, considerou-se ocorrência em agosto, mas indicou-se também no quadro na década de 1880 – 1889 no mês de julho a sua ocorrência entre parêntesis “(1)”, contudo não contabilizando para

o mês de julho mas para o mês de agosto. No caso de ocorrência de onda de calor em dois meses, com igual número de dias nos dois meses, como é o exemplo da onda de calor de 29 de julho a 3 de agosto, considerou-se a contabilização no primeiro mês (julho) e colocou-se entre parêntesis a ocorrência no mês de agosto na década de 2000 – 2009 (quadro 16).

A década de 1940 – 1949 apresentou o maior número de ocorrências, ou seja, 6 ondas de calor (quadro 16, fig.45). Sucedendo-se as décadas de 1870 – 1879, 1920 – 1929, 1960 – 1969 e 2000 – 2009, com 4 episódios por década. Mencione-se que nas décadas de 1950 – 1959 e 1970 – 1979 não se registaram ondas de calor.

Quanto à distribuição dos registos de ondas de calor, o mês de junho registou o maior número de eventos (19), seguindo-se julho com 14 registos e agosto com 8 casos. A maior persistência de uma onda de calor foi de 13 dias, de 8 a 18 de junho de 1887. Sucedendo-se outras duas com duração de 12 dias: de 29 de julho a 9 de agosto de 1926 e de 25 de junho a 6 de julho de 1949. Registaram-se 16 ondas de calor com duração de apenas 6 dias e 13 ondas de calor que duraram somente 7 dias (fig.46).

Relativamente aos anos em que ocorreram mais do que uma onda de calor, nesses casos, duas por ano, identificam-se os seguintes: 1865, 1870, 1962, 2006 e 2013.

Quanto ao valor máximo do desvio da temperatura máxima diária relativamente à normal climatológica de referência, o maior valor ocorreu na onda de calor de 12 a 20 de junho de 1981 com 16,8 °C de diferença no dia 14. Segue-se a onda de calor de 18 a 23 de junho de 1870 com diferença de 15 °C no dia 20. Calculou-se a média dos desvios de temperatura máxima diária durante a ocorrência de ondas de calor relativamente à normal climatológica de referência, sendo que a onda de calor de 12 a 20 de junho de 1981 apresenta os maiores valores da série com 12,09 °C, seguindo-se a onda de calor de 18 a 23 de junho de 1870 com 11,8 °C.

O mês de junho apresentou o maior número de dias com ondas de calor, existindo no total, ao longo da série em estudo, 299 dias com ondas de calor (quadro 17).

Há coincidência de 6 ondas de calor identificadas pelo IPMA na sua rede de estações meteorológicas em Portugal Continental, desde 2003, e as verificadas em Coimbra (IGUC), embora com durações diferentes: 29 de julho a 3 de agosto de 2003, 11 a 17 de julho de 2006, 4 a 11 de agosto de 2006, 24 a 30 de julho de 2010, 24 a 30 de junho de 2013 e 4 a 9 de julho de 2013 (duração das ondas de calor registadas em Coimbra/IGUC).

Quadro 15: Ondas de calor identificadas em Coimbra e duração, média da variação e valor máximo do desvio relativamente à normal climatológica de referência.

Anos	Ondas de calor	Duração (n.º de dias)	Média da variação (°C)	Valor máximo da variação (°C)
1865	5 a 13 de junho	9	9,1	11,1
	25 a 30 de julho	6	9,6	10,7
1870	18 a 23 de junho	6	11,8	15,0
	17 a 23 de julho	7	8,71	12,7
1874	16 a 22 de agosto	7	8,54	12,4
1876	10 a 16 de julho	7	9,06	11,6
1882	30 de julho a 5 de agosto	7	8,63	10,4
1887	8 a 18 de junho	13	6,91	9,7
1890	14 a 19 de junho	6	6,70	8,3
1891	16 a 21 de junho	6	8,57	10,7
1896	30 de junho a 5 de julho	7	8,11	12,2
1901	1 a 7 de agosto	7	7,79	9,1
1911	7 a 14 de julho	8	8,05	9,5
1916	28 de julho a 3 de agosto	7	7,84	9,8
1919	21 a 29 de junho	9	7,77	10,5
1921	10 a 17 de junho	8	7,05	9,6
1926	29 de julho a 9 de agosto	12	7,68	10,7
1928	16 a 21 de julho	6	9,80	11,9
1929	16 a 23 de junho	8	9,81	13,5
1932	4 a 9 de agosto	6	8,80	10,3
1942	1 a 6 de junho	6	9,65	12,2
1944	12 a 19 de junho	8	9,18	13,0
1945	9 a 15 de junho	7	9,57	14,6
1946	28 de julho a 2 de agosto	6	9,10	14,3
1948	23 a 28 de junho	6	11,47	13,9
1949	25 de junho a 6 de julho	12	8,96	12,6
1961	21 a 27 de agosto	7	8,63	12,2
1962	21 a 27 de junho	7	9,37	12,0
	23 a 28 de agosto	6	7,97	13,7
1966	25 a 30 de junho	6	10,47	12,4
1981	12 a 20 de junho	9	12,09	16,8
1989	25 de julho a 1 de agosto	8	9,49	11,8
1991	14 a 19 de julho	6	9,17	11,9
1996	25 a 30 de junho	6	6,87	8,4
2000	12 a 17 de junho	6	9,10	11,0
2003	29 de julho a 3 de agosto	6	8,47	12,3
2006	11 a 17 de julho	7	9,37	11,3
	4 a 11 de agosto	8	8,15	9,6
2010	24 a 30 de julho	7	8,06	11,3
2013	24 a 30 de junho	7	8,90	10,7
	4 a 9 de julho	6	10,17	11,5

Durante a onda de calor de 24 de julho a 14 de agosto de 2003, foram atingidos extremos climáticos de temperatura²⁶ máxima absoluta em 12 estações meteorológicas do IPMA localizadas em capitais de distrito, a saber: no dia 1 de agosto em Beja (45,4°C), Castelo Branco (41,6°C), Coimbra Cernache (40,9°C), Évora C.C. (44,5°C), Évora Cid. (43°C), Guarda (36,1°C), Leiria Bar. (41,4°C), Lisboa/I.G (41,8°C), Lisboa/Gago Coutinho (42,0°C), Santarém/F.B. (45,2°C) e no dia 7 de agosto em Viana do Castelo Meadela (39,5°C). De referir que a temperatura máxima absoluta mais elevada, registada em Portugal Continental, durante esta onda de calor, no dia 1 de agosto, foi de 47,4°C em Amareleja. No caso do período de ocorrência da onda de calor de 24 a 31 de julho de 2010, foram

²⁶ Fonte dos valores de extremos de temperatura máxima diária: IPMA <http://www.ipma.pt/pt/oclima/extremos.clima/> (acesso em 29/7/2014).

atingidos extremos climáticos de temperatura máxima absoluta, no dia 27, em 3 estações meteorológicas: Aveiro (39,3°C), Braga/M. (39,4°C) e Leiria (38,9°C).

Quadro 16: Distribuição das ondas de calor por décadas em Coimbra.

Década	Mês	Número de ondas de calor
1865 - 1869	Junho	1
	Julho	1
	Agosto	0
1870 - 1879	Junho	1
	Julho	2
	Agosto	1
1880 - 1889	Junho	1
	Julho	(1)
	Agosto	1
1890 - 1899	Junho	2 (1)
	Julho	1
	Agosto	0
1900 - 1909	Junho	0
	Julho	0
	Agosto	1
1910 - 1919	Junho	1
	Julho	2
	Agosto	(1)
1920 - 1929	Junho	2
	Julho	1 (1)
	Agosto	1
1930 - 1939	Junho	0
	Julho	0
	Agosto	1
1940 - 1949	Junho	5
	Julho	1 (1)
	Agosto	(1)
1950 - 1959	Junho	0
	Julho	0
	Agosto	0
1960 - 1969	Junho	2
	Julho	0
	Agosto	2
1970 - 1979	Junho	0
	Julho	0
	Agosto	0
1980 - 1989	Junho	1
	Julho	1
	Agosto	(1)
1990 - 1999	Junho	1
	Julho	1
	Agosto	0
2000 - 2009	Junho	1
	Julho	2
	Agosto	1 (1)
2010 - 2013	Junho	1
	Julho	2
	Agosto	0

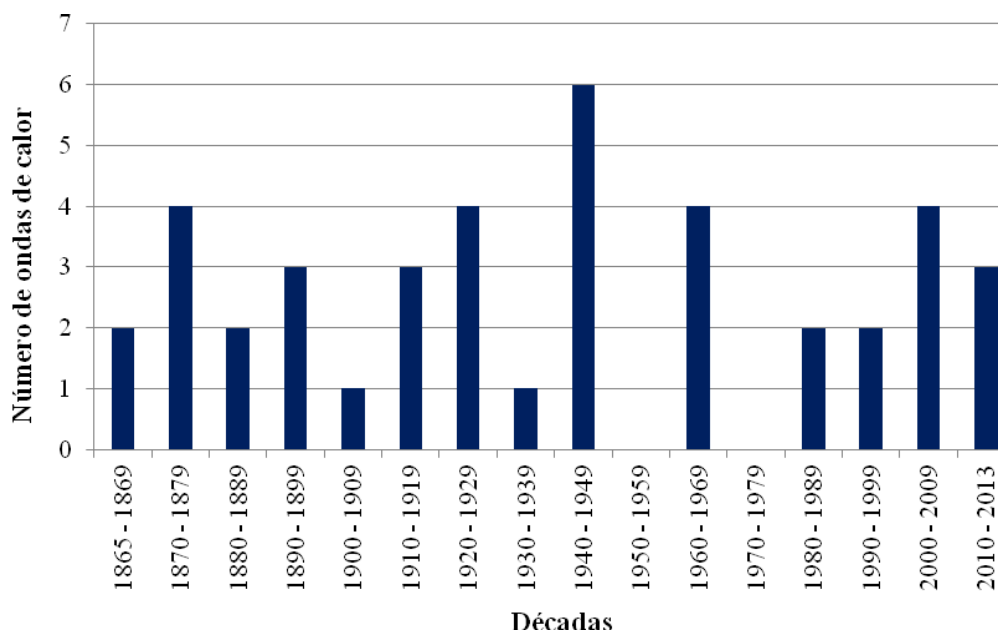


Fig.45: Evolução da distribuição das ondas de calor por décadas em Coimbra.

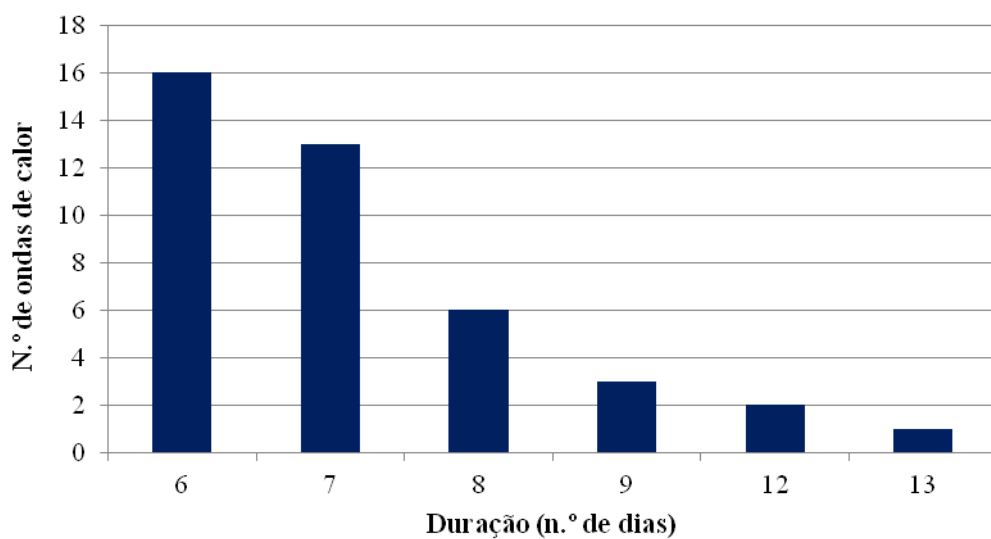


Fig.46: Número de ondas de calor e respetiva duração em Coimbra.

Quadro 17: Número de dias com onda de calor nos meses de junho, julho e agosto em Coimbra.

	N.º de dias com onda de calor
Junho	140
Julho	95
Agosto	64
Total	299

5.3.Ondas de frio

Na série em estudo, entre 1864²⁷ e 2013, apenas foram averiguadas 9 ondas de frio, de acordo com a metodologia adotada e descrita anteriormente (quadro 18).

Quadro 18: Ondas de frio identificadas em Coimbra e respetiva duração, média da variação e valor máximo dos desvios de temperatura mínima diária relativamente à normal climatológica de referência.

Anos	Ondas de frio	Duração (n.º de dias)	Média da variação (°C)	Valor máximo dos desvios (°C)
1907	2 a 7 de fevereiro	6	-6,50	-7,4
1917	27 de dezembro a 1 de janeiro de 1918	6	-7,20	-8,8
1933	14 a 20 de dezembro	7	-6,60	-7,6
1941	3 a 9 de janeiro	7	-6,46	-7,9
1954	3 a 8 de janeiro	6	-6,65	-7,9
	31 de janeiro a 7 de fevereiro	8	-7,25	-8,9
1956	6 a 12 de dezembro	7	-5,93	-7,3
1983	8 a 16 de fevereiro	9	-7,69	-9,6
2001	24 a 29 de dezembro	6	-6,42	-7,1

Para a contabilização de ondas de frio (tal como realizado para as ondas de calor), por décadas e meses, segue-se a metodologia de YAGÜE *et al.* (2006: 3), quando ocorrem em mais do que um mês, considera-se o mês com maior número de dias em onda de frio, porém referindo a ocorrência no outro mês com menor número de dias através de parêntesis no quadro. Como é o exemplo da onda de frio de 31 de janeiro a 7 de fevereiro de 1954, considerou-se o mês com maior número de dias em onda de frio (neste caso, fevereiro) e referiu-se a ocorrência (mas não contabilizando) no mês de janeiro, no quadro, através da indicação entre parêntesis (quadro 19).

A década de 1950 – 1959 apresentou maior número de ocorrências (3), registando-se apenas 1 onda de frio nas décadas de 1900 – 1909, 1910 – 1919, 1930 – 1939, 1940 – 1949, 1980 – 1989 e 2000 – 2009, não se verificando nenhum registo nas restantes décadas analisadas (quadro 19, fig.47).

O mês de dezembro registou o maior número de eventos (4), sucedendo-se o mês de fevereiro (3) e o mês de janeiro com apenas 2 ondas de frio.

²⁷ O ano de 1864 apenas contempla o mês de dezembro.

Quadro 19: Distribuição das ondas de frio por décadas em Coimbra.

Década	Mês	Número de ondas de frio
1865 - 1869	Janeiro	0
	Fevereiro	0
	Dezembro	0
1870 - 1879	Janeiro	0
	Fevereiro	0
	Dezembro	0
1880 - 1889	Janeiro	0
	Fevereiro	0
	Dezembro	0
1890 - 1899	Janeiro	0
	Fevereiro	0
	Dezembro	0
1900 - 1909	Janeiro	0
	Fevereiro	1
	Dezembro	0
1910 - 1919	Janeiro	(1)
	Fevereiro	0
	Dezembro	1
1920 - 1929	Janeiro	0
	Fevereiro	0
	Dezembro	0
1930 - 1939	Janeiro	0
	Fevereiro	0
	Dezembro	1
1940 - 1949	Janeiro	1
	Fevereiro	0
	Dezembro	0
1950 - 1959	Janeiro	1 (1)
	Fevereiro	1
	Dezembro	1
1960 - 1969	Janeiro	0
	Fevereiro	0
	Dezembro	0
1970 - 1979	Janeiro	0
	Fevereiro	0
	Dezembro	0
1980 - 1989	Janeiro	0
	Fevereiro	1
	Dezembro	0
1990 - 1999	Janeiro	0
	Fevereiro	0
	Dezembro	0
2000 - 2009	Janeiro	0
	Fevereiro	0
	Dezembro	1
2010 - 2013	Janeiro	0
	Fevereiro	0
	Dezembro	0

A maior duração de uma onda de frio foi de 9 dias e correspondeu ao período de 8 a 16 de fevereiro de 1983, sucedendo-se a de 31 de janeiro a 7 de fevereiro de 1954 com duração de 8 dias. Registaram-se 4 ondas de frio com duração de apenas 6 dias (o mínimo de número de dias que a definição exige) (quadro 22, fig.48).

No ano de 1954 ocorreram 2 ondas de frio (quadro 18).

Quanto ao valor máximo do desvio da temperatura mínima diária relativamente à normal climatológica de referência, o maior valor registou-se na onda de frio de 8 a 16 de fevereiro de 1983 com $-9,60^{\circ}\text{C}$ no dia 10, sendo a média dos desvios de $-7,69^{\circ}\text{C}$. Segue-se a onda de frio de 31 de janeiro a 7 de fevereiro de 1954 com $-8,90^{\circ}\text{C}$ e a onda de frio de 27 de dezembro de 1917 a 1 de janeiro de 1918 com $-8,8^{\circ}\text{C}$ (quadro 18).

O mês de dezembro apresentou o maior número de dias com ondas de frio (25), existindo, no total, 62 dias com onda de frio (quadro 20).

Relativamente à menor temperatura mínima absoluta registada em Portugal Continental foi de $-16,0^{\circ}\text{C}$ no dia 5 de fevereiro de 1954 em Penhas da Saúde. Em Coimbra, a onda de frio registou-se entre 31 de janeiro e 7 de fevereiro. Durante este período de frio, registou-se, em outras estações meteorológicas, extremos climáticos de temperatura mínima absoluta²⁸: Beja ($-5,5^{\circ}\text{C}$) no dia 3 de fevereiro e em Santarém Escola Agrária ($-4,5^{\circ}\text{C}$) no dia 5 de fevereiro. Seria interessante averiguar se durante este período também se registou a ocorrência de onda de frio nestas estações meteorológicas.

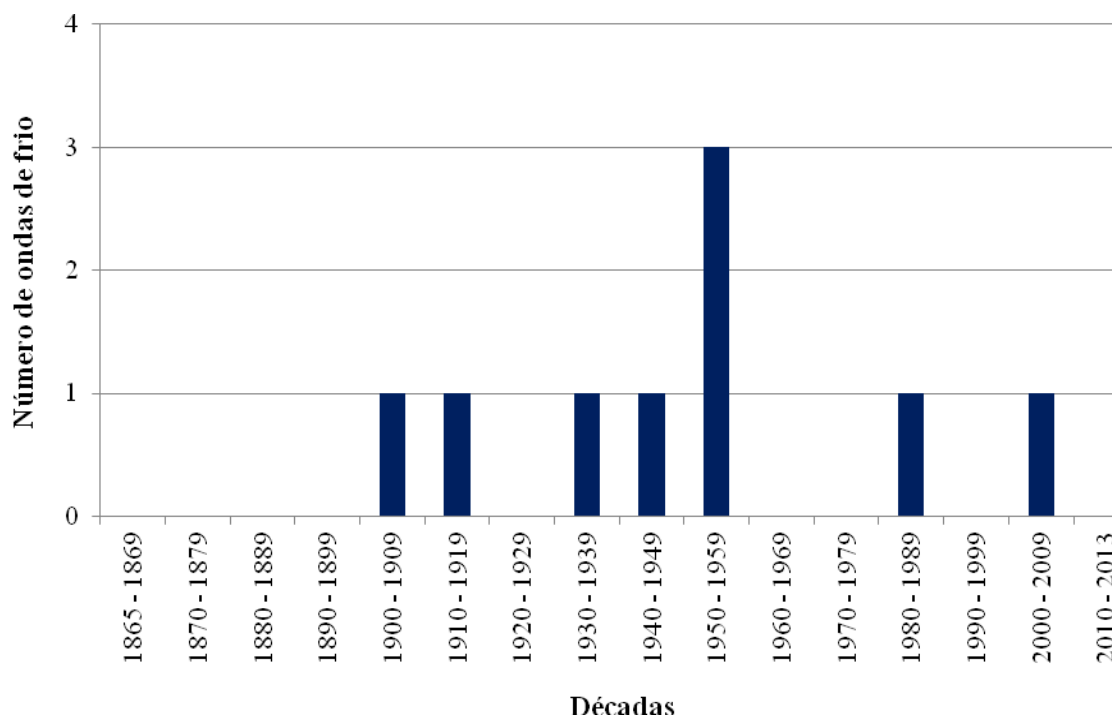


Fig.47: Evolução da distribuição de ondas de frio por décadas em Coimbra.

²⁸ Fonte dos valores de extremos de temperatura mínima diária: IPMA <http://www.ipma.pt/pt/oclima/extremos.clima/> (acesso em 29/7/2014).

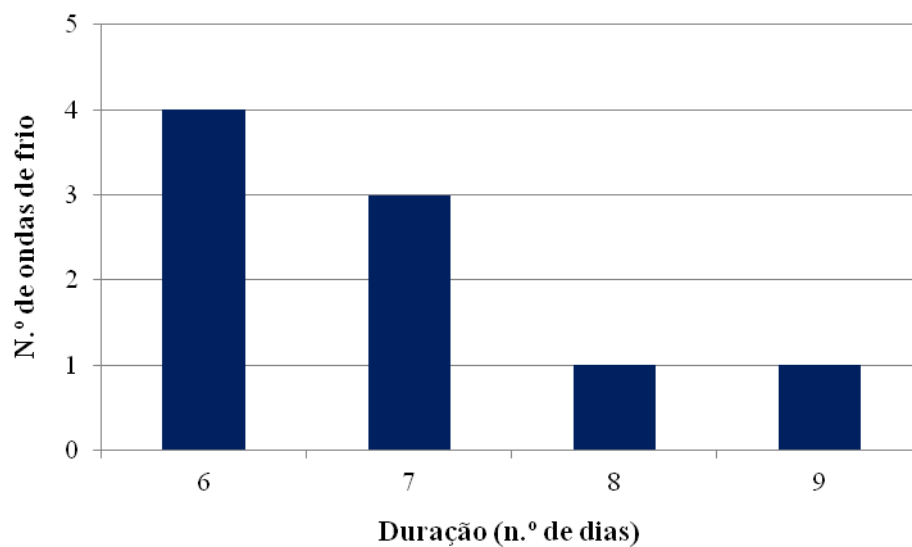


Fig.48: Número de ondas de frio e respetiva duração em Coimbra.

Quadro 20: Número de dias com onda de frio nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro em Coimbra.

	N.º de dias com ondas de frio
Janeiro	15
Fevereiro	22
Dezembro	25
Total	62

6. Estudo de caso de ondas de calor e das ondas de frio

6.1. Metodologia

Analisam-se as ondas de calor de 29 de julho a 3 de agosto de 2003, 11 a 17 de julho de 2006, 4 a 11 de agosto de 2006, 24 a 30 de julho de 2010 e a onda de frio de 8 a 16 de fevereiro de 1983, visto que apenas foram disponibilizados pelo INE dados diários de mortalidade referentes a estes períodos, atendendo aos custos e ao tempo de disponibilização dos dados.

Inicialmente o objetivo consistia em averiguar o excesso de mortalidade nas freguesias do concelho de Coimbra durante a ocorrência de períodos de ondas de calor e de ondas de frio. Por isso, se procedeu à caracterização demográfica, educacional, de emprego e habitacional das freguesias do concelho de Coimbra, bem como à elaboração de um mapa da respetiva vulnerabilidade para mais tarde relacionar com os quantitativos de mortalidade, nomeadamente, para averiguar se a maior mortalidade se registava nas freguesias mais vulneráveis do concelho. Contudo, face ao segredo estatístico inerente aos dados de mortalidade diária, procedentes do INE, quando o número de óbitos é inferior a 3 pessoas, ficou impossibilitada esta análise mais profunda visto que, devido ao baixo número de óbitos diários por freguesia, a maior parte dos dados estava sob segredo estatístico. Assim, analisou-se o excesso de óbitos para o conjunto do distrito de Coimbra.

Analisa-se, para os períodos de onda de calor e de onda de frio, a mortalidade diária total, os óbitos ocorridos na população com mais de 65 anos de idade, por sexo e por causa de morte.

Estudaram-se as causas de morte, de acordo com a classificação CID, referenciadas na bibliografia como mais associadas aos efeitos do calor (CALADO *et al.*, 2004) e do frio (DÍAZ *et al.*, 2005), apresentadas no estado da arte. No caso das ondas de calor, é averiguado o excesso de óbitos nas seguintes causas de mortalidade: efeitos do calor e da luz/golpe de calor; desidratação e outros distúrbios metabólicos; diabetes mellitus; doenças do aparelho respiratório; doenças do aparelho circulatório; insuficiência cardíaca; doença isquémica do coração; doenças cerebrovasculares e sintomas, sinais, exames anormais, causas mal definidas. Relativamente às ondas de frio, o excesso de óbitos é identificado em 6 causas de mortalidade: doenças circulatórias; doença isquémica cardíaca; doenças cerebrovasculares; doenças respiratórias e pneumonia, gripe; outras doenças respiratórias. Foram identificadas as causas de mortalidade com maior número de óbitos.

Comparou-se a mortalidade diária durante o período em que ocorreu a onda de calor/frio do ano em análise, com a média da mortalidade diária registada no ano precedente e no ano subsequente durante o mesmo período, que foi alargado 6 dias depois do término da onda de calor/frio para se visualizar o efeito das temperaturas extremas no número de óbitos. O excesso de óbitos foi determinado, primeiramente multiplicando a duração (o número de dias) da onda de calor/frio pela média de mortalidade registada no ano anterior e no ano subsequente, sendo que esse valor foi subtraído ao número de óbitos registado durante a onda de calor/frio. O mesmo procedimento foi adotado para o caso das ondas de calor/frio e 6 dias subsequentes.

São objetivos: apresentar o número de óbitos e os óbitos em excesso, assim como o excesso de óbitos face à média por causas de mortalidade, identificar os picos de mortalidade, nomeadamente, quando ocorreu o maior excesso de mortalidade, comparando com a intensidade das ondas de calor e de frio.

6.2. Ondas de calor em Coimbra

6.2.1. Onda de calor de 29 de julho a 3 de agosto de 2003

No caso do dia 2 de agosto de 2003, é possível visualizar um anticiclone dinâmico ao largo do Arquipélago dos Açores estendendo-se em direção à Europa Ocidental, em conexão com um outro anticiclone na área do Norte da Europa (fig.49). Durante esta onda de calor Portugal Continental era afetado por massas de ar quentes e secas, provenientes do quadrante Leste. A presença de uma depressão pouco cavada no SW da Península Ibérica foi responsável pela advecção de ar quente e seco originário do Norte de África.

Durante esta onda de calor, com a duração de seis dias, o maior valor de temperatura máxima diária foi registado no dia 1 de agosto (41°C), com 12,3°C de desvio relativamente à normal climatológica de referência (quadro 21).

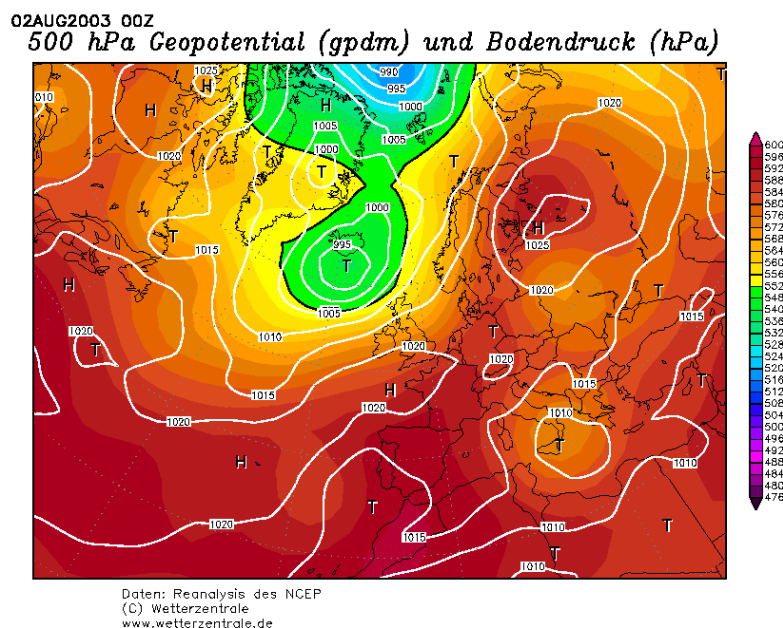


Fig.49: Carta sinótica do geopotencial a 500 hPa e pressão à superfície no dia 2 de agosto de 2003.
Fonte: <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsreaur.html> (acesso em 6/2/2014).

Quadro 21: Onda de calor de 29 de julho a 3 de agosto de 2003 e respetivo desvio (°C) em relação à normal climatológica de 1981 – 2010²⁹ em Coimbra.

Data			
Julho de 2003	Temperatura máxima diária (°C)	Temperatura média das máximas (°C) (normal climatológica de 1981 - 2010)	Varição (°C)
29	37	28,7	8,3
30	38	28,7	9,3
31	36	28,7	7,3
1 de agosto	41	28,7	12,3
2	36	28,7	7,3
3	35	28,7	6,3

Analisou-se a média do excesso de óbitos e o número de óbitos durante a onda de calor, assim como durante a onda de calor e nos 6 dias subsequentes (fig.50). Analisando os resultados, durante a onda de calor e nos 6 dias subsequentes, o excesso de mortalidade foi de 63 óbitos (quadro 22). Verificou-se um elevado excesso de óbitos na população com idade igual ou superior a 65 anos de idade (fig.51), correspondendo a 98% dos óbitos averiguados (quadro 23). Ocorreu maior excesso de mortalidade nas mulheres do que nos homens (fig.52), ou seja, 62% dos óbitos corresponderam a mulheres (quadro 23). No que respeita às causas de mortalidade, aquela que apresentou maiores quantitativos diz respeito às doenças circulatorias (fig.53), equivalendo a 38% dos óbitos.

Durante esta onda de calor, verificou-se o pico de mortalidade nos dias 2 e 3 (18 óbitos, em cada dia), tendo o segundo pico de mortalidade sido registado no dia 7 (20 óbitos), ou seja, 4 dias após o término da onda de calor (fig.50). No caso da população idosa, o segundo e maior pico de mortalidade também se registou no dia 7 (21 óbitos).

²⁹ Os dados de temperatura máxima diária concernem à estação de Coimbra/Bencanta, visto que utilizando os dados de Coimbra/IGUC de acordo com a metodologia apresentada e seguida não se encontra a ocorrência de onda de calor. Decidiu-se apresentar a ocorrência de onda de calor na estação de Bencanta visto que esta onda de calor desencadeou elevados impactes na mortalidade a nível nacional (CALADO *et al.*, 2004).

Quadro 22: Excesso de mortalidade face à média da mortalidade por grupos e por causas de mortalidade e número de óbitos durante a onda de calor de 29 de julho a 3 de agosto de 2003 e nos 6 dias subsequentes no distrito de Coimbra.

		Durante a onda de calor	Durante a onda de calor + 6 dias
Efeitos do calor e da luz / Golpe de calor	Excesso de óbitos	0	1
	N.º de óbitos	0	1
Desidratação e outros distúrbios metabólicos	Excesso de óbitos	-1	0
	N.º de óbitos	0	1
Diabetes Mellitus	Excesso de óbitos	-2	-3
	N.º de óbitos	2	4
Doenças do aparelho respiratório	Excesso de óbitos	4	13
	N.º de óbitos	9	22
Doenças circulatorias	Excesso de óbitos	8	24
	N.º de óbitos	27	62
Insuficiência cardíaca	Excesso de óbitos	0	10
	N.º de óbitos	4	17
Doença isquémica do coração	Excesso de óbitos	1	1
	N.º de óbitos	4	6
Doenças cerebrovasculares	Excesso de óbitos	4	8
	N.º de óbitos	15	31
Sintomas, sinais, exames anormais, causas mal definidas	Excesso de óbitos	3	9
	N.º de óbitos	8	19
Excesso de mortalidade total	Excesso de óbitos	19	63
	N.º de óbitos	69	164
≥ 65 anos de idade	Excesso de óbitos	19	64
	N.º de óbitos	67	160
Homens	Excesso de óbitos	5	17
	N.º de óbitos	28	62
Mulheres	Excesso de óbitos	13	45
	N.º de óbitos	41	101

Quadro 23: Mortalidade segundo grandes grupos durante a onda de calor de 29 de julho a 3 de agosto de 2003 e nos 6 dias subsequentes no distrito de Coimbra.

	Óbitos			
	Onda de calor		Onda de calor + 6 dias	
	N	%	N	%
Mortalidade total	69	100	164	100
≥ 65 anos de idade	67	97	160	98
Mulheres	41	59	101	62
Doenças circulatorias	27	39	62	38

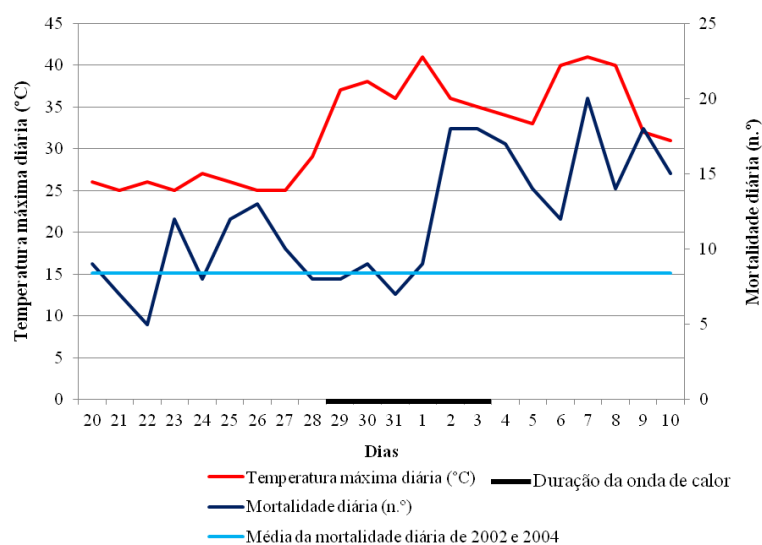


Fig. 50: Mortalidade diária total da população residente no distrito de Coimbra.

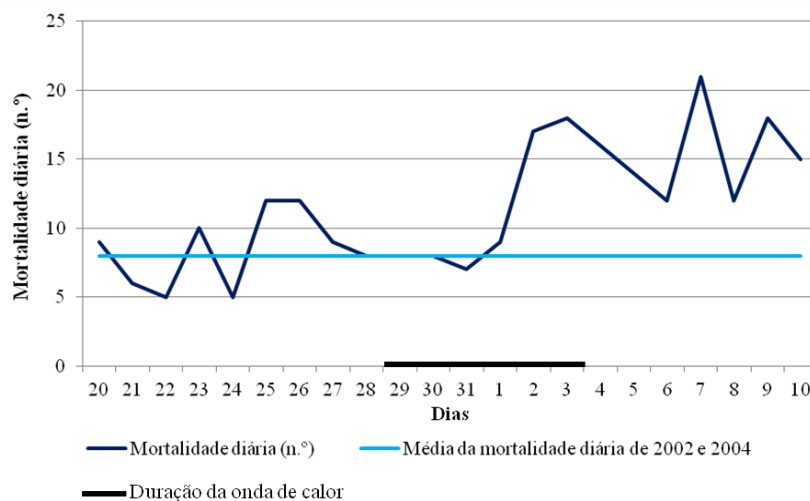


Fig.51: Mortalidade diária da população residente no distrito de Coimbra com idade ≥ 65 anos.

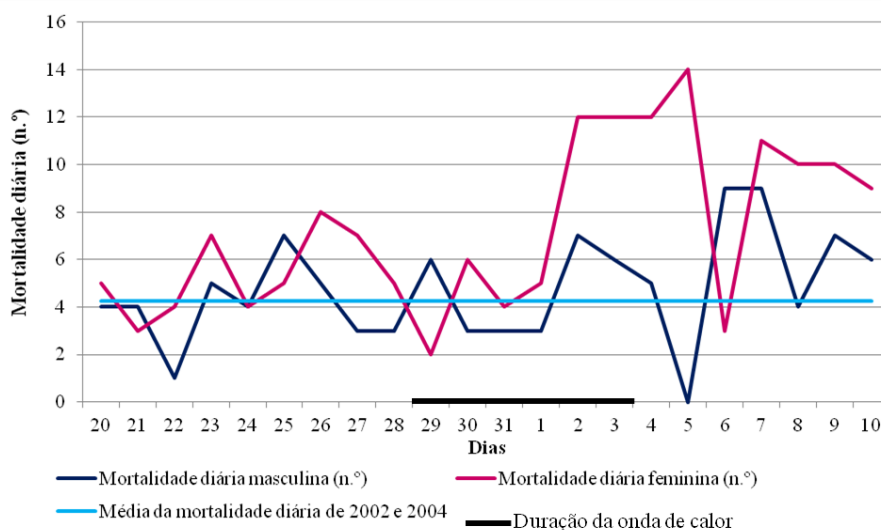


Fig.52: Mortalidade diária nos sexos masculino e feminino da população residente no distrito de Coimbra³⁰.

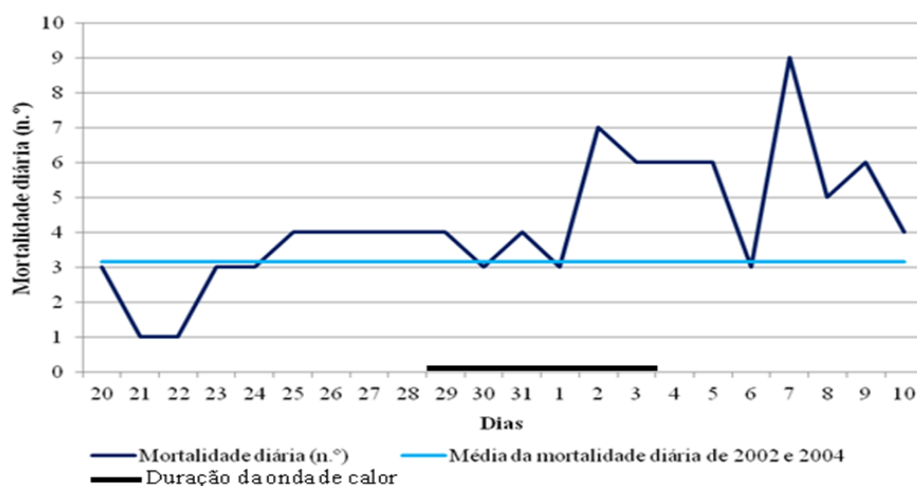


Fig.53: Mortalidade diária por doenças circulatórias da população residente no distrito de Coimbra.

³⁰ No caso do dia 5, o valor relativo à mortalidade no sexo masculino aparece como zero, contudo esse valor deve-se à falta de dados disponíveis e não à possível ausência de mortalidade.

6.2.2. Ondas de calor de 11 a 17 de julho de 2006 e de 4 a 11 de agosto de 2006

Relativamente à onda de calor de 11 a 17 de julho de 2006, o anticiclone dinâmico situado na área do Arquipélago dos Açores, com o centro de pressão atmosférica de 1030 hPa (no dia 11), estendia-se em direção à Europa, o que é visível através do “alongamento” do eixo, originando a entrada de massas de ar quentes e secas, provenientes do quadrante Leste (fig.54). Por outro lado, segundo o IPMA, ocorreu uma “intrusão de uma massa de ar mais quente” oriunda do Norte de África (IM, 2006: 3), que é visível através da “deformação” da isobárica dos 1020 hPa a sul do território continental português, devido à presença de uma depressão de origem térmica. Esta situação sinótica foi semelhante à verificada durante a onda de calor de 29 de julho a 3 de agosto de 2003.

Nesta onda de calor, com a duração de 7 dias, o maior valor de temperatura máxima diária foi registado no dia 16 (40°C), com 11,3°C de desvio relativamente à normal climatológica de referência (quadro 24).

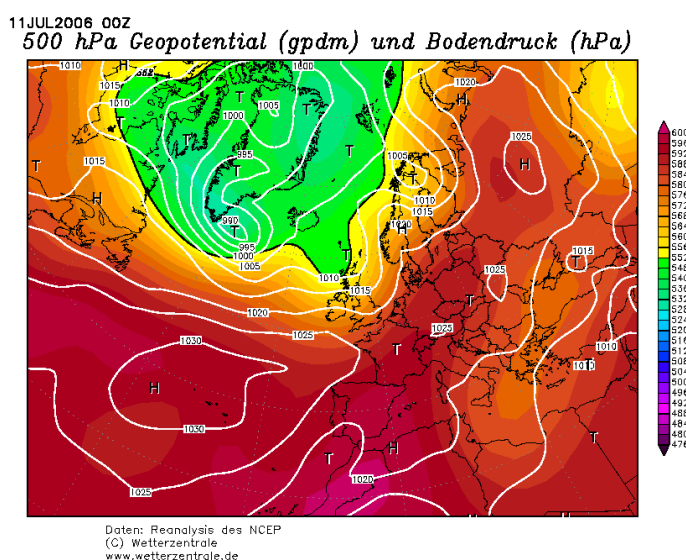


Fig.54: Carta sinótica do geopotencial a 500 hPa e pressão à superfície no dia 11 de julho de 2006.
Fonte: <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsreaeur.html> (acesso em 6/2/2014).

Quadro 24: Onda de calor de 11 a 17 de julho de 2006 e respetivo desvio (°C) em relação à normal climatológica de 1981 – 2010 em Coimbra.

Data	Temperatura máxima diária (°C)	Temperatura média das máximas (°C) (normal climatológica de 1981 - 2010)	Variação (°C)
Julho de 2006			
11	36,5	28,7	7,8
12	36,4	28,7	7,7
13	38,6	28,7	9,9
14	38,8	28,7	10,1
15	38,0	28,7	9,3
16	40,0	28,7	11,3
17	38,2	28,7	9,5

Quanto à onda de calor de 4 a 11 de agosto de 2006, verificou-se um anticiclone dinâmico na área do Arquipélago dos Açores, com o centro de pressão de 1025 hPa (no dia 4), estendendo-se pela

Europa Ocidental, estando o flanco Este “deformado” na área da Península Ibérica e parte do Norte de África com a introdução de ar quente e seco do quadrante Leste e, verificando-se a presença de uma depressão de origem térmica, com o centro de pressão de 1010 hPa posicionada no sul da Península Ibérica (fig.55). Esta situação sinótica é também semelhante à verificada durante as duas ondas de calor averiguadas anteriormente.

No caso da onda de calor de 4 a 11 de agosto de 2006, com a duração de 8 dias, o maior valor de temperatura máxima diária foi registado no dia 6 (38,8°C), com 9,6°C de desvio relativamente à normal climatológica de referência (quadro 25).

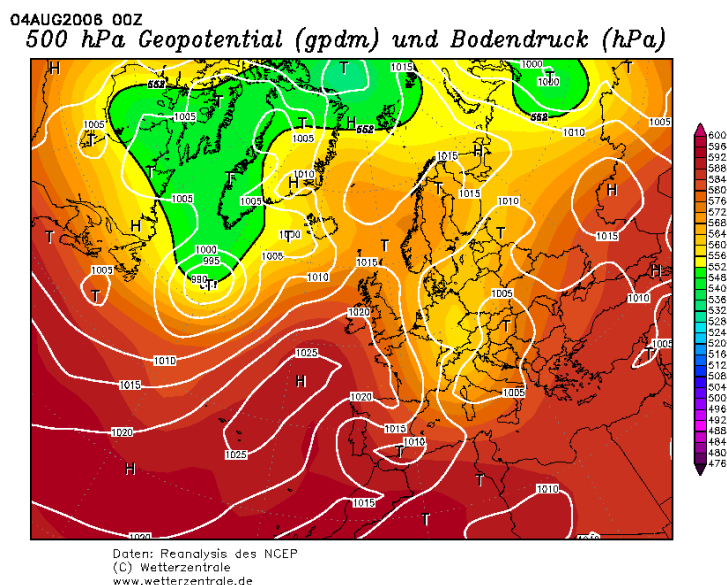


Fig.55: Carta sinótica do geopotencial a 500 hPa e pressão à superfície no dia 4 de agosto de 2006.
Fonte: <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsreaeur.html> (acesso em 6/2/2014).

Quadro 25: Onda de calor de 4 a 11 de agosto de 2006 e respetivo desvio (°C) em relação à normal climatológica de 1981 – 2010 em Coimbra.

Data	Temperatura máxima diária (°C)	Temperatura média das máximas (°C) (normal climatológica de 1981 - 2010)	Varição (°C)
Agosto de 2006			
4	36,0	29,2	6,8
5	37,4	29,2	8,2
6	38,8	29,2	9,6
7	37,4	29,2	8,2
8	36,5	29,2	7,3
9	36,5	29,2	7,3
10	38,0	29,2	8,8
11	38,2	29,2	9,0

Analisou-se a mortalidade diária desde o início da onda de calor de 11 a 17 de julho de 2006 bem como nos 6 dias subsequentes (fig.56). O excesso de mortalidade associado a esta onda de calor e nos 6 dias subsequentes foi de 28 óbitos (quadro 26). No caso da população com idade igual ou superior a 65 anos (fig.57) foi de 91% dos óbitos verificados (quadro 27). Relativamente ao sexo

feminino (fig.58), correspondeu a 68% dos óbitos. Relativamente às causas de morte, as doenças circulatórias (fig.59) equivaleram a 34% dos óbitos.

Durante a onda de calor de 11 a 17 de julho de 2006, o primeiro pico de mortalidade registou-se no dia 13 (19 óbitos), isto é, 3 dias após o início da onda, sendo que o segundo pico de mortalidade foi averiguado no dia 17 (21 óbitos), tendo ocorrido uma diminuição da mortalidade depois do término desta onda de calor (fig.56).

Quadro 26: Excesso de mortalidade face à média da mortalidade por grupos e por causas de mortalidade e número de óbitos durante a onda de calor de 11 a 17 de julho de 2006 e nos 6 dias subsequentes no distrito de Coimbra.

		Durante a onda de calor	Durante a onda de calor + 6 dias
Efeitos do calor e da luz / Golpe de calor	Excesso de óbitos	0	0
	N.º de óbitos	0	0
Desidratação e outros distúrbios metabólicos	Excesso de óbitos	-1	0
	N.º de óbitos	0	1
Diabetes Mellitus	Excesso de óbitos	1	0
	N.º de óbitos	3	5
Doenças do aparelho respiratório	Excesso de óbitos	8	13
	N.º de óbitos	16	28
Doenças circulatórias	Excesso de óbitos	11	9
	N.º de óbitos	34	52
Insuficiência cardíaca	Excesso de óbitos	0	-2
	N.º de óbitos	7	10
Doença isquémica do coração	Excesso de óbitos	1	0
	N.º de óbitos	5	8
Doenças cerebrovasculares	Excesso de óbitos	12	22
	N.º de óbitos	19	29
Sintomas, sinais, exames anormais, causas mal definidas	Excesso de óbitos	4	1
	N.º de óbitos	13	18
Excesso de mortalidade total	Excesso de óbitos	31	28
	N.º de óbitos	97	151
≥ 65 anos de idade	Excesso de óbitos	28	21
	N.º de óbitos	90	137
Homens	Excesso de óbitos	-19	-35
	N.º de óbitos	26	48
Mulheres	Excesso de óbitos	33	33
	N.º de óbitos	71	103

Quadro 27: Mortalidade segundo grandes grupos durante a onda de calor de 11 a 17 de julho de 2006 e nos 6 dias subsequentes no distrito de Coimbra.

	Óbitos			
	Onda de calor		Onda de calor + 6 dias	
	N	%	N	%
Mortalidade total	97	100	151	100
≥ 65 anos de idade	90	93	137	91
Mulheres	71	73	103	68
Doenças circulatórias	34	35	52	34

Analisou-se a mortalidade diária desde o início da onda de calor de 4 a 11 de agosto de 2006, bem como nos 4 dias subsequentes³¹ (fig.56). O excesso de mortalidade associado a esta onda de calor, foi de 31 óbitos (valor igual ao registado na onda de calor de 11 a 17 de julho de 2006) e nos 4 dias subsequentes foi de 34 óbitos (quadro 28). No caso da população com idade igual ou superior a 65

³¹ Apenas são analisados 4 dias subsequentes a esta onda de calor porque só existem dados disponibilizados de mortalidade diária até esta data.

anos (fig.57) foi de 93% dos óbitos verificados (quadro 29). Relativamente ao sexo feminino (fig.58), correspondeu a 51% dos óbitos. Relativamente às causas de morte, as doenças circulatórias (fig.59) equivaleram a 32% dos óbitos.

O pico de mortalidade verificou-se no dia 5 com o registo de 26 óbitos, sendo que a mortalidade decresceu a partir deste dia, com exceção no dia 7 em que voltou a aumentar.

Ocorreram duas ondas de calor num curto espaço de tempo no mesmo ano. Apesar de no estado da arte se ter mencionado que alguns autores (RIBEIRO, 2008: 15, citando KALKSTEIN e VALIMONT, 1987), referem que nestes casos, durante a primeira onda de calor morre mais população do que na segunda onda de calor, em virtude da população mais idosa e mais frágil assim como com patologias ter falecido. Todavia, neste caso de estudo não é possível averiguar essas conclusões, visto que em ambas as ondas de calor, o excesso de mortalidade foi de 31 óbitos.

Quadro 28: Excesso de mortalidade face à média da mortalidade por grupos e por causas de mortalidade e número de óbitos durante a onda de calor de 4 a 11 de agosto de 2006 e nos 4 dias subsequentes no distrito de Coimbra.

		Durante a onda de calor	Durante a onda de calor + 4 dias
Efeitos do calor e da luz / Golpe de calor	Excesso de óbitos	0	0
	N.º de óbitos	0	0
Desidratação e outros distúrbios metabólicos	Excesso de óbitos	1	2
	N.º de óbitos	2	3
Diabetes Mellitus	Excesso de óbitos	1	2
	N.º de óbitos	4	6
Doenças do aparelho respiratório	Excesso de óbitos	6	11
	N.º de óbitos	15	25
Doenças circulatórias	Excesso de óbitos	6	8
	N.º de óbitos	33	48
Insuficiência cardíaca	Excesso de óbitos	9	8
	N.º de óbitos	17	19
Doença isquémica do coração	Excesso de óbitos	-1	-2
	N.º de óbitos	4	5
Doenças cerebrovasculares	Excesso de óbitos	0	0
	N.º de óbitos	14	20
Sintomas, sinais, exames anormais, causas mal definidas	Excesso de óbitos	6	4
	N.º de óbitos	16	20
Excesso de mortalidade total	Excesso de óbitos	31	34
	N.º de óbitos	107	148
≥ 65 anos de idade	Excesso de óbitos	27	31
	N.º de óbitos	98	138
Homens	Excesso de óbitos	-2	-5
	N.º de óbitos	49	72
Mulheres	Excesso de óbitos	14	11
	N.º de óbitos	57	75

Quadro 29: Mortalidade segundo grandes grupos durante a onda de calor de 4 a 11 de agosto de 2006 e nos 4 dias subsequentes no distrito de Coimbra.

	Óbitos			
	Onda de calor		Onda de calor + 4 dias	
	N	%	N	%
Mortalidade total	107	100	148	100
≥ 65 anos de idade	98	92	138	93
Mulheres	57	53	75	51
Doenças circulatórias	33	31	48	32

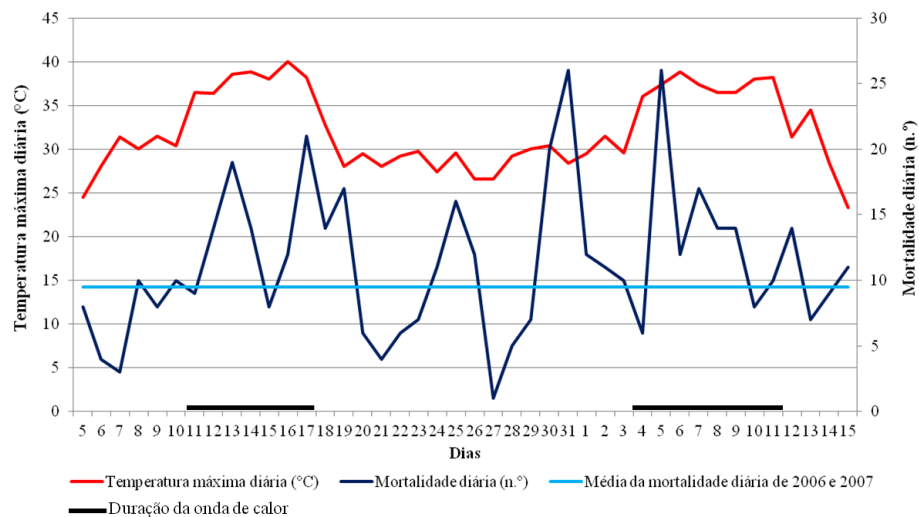


Fig. 56: Mortalidade diária total da população residente no distrito de Coimbra.

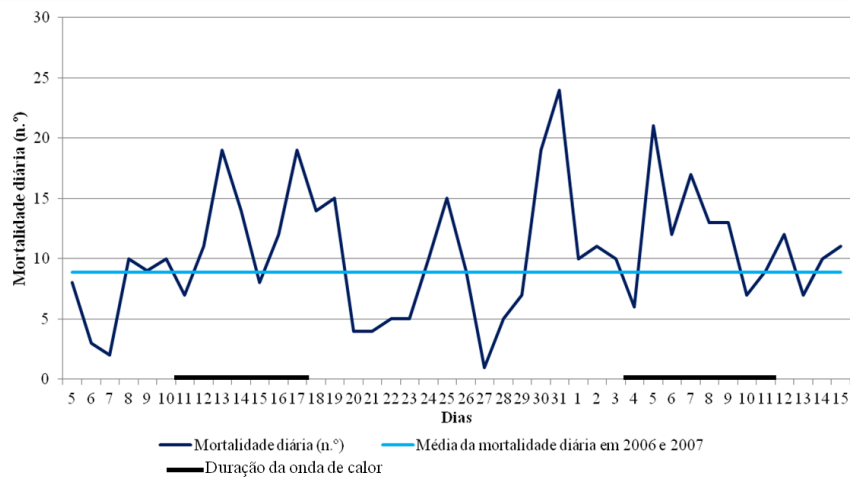


Fig. 57: Mortalidade diária da população residente no distrito de Coimbra com idade ≥ 65 anos.

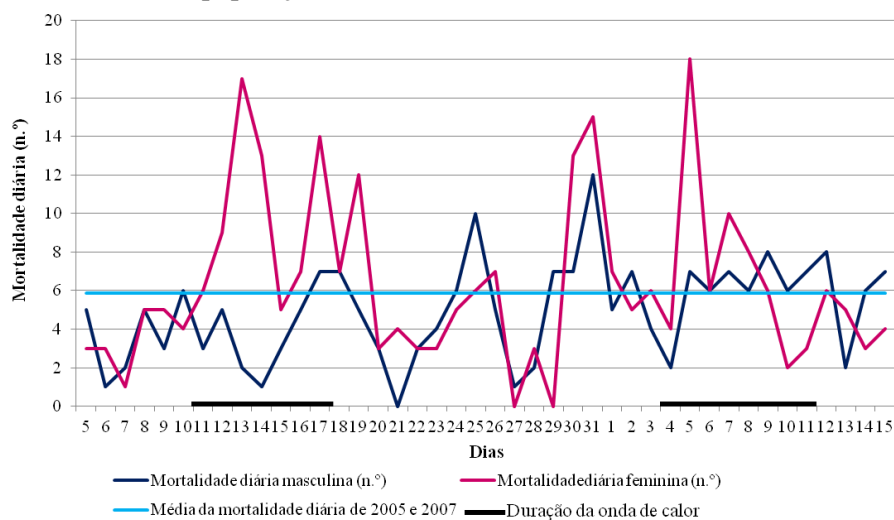


Fig. 58: Mortalidade diária nos sexos masculino e feminino da população residente no distrito de Coimbra³².

³² Os valores relativos à mortalidade diária que surgem como zero devem-se à falta de dados disponíveis e não devido à possível ausência de mortalidade nesses dias.

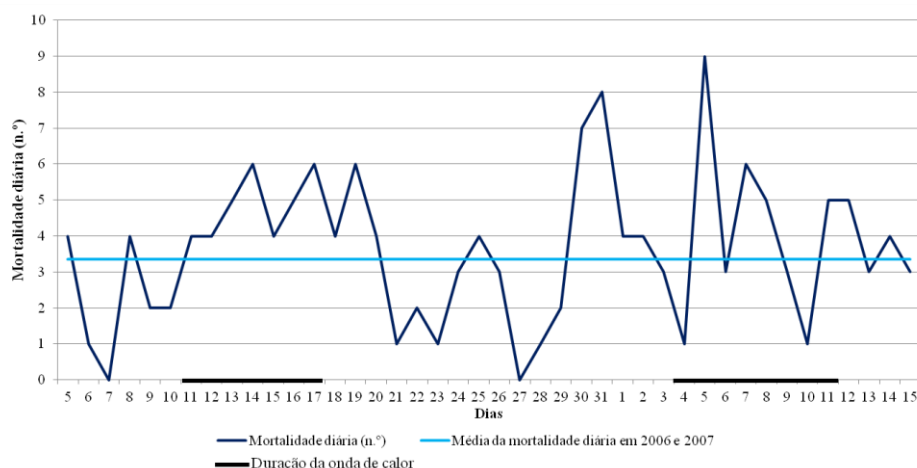


Fig.59: Mortalidade diária por doenças circulatórias da população residente no distrito de Coimbra.

6.2.3. Onda de calor de 24 a 30 de julho de 2010

O anticiclone dinâmico na área do Arquipélago dos Açores, com o centro de pressão de 1030 hPa (no dia 25), estendia-se em direção à Europa Ocidental levando à advecção, pelo quadrante Leste, de ar quente e seco do interior da Europa (fig.60). De acordo com o IPMA, durante o período em que ocorreu esta onda de calor existiu uma depressão de origem térmica centrada na Península Ibérica conjuntamente com o anticiclone dinâmico posicionado na área do Arquipélago dos Açores estendendo-se em direção à Europa Ocidental, sendo o território continental português afetado por ar quente e seco proveniente do Norte de África, e existindo valores baixos de humidade relativa, tendo sido um mês quente e seco (IM, 2010). Esta situação sinótica é semelhante à averiguada para as ondas de calor que ocorreram anteriormente.

Durante esta onda de calor, com a duração de 7 dias, o maior valor de temperatura máxima diária foi registado no dia 27 (40°C), com 11,3°C de desvio relativamente à normal climatológica de referência (quadro 30).

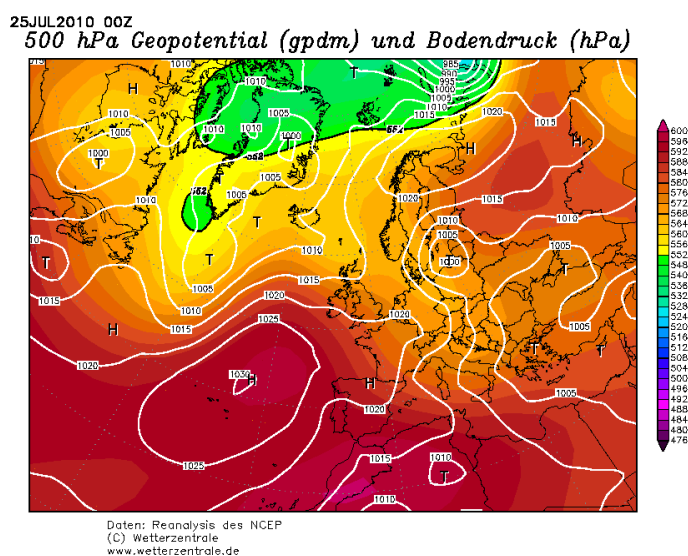


Fig.60: Carta sinótica do geopotencial a 500 hPa e pressão à superfície no dia 25 de julho de 2010.
Fonte: <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsreaur.html> (acesso em 3/8/2014).

Quadro 30: Onda de calor de 24 a 30 de julho de 2010 e respetivo desvio (°C) em relação à normal climatológica de 1981 – 2010 em Coimbra.

Data			
Julho de 2010	Temperatura máxima diária (°C)	Temperatura média das máximas (°C) (normal climatológica de 1981 - 2010)	Varição (°C)
24	34,5	28,7	5,8
25	37,0	28,7	8,3
26	39,0	28,7	10,3
27	40,0	28,7	11,3
28	38,3	28,7	9,6
29	34,0	28,7	5,3
30	34,5	28,7	5,8

Durante e nos 6 dias subsequentes ao término desta onda de calor, o excesso de mortalidade foi de 44 óbitos (quadro 31, fig.61). No que concerne à população com idade igual ou superior a 65 anos correspondeu a 92% dos óbitos (fig.62). Relativamente ao sexo feminino foi de 56% dos óbitos (fig.63). Quanto às causas de morte, as doenças circulatórias (fig.64) foram responsáveis pela maior mortalidade em excesso equivalendo a 36% dos óbitos (quadro 32).

Nesta onda de calor, o primeiro pico de mortalidade ocorreu no dia 26 (16 óbitos), três dias após o início deste paroxismo térmico; no caso do segundo pico de mortalidade aconteceu no dia 29 (20 óbitos), sendo que a mortalidade decresceu a partir desse dia (fig.61).

Quadro 31: Excesso de mortalidade face à média da mortalidade por grupos e por causas de mortalidade e número de óbitos durante a onda de calor de 24 a 30 de julho de 2010 e nos 6 dias subsequentes no distrito de Coimbra.

		Durante a onda de calor	Durante a onda de calor + 6 dias
Efeitos do calor e da luz / Golpe de calor	Excesso de óbitos	0	0
	N.º de óbitos	0	0
Desidratação e outros distúrbios metabólicos	Excesso de óbitos	1	0
	N.º de óbitos	1	1
Diabetes Mellitus	Excesso de óbitos	1	0
	N.º de óbitos	4	5
Doenças do aparelho respiratório	Excesso de óbitos	2	10
	N.º de óbitos	10	24
Doenças circulatórias	Excesso de óbitos	15	20
	N.º de óbitos	31	50
Insuficiência cardíaca	Excesso de óbitos	4	7
	N.º de óbitos	7	15
Doença isquémica do coração	Excesso de óbitos	-3	-4
	N.º de óbitos	1	3
Doenças cerebrovasculares	Excesso de óbitos	8	5
	N.º de óbitos	18	23
Sintomas, sinais, exames anormais, causas mal definidas	Excesso de óbitos	5	3
	N.º de óbitos	13	18
Excesso de mortalidade total	Excesso de óbitos	34	44
	N.º de óbitos	86	140
≥ 65 anos de idade	Excesso de óbitos	31	43
	N.º de óbitos	77	129
Homens	Excesso de óbitos	8	11
	N.º de óbitos	33	58
Mulheres	Excesso de óbitos	21	19
	N.º de óbitos	53	79

Quadro 32: Mortalidade segundo grandes grupos durante a onda de calor de 24 a 30 de julho de 2010 e nos 6 dias subsequentes no distrito de Coimbra.

	Óbitos			
	Onda de calor		Onda de calor +6 dias	
	N	%	N	%
Mortalidade total	86	100	140	100
≥ 65 anos de idade	77	90	129	92
Mulheres	53	62	79	56
Doenças circulatorias	31	36	50	36

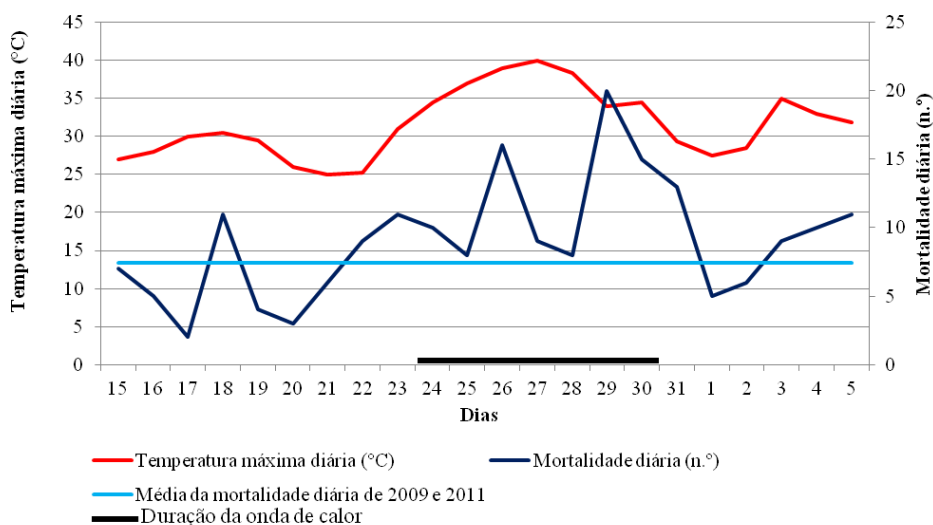


Fig. 61: Mortalidade diária total da população residente no distrito de Coimbra.

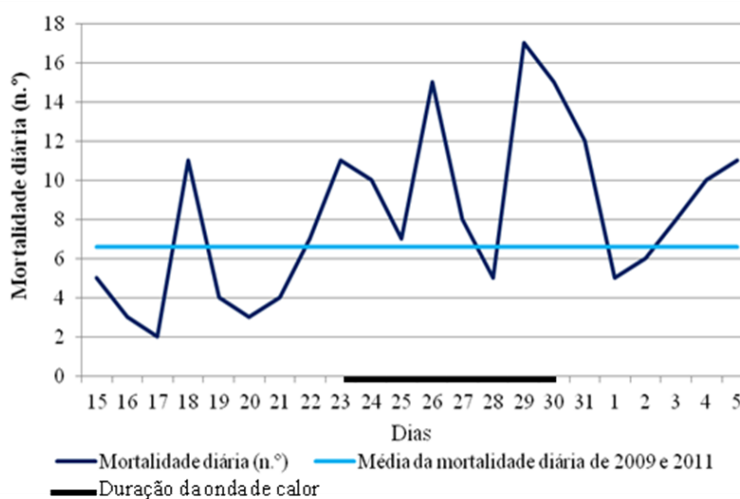


Fig. 62: Mortalidade diária da população residente no distrito de Coimbra com idade ≥ 65 anos.

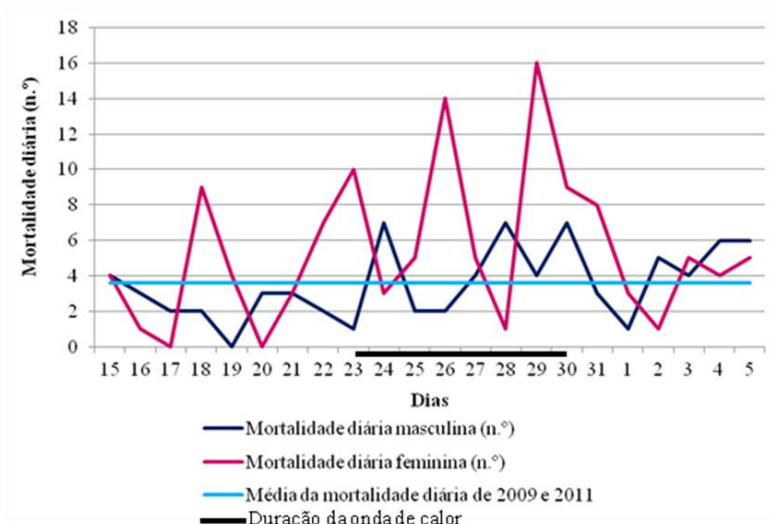


Fig.63: Mortalidade diária nos sexos masculino e feminino da população residente no distrito de Coimbra.³³

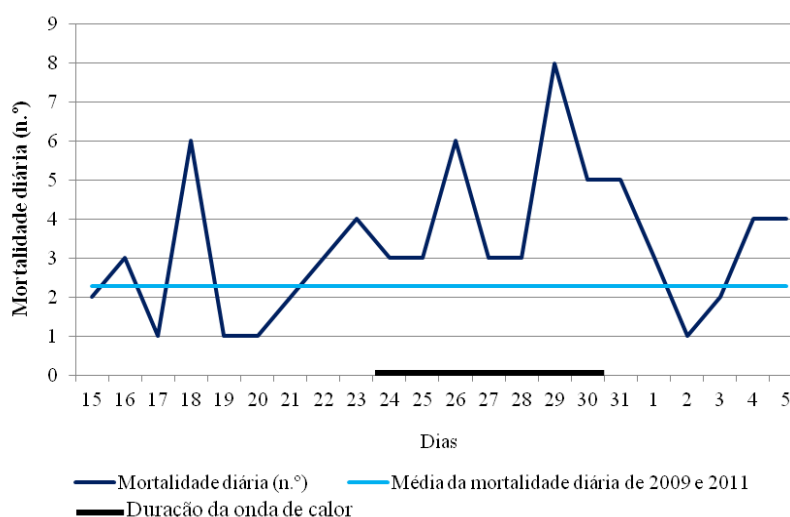


Fig.64: Mortalidade diária por doenças circulatórias da população residente no distrito de Coimbra.

6.3. Ondas de frio em Coimbra

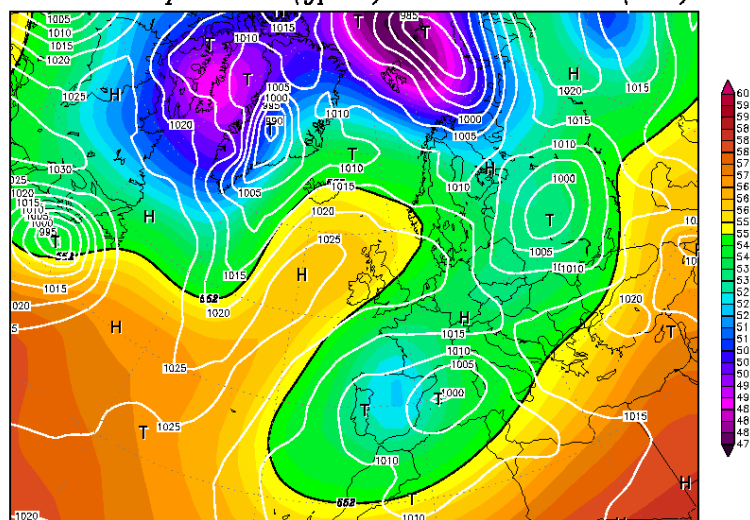
6.3.1. Onda de frio de 8 a 16 de fevereiro de 1983

Verificou-se a presença de um centro de altas pressões prolongando-se até à área do Reino Unido com a conjugação de vários centros de baixas pressões dinâmicas localizados na Europa; uma depressão de origem dinâmica com o centro de pressão de 1000 hPa (no dia 13), localizada a W da Península Ibérica condicionava o estado do tempo em Portugal Continental, resultando na entrada de de ar frio e seco vindas da Europa Central (fig.65).

Durante esta onda de frio, com a duração de 9 dias, o maior valor de temperatura mínima diária foi registado no dia 10 (-2,6°C), com -9,6°C de desvio relativamente à normal climatológica de referência (quadro 33).

³³ Os valores relativos à mortalidade diária que surgem como zero devem-se à falta de dados disponíveis e não devido à possível ausência de mortalidade nesses dias.

13FEB1983 00Z
500 hPa Geopotential (gpm) und Bodendruck (hPa)



Daten: Reanalysis des NCEP
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Fig.65: Carta sinótica do geopotencial a 500 hPa e pressão à superfície no dia 13 de fevereiro de 1983.
Fonte: <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsreaeur.html> (acesso em 6/2/2014).

Quadro 33: Onda de frio de 8 a 16 de fevereiro de 1983 e respetivo desvio (°C) em relação à normal climatológica de 1971 – 2000 em Coimbra.

Data	Temperatura mínima diária (°C)	Temperatura média das mínimas (°C) (normal climatológica de 1971 - 2000)	Varição (°C)
Fevereiro de 1983			
8	0,1	7,0	-6,9
9	2,0	7,0	-5,0
10	-2,6	7,0	-9,6
11	-1,1	7,0	-8,1
12	-1,6	7,0	-8,6
13	-1,9	7,0	-8,9
14	0,1	7,0	-6,9
15	-0,2	7,0	-7,2
16	-1,0	7,0	-8,0

Durante e nos 6 dias subsequentes ao término desta onda de frio, este período esteve associado a um excesso de 23 óbitos (quadro 34, fig. 66), sendo que 51% dos óbitos corresponderam ao sexo feminino e, no caso da população com idade igual ou superior a 65 anos, foi de 85% óbitos (quadro 35, fig. 67 e fig.68). Relativamente às causas de mortalidade, as doenças circulatorias (fig.69) foram responsáveis pelo maior excesso de mortalidade, concernindo a 28% da mortalidade.

O pico de mortalidade verificou-se no dia 14 (13 óbitos), isto é 7 dias depois do início deste paroxismo térmico, tendo o segundo pico ocorrido no dia 17 (13 óbitos) (fig.66). Todavia, apesar da onda de frio ter terminado no dia 16 ainda se verifica mortalidade acima da média nos dias subsequentes, existindo um novo pico de mortalidade no dia 23 (13 óbitos).

Quadro 34: Excesso de mortalidade face à média da mortalidade por grupos e por causas de mortalidade e número de óbitos, durante a onda de frio de 8 a 16 de fevereiro de 1983 e nos 6 dias subsequentes no distrito de Coimbra.

		Durante a onda de frio	Durante a onda de frio + 6 dias
Doenças circulatorias	Excesso de óbitos	10	14
	N.º de óbitos	24	37
Doença isquémica do coração	Excesso de óbitos	2	5
	N.º de óbitos	8	15
Doenças cerebrovasculares	Excesso de óbitos	-6	-3
	N.º de óbitos	35	66
Doenças respiratórias; Pneumonia	Excesso de óbitos	1	5
	N.º de óbitos	3	8
Gripe	Excesso de óbitos	0	0
	N.º de óbitos	0	0
Outras doenças respiratórias	Excesso de óbitos	2	1
	N.º de óbitos	4	5
Excesso de mortalidade total	Excesso de óbitos	9	23
	N.º de óbitos	74	131
≥ 65 anos de idade	Excesso de óbitos	5	17
	N.º de óbitos	62	112
Homens	Excesso de óbitos	2	12
	N.º de óbitos	33	64
Mulheres	Excesso de óbitos	6	8
	N.º de óbitos	41	67

Quadro 35: Mortalidade segundo grandes grupos durante a onda de frio de 8 a 16 de fevereiro de 1983 e nos 6 dias subsequentes no distrito de Coimbra.

	Óbitos			
	Onda de calor		Onda de calor +6 dias	
	N	%	N	%
Mortalidade total	74	100	131	100
≥ 65 anos de idade	62	84	112	85
Mulheres	41	55	67	51
Doenças circulatorias	24	32	37	28

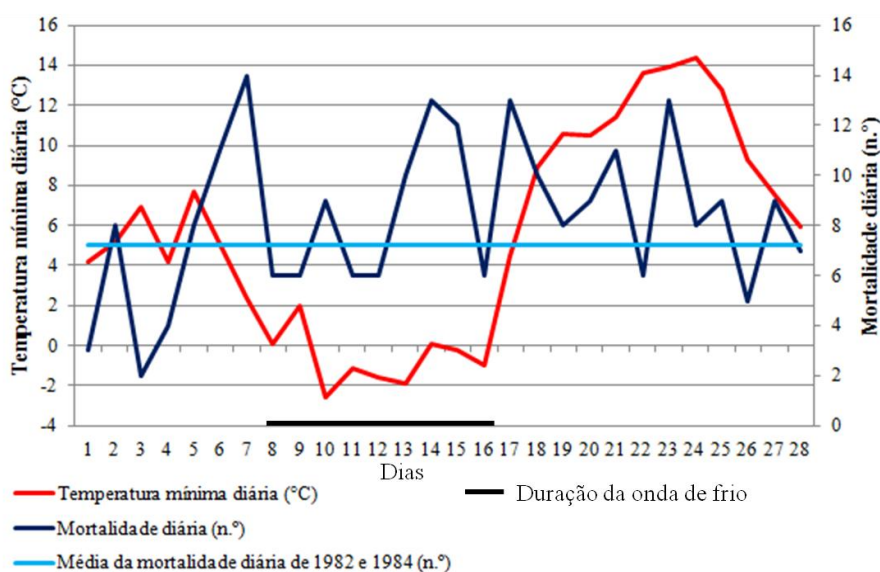


Fig. 66: Mortalidade diária total da população residente no distrito de Coimbra.

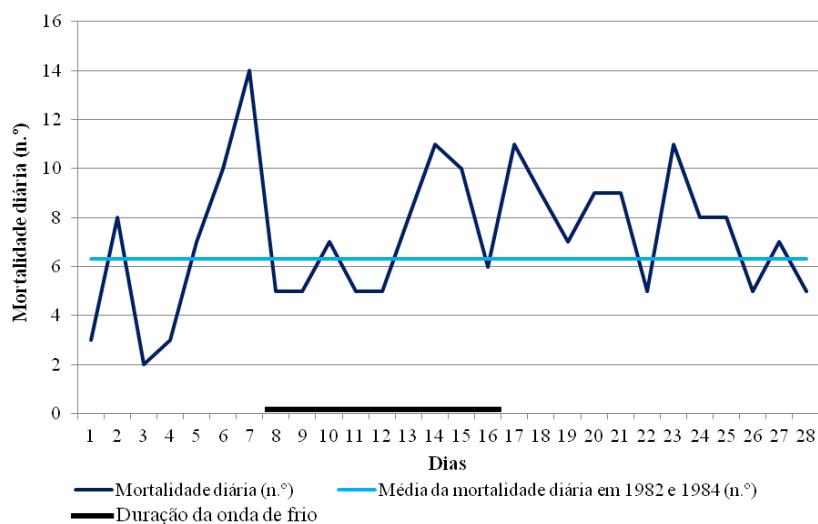


Fig. 67: Mortalidade diária da população da população residente no distrito de Coimbra com idade ≥ 65 anos.

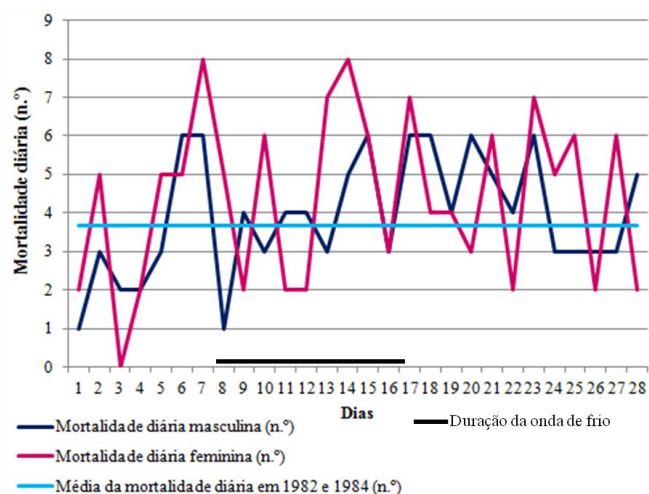


Fig. 68: Mortalidade diária nos sexos masculino e feminino da população residente no distrito de Coimbra.³⁴

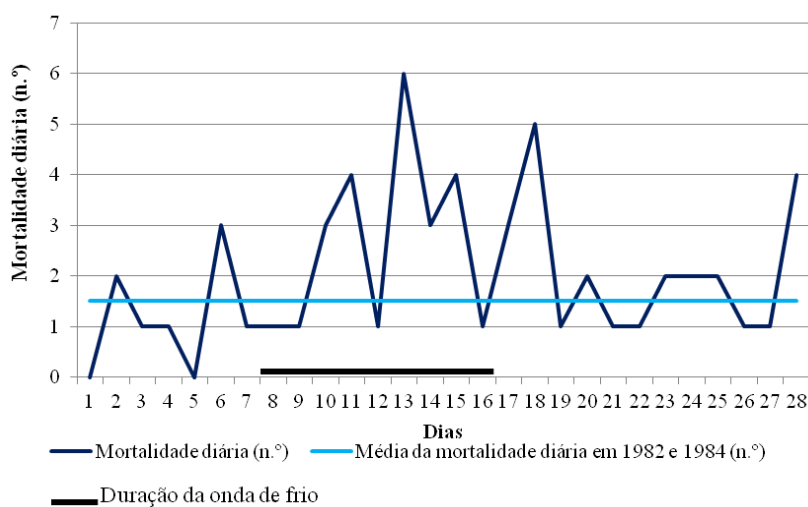


Fig. 69: Mortalidade diária por doenças circulatorias da população residente no distrito de Coimbra.

³⁴ O valor relativo à mortalidade diária no sexo feminino que surge como zero deve-se à falta de dados disponíveis e não devido à possível ausência de mortalidade nesse dia.

Conclusões

A temperatura do ar é dos elementos climáticos que mais condiciona as atividades humanas e os processos biológicos, ao nível do conforto e da saúde. A exposição a ondas de calor e a ondas de frio apresenta aumentos de mortalidade, dependendo da vulnerabilidade das populações expostas, assim como da duração, intensidade e frequência destes paroxismos térmicos. Desse modo, é importante reduzir a vulnerabilidade da população face a esses impactes.

Em Coimbra, a vulnerabilidade social é mais elevada nas freguesias com maior concentração e exposição populacional, nomeadamente, naquelas que têm maior percentagem de população idosa (≥ 65 anos de idade). As freguesias com maior vulnerabilidade às ondas de calor e de frio dizem respeito às freguesias do Centro Histórico da Cidade (Santa Cruz, São Bartolomeu e Sé Nova), enquanto as menos vulneráveis correspondem a Brasfemes, Torre de Vilela e Assafarge. As áreas de expansão recente da cidade (Santo António dos Olivais, S. Paulo de Frades, Antanho, Assafarge, Torre de Vilela) apresentam uma vulnerabilidade baixa e as freguesias mais rurais e mais distantes da cidade apresentam novamente uma vulnerabilidade elevada (S. João do Campo, S. Silvestre, S. Martinho de Árvore, Lamarosa, Ceira e Torres do Mondego).

Entre 1865 e 2013, ocorreram 41 ondas de calor e 9 ondas de frio em Coimbra.

As situações sinóticas que estiveram associadas às ondas de calor analisadas no estudo de caso corresponderam à existência de um anticiclone dinâmico na área do Arquipélago dos Açores, que se estendia em direção à Europa, levando à circulação em Portugal, de uma massa de ar vinda do quadrante Leste, ou seja de ar quente e seco proveniente do interior da Europa. Nalguns casos, esteve presente uma depressão de origem térmica centrada na Península Ibérica ou a sul do território continental português, levando a que este fosse afetado também por ar quente e seco originário do Norte de África.

Durante a ocorrência de ondas de calor e de frio registou-se o aumento da mortalidade, no distrito de Coimbra, contudo apresentando diferentes padrões.

Apesar do reduzido número de ondas de calor e de frio analisadas, ao estabelecer-se uma comparação, as ondas de calor são responsáveis por uma sobremortalidade maior. A onda de calor de 29 de julho a 3 de agosto de 2003 resultou em 19 óbitos em excesso. A onda de calor de 11 a 17 de julho de 2006 apresentou 31 óbitos em excesso e a onda de calor de 4 a 11 de agosto de 2006 também apresentou 31 óbitos em excesso. No caso da onda de calor de 24 a 30 de julho de 2010 originou 34 óbitos em excesso. Relativamente à onda de frio de 8 a 16 de fevereiro de 1983, esteve associada a 9 óbitos em excesso (valor bastante inferior aos valores de mortalidade em excesso anteriormente apresentados associados às ondas de calor), visto que a mortalidade associada ao frio aumentou 7 dias após o início da onda, prolongando-se nos dias subsequentes. No caso das ondas de calor, verificou-se que a mortalidade aumenta nos 3 dias após o início dos eventos e prolongando-se nos dias subsequentes.

Referentemente às principais causas de morte, no que concerne às ondas de calor, averiguou-se maior mortalidade nas doenças circulatórias e respiratórias e no que diz respeito à onda de frio de 8 a 16 de fevereiro de 1983, foi responsável por maior mortalidade nas doenças circulatórias e isquémica do coração. A mortalidade foi maior nos idosos (≥ 65 anos de idade) e nas mulheres (que constituem grande parte da população idosa).

No caso das ondas de calor verifica-se uma relação entre a intensidade, a duração e a mortalidade. A onda de calor de 29 de julho a 3 de agosto de 2003, com a duração de 6 dias, esteve associada a 19 óbitos e abarcando os 6 dias subsequentes averiguaram-se 63 óbitos em excesso. A onda de calor de 11 a 17 de julho de 2006, com a duração de 7 dias, apresentou 31 óbitos em excesso e englobando os 6 dias subsequentes apresentou o excesso de 28 óbitos. No que concerne à onda de calor de 4 a 11 de agosto de 2006, com a duração de 8 dias, esteve associada a um excesso de 31 óbitos e, abarcando os 6 dias subsequentes, a mortalidade em excesso foi de 34 óbitos; assim devido à ocorrência destes dois eventos num curto espaço de tempo conduziu a mortalidade elevada. Quanto à onda de calor de 24 a 30 de julho de 2010 (com a duração de 7 dias) esteve associada a 34 óbitos em excesso e, abarcando os 6 dias subsequentes, contabilizaram-se 44 óbitos em excesso.

Em 2006 ocorreram duas ondas de calor num curto espaço de tempo (11 a 17 de julho e 4 a 11 de agosto). Apesar de no estado da arte se referido que alguns autores (RIBEIRO, 2008: 15, citando KALKSTEIN e VALIMONT, 1987), indicam que nestes casos, durante a primeira onda de calor morre mais população do que na segunda onda de calor, em virtude da população mais idosa e mais frágil assim como com patologias ter falecido. Porém, neste caso de estudo não é possível averiguar essas conclusões, visto que em ambas as ondas de calor, o excesso de mortalidade foi de 31 óbitos.

Não se pode prevenir a ocorrência de ondas de calor e de ondas de frio, porém podem-se prevenir os efeitos destes riscos climáticos através do desenvolvimento do ordenamento e planeamento do território, nomeadamente no que diz respeito à diminuição da vulnerabilidade, essencialmente da vulnerabilidade social.

Quanto às limitações desta dissertação, inicialmente o trabalho consistia em analisar a mortalidade ocorrida nas freguesias do concelho de Coimbra. Contudo, face ao segredo estatístico inerente aos dados de mortalidade diária, procedentes do INE, quando o número de óbitos é inferior a 3 pessoas, ficou impossibilitada esta análise mais profunda às escalas de freguesia e de concelho, visto que, devido ao baixo número de óbitos diários por freguesia, a maior parte dos dados estava sob segredo estatístico. Assim, analisou-se o excesso de óbitos para o conjunto do distrito de Coimbra. Esta limitação condiciona, de alguma forma, as conclusões, impedindo um nexo de vulnerabilidade analisada à escala de freguesia e os resultados finais em termos de mortalidade, todavia, tendo em atenção anteriores investigações (GUERREIRO, 2011) aplicou-se semelhante metodologia, apesar das diferentes escalas territoriais usadas.

Referências bibliográficas

- ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DE SAÚDE DE LISBOA E VALE DO TEJO (2012) Alterações climáticas e saúde humana – gestão do risco para a saúde da população da Região de Lisboa e Vale do Tejo. Lisboa, 58p.
- ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DE LISBOA E VALE DO TEJO (2013a) Plano de Contingência Regional Temperaturas Extremas Adversas – Módulo calor 2013-2014. Lisboa, 27p.
- ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DE LISBOA E VALE DO TEJO (2013b) Plano de Contingência Regional Temperaturas Extremas Adversas – Módulo frio 2013-2014. Lisboa, 25p+anexos. http://www.arslvt.min-saude.pt/uploads/document/file/803/2013_Plano_de_Conting_ncia_Vagas_frio_FINALa.pdf (acesso em 25/7/2014).
- AKOMPAB, D.; BI, P.; WILLIAMS, S.; GRANT, J.; WALKER, I.; AUGOUSTINOS, M. (2013) “Awareness of and attitudes towards heat waves within the context of climate change among a cohort of residents in Adelaide, Australia.” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, n.º10, pp.1-17.
- ALBERTI, J.; DÍAZ, J.; MONTERO, J.; MIRÓN, I. (1998) “Daily mortality in Madrid community 1986-1992: relationship with meteorological variables.” *European Journal of Epidemiology*, n.º14, pp.571-578.
- ALCOFORADO, M. J. (1991) “Influência do tempo no desencadeamento de crises de dispneia em doentes respiratórios.” *Finisterra*, vol.XXVI, n.º51, pp.105-115.
- ALCOFORADO, M. J.; ANDRADE, H. (2007) “Clima e saúde na cidade. Implicações para o Ordenamento.” pp.99-118. In (SANTANA, P. Coord.) *A cidade e a saúde* http://www.ceg.ul.pt/urbklim/Cidade_Saude.pdf (acesso em 14/7/2014).
- ALCOFORADO, M. J. (1999) “Aplicação da climatologia ao planeamento urbano. Alguns apontamentos.” *Finisterra*, vol.XXXIV, n.º67-68, pp.83-94.
- ALCOFORADO, M. J.; NUNES, M. F.; GARCIA, R. (1999) “A perceção da relação clima-saúde pública em Lisboa no século XIX através da obra de Marino Miguel Franzini.” *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, vol.1, pp.5-14.
- ALCOFORADO, M. J.; NUNES, M.; CANÁRIO, P.; GARCIA, R.; MARQUES, D. (2013) “Evolução das relações clima-mortalidade em Lisboa desde o início do séc. XIX”. IX Congresso da Geografia Portuguesa. 1p. http://www.cgp2013.uevora.pt/resumos/Resumo_1674.pdf (acesso em 14/7/2014).
- ALEIXO, N.; NETO, J.L.S.; CUNHA, L. (2013) “Análise comparativa sobre os estudos bioclimáticos no Brasil e em Portugal. Articulações e desafios.” *Cadernos de Geografia*, n.º32, Coimbra, FLUC, pp.57-70.
- 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*. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto, 133p.
- ALMEIDA, S.P.; CASIMIRO, E.; CALHEIROS, J. (2010) “Effects of apparent temperature on daily mortality in Lisbon and Oporto, Portugal.” *Environmental Health*, vol.9, n.º12, 7p.
- ALMENDRA, R. (2010) *Geografia da doença cardiovascular: enfarte agudo do miocárdio – padrões e sazonalidade*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Coimbra. 94p.
- ALMENDRA, R.; SANTANA, P.; VASCONCELOS, J.; FREIRE, E. (2013) “Padrões e sazonalidade do enfarte agudo do miocárdio em Portugal.” *Cadernos de Geografia*, n.º32, pp.269-276.
- ALMENDRA, R.; SANTANA, P.; VASCONCELOS, J. (s/d) “Geografia da doença cardiovascular em Portugal Continental: enfarte agudo do miocárdio – padrões e sazonalidade.” pp.15-25. <http://www.cegot.pt/Files/Downloads/Documentos-Publicos/Publicacoes/Grupo-2/B%20-%20Internacional/3%20-%20AtasEncontrosCientificos/1.pdf> (acesso em 14/7/2014).
- ANDRADE, H. (2005) “O clima urbano – natureza, escalas de análise e aplicabilidade.” *Finisterra*, vol.XL, n.º80, pp.67-91.
- ANDRADE, H.; NOGUEIRA, H.; CANÁRIO, P. (2013) “Utilização da análise multi-níveis para avaliação da vulnerabilidade da população da AML ao calor.” *Cadernos de Geografia*, n.º32, Coimbra, pp.261-267.

- ÅSTRÖM, D.; FORSBERG, B.; ROCKLÖV, J. (2011) "Heat wave impact on morbidity and mortality in the elderly population: a review of recent studies." *Maturitas*, vol.69, pp.99-105.
- AYLIN, P.; MORRIS, S.; WAKEFIELD, J.; GROSSINHO, A.; JARUP, L.; ELLIOTT, P. (2001) "Temperature, housing, deprivation and their relationship to excess winter mortality in Great Britain, 1986-1996." *International Journal of Epidemiology*, vol.30, pp.1100-1108.
- BACCINI, M.; BIGGERI, A.; ACCETTA, G.; KOSATSKY, T.; KATSOUYANNI, K.; ANALITIS, A.; ANDERSON, H.; BISANTI, L.; D'IPPOLITI, D.; DANOVA, J.; FORSBERG, B.; MEDINA, S.; PALDY, A.; RABCZENKO, D.; SCHINDLER, C.; MICHELOZZI, P. (2008) "Heat effects on mortality in 15 european cities." *Epidemiology*, vol.19, n.º5, pp.711-719.
- BALDI, M.; DALU, G.; MARACCHI, G.; PASQUI, M.; CESARONE, F. (2006) "Heat waves in the Mediterranean: a local feature or a larger-scale effect?" *International Journal of Climatology*, n.º26, pp.1477-1487.
- BALLESTER, F.; CORRELLA, D.; PÉREZ-HOYOS, S.; SÁEZ, M.; HERVÁS, A. (1997) "Mortality as a function of temperature. A study in Valencia, Spain, 1991-1993." *International Journal of Epidemiology*, vol.26, n.º3, pp.551-561.
- BARNETT, A.; HAJAT, S.; GASPARRINI, A.; ROCKLÖV, J. (2012) "Cold and heat waves in the United States." *Environmental Research*, vol.112, pp.218-224.
- BARRIOPEDRO, D.; FISCHER, E.; LUTERBACHER, J.; TRIGO, R.; GARCÍA-HERRERA, R. (2011) "The hot summer of 2010: redrawing the temperature record map of Europe." *Science*, vol.332, pp.220-224.
- BASU, R. e SAMET, J. (2002) "Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence." *Epidemiologic Reviews*, vol.24, n.º2, pp.190-202.
- BHASKARAN, K.; HAJAT, S.; HAINES, A.; HERRETT, E.; WILKINSON, P.; SMEETH, L. (2010) "Short term effects of temperature on risk of myocardial infarction in England and Wales: time series regression analysis of the Myocardial Ischaemia National Audit project (MINAP) registry." *BMJ*, n.º341, 10p. <http://www.bmj.com/content/341/bmj.c3823> (data de acesso em 25/7/2014).
- BOTELHO, F. e GANHO, N. (2012) "Episódios de frio extremo em Portugal Continental: análise comparativa de episódios de frio seco e de frio com neve a cotas baixas." *Revista Geonorte*, Edição especial, Vol.2, n.º4, pp.857-869.
- BOTELHO, F. e GANHO, N. (2013) "Episódios de frio extremo em Portugal Continental: intensidade, contrastes espaciais e causas sinóticas." *Cadernos de Geografia*, n.º32, pp.71-79.
- BOTELHO, J.; CATARINO, J.; CARREIRA, M.; CALADO, R.; NOGUEIRA, P.; PAIXÃO, E.; FALCÃO, J. (2004) Onda de calor de Agosto de 2003: os seus efeitos sobre a mortalidade da população portuguesa. Relatório. Direção Geral da Saúde, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. 36p.
- BUSTINZA, R.; LEBEL, G.; GOSSELIN, P.; BÉLANGER, D.; CHEBANA, F. (2013) "Health impacts of the July 2010 heat wave in Québec, Canada." *BMC Public Health*, vol.13, n.º56, 7p.
- BUTLER, C. e DIAS, C. (1999) "O impacto das alterações climáticas globais na saúde das populações." *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, vol.1, pp.15-21.
- CALADO, R.; BOTELHO, J.; CATARINO, J.; CARREIRA, M. (2003) Mortalidade em Portugal no verão de 2003: influência das ondas de calor. Direção Geral da Saúde. 10p. http://ec.europa.eu/health/archive/ph_information/dissemination/unexpected/wave1.pdf (acesso em 21/7/2014).
- CALADO, R.; NOGUEIRA, P.; CATARINO, J.; PAIXÃO, E.; BOTELHO, J.; CARREIRA, M., FALCÃO, J. (2004) "A onda de calor de 2003 e os seus efeitos sobre a mortalidade da população portuguesa." *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, Vol.22, n.º2. pp.7-20.
- CANÁRIO, P.; ANDRADE, H.; NOGUEIRA, H. (2010) "Vulnerabilidade da população da Área Metropolitana de Lisboa em relação aos extremos térmicos: uma tentativa de modelação espacial." *Pluris 2010*, Actas, 10p. <http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper185.pdf> (acesso em 25/7/2014).
- CARVALHO, A. (2008) *Efeito da exposição às temperaturas extremas na população portuguesa. Um contributo da epidemiologia*. Dissertação de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa. 109p.+anexos.

- CASIMIRO, E.; CALHEIROS, J.; SANTOS, D.; KOVATS, S. (2006) “National assessment of human health effects of climate change in Portugal: approach and key findings.” *Environmental Health Perspectives*, vol.114, n.º12, pp.1950-1956.
- CONCELHO LOCAL DE AÇÃO SOCIAL DE COIMBRA (2010) Plano de Desenvolvimento Social 2010-2013. Concelho de Coimbra. 36p.
- CONLON, K.; RAJKOVICH, N.; WHITE-NEWSOME, J.; LARSEN, L.; O’NEILL, M. (2011) “Preventing cold-related morbidity and mortality in a changing climate.” *Maturitas*, n.º69, pp.117-202.
- CONTI, S.; MELI, P.; MINELLI, G.; SOLIMINI, R.; TOCCACELI, V.; VICHI, M.; BELTRANO, C.; PERINI, L. (2004) “Epidemiologic study of mortality during the summer 2003 heat wave in Italy.” *Environmental Research*, n.º98, pp.390-399.
- CRAVIDÃO, F. (1989) “A Alta de Coimbra – um património em degradação.” *Cadernos de Geografia*, n.º8, pp.39-53.
- CULQUI, D.; DÍAZ, J.; SIMÓN, F.; LINARES, C. (2013) “Análisis del impacto de las olas de calor sobre la mortalidad de la ciudad de Madrid durant el período 1990-2009.” *Revista Española de Salud Pública*, n.º87, pp.277-282.
- CUNHA, L., SOARES, A. F., TAVARES, A., MARQUES, J. (1999) “O “juízo” geomorfológico de Coimbra. O testemunho dos depósitos quaternários.” *Cadernos de Geografia*, n.º especial, pp.15-26.
- CUNHA, L.; MENDES, J.; TAVARES, A.; FREIRIA, S. (2011) “Construção de modelos de avaliação de vulnerabilidade social a riscos naturais e tecnológicos. O desafio das escalas.” in SANTOS, N. e CUNHA, L. (org.) *Trunfos de uma Geografia Activa. Desenvolvimento Local, Ambiente, Ordenamento e Tecnologia*. Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, p.627-637.
- CUNHA, L. (2012) “Riscos climáticos no Centro de Portugal. Uma leitura geográfica.” *Revista Geonorte*, Edição Especial, V.4, N.4, p.105 – 115.
- CUNHA, L. (2013) “Vulnerabilidade: a face menos visível do estudo dos riscos naturais.” pp.153-165 in *Riscos naturais, antrópicos e mistos. Homenagem ao Professor Doutor Fernando Rebelo*. Coimbra, 895p.
- CUNHA, L. e LEAL, C. (2013) “Ondas de calor e ondas de frio no município de Torres Novas.” *Cadernos de Geografia*, n.º32, pp.81-93.
- CURRIERO, F.; HEINER, K.; SAMET, J.; ZEGER, S.; STRUG, L.; PATZ, J. (2002) “Temperature and mortality in 11 cities of the Eastern United States.” *American Journal of Epidemiology*, vol.155, n.º1, pp.80-87.
- CUTTER, S.; BORRUFF, B.; SHIRLEY, W. (2003) “Social vulnerability to environmental hazards”. *Social Science Quarterly*. Vol. 84; n.º 2, pp.242-261.
- DAVIS, R.; KNAPPENBERGER, P.; MICHAELS, P.; NOVICOFF, W. (2003) “Changing heat-related mortality in the United States.” *Environmental Health Perspectives*, vol.111, n.º14, pp.1712-1718.
- DE’DONATO, F. K.; LEONE, M.; NOCE, D.; DAVOLI, M.; MICHELOZZI, P. (2013) “The impact of the February cold spell on health in Italy using surveillance data.” *PLOS ONE*, Vol.8, 9p. <http://www.plosone.org/article/abstract?uri=info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0061720&representation=PDF> (acesso em 14/7/2014).
- DGS (2011) Alterações climáticas e saúde humana – ‘estado da arte’. Relatório. Versão Preliminar, 68p. http://www.apambiente.pt/_zdata/Politic/AlteracoesClimaticas/Adaptacao/ENAAAC/RelatDetalhados/Relat_Setor_ENAAAC_Saude.pdf (acesso em 21/7/2014).
- DGS (2013a) Relatório da onda de calor de 23/6 a 14/7 de 2013 em Portugal Continental. p.31 <http://mediaserver2.rr.pt/NEWRR/calor-20131186bfab.pdf> (acesso em 22/7/2014).
- DGS (2013b) Plano de Contingência para Temperaturas Extremas Adversas – Módulo Calor 2013. 27p. <http://www.ali.pt/downloads/not34.pdf> (acesso em 29/7/2014).
- DGS (2014) Plano de Contingência para Temperaturas Extremas Adversas - Módulo Calor 2014. 30p. <http://www.dgs.pt/documentos-e-publicacoes/plano-de-contingencia-para-temperaturas-extremas-adversas-modulo-calor-2014.aspx> (acesso em 29/7/2014).
- DESSAI, S. (2001) “A ciência das alterações climáticas.” *Finisterra*, vol.XXXVI, n.º71, pp.117-132.

- DESSAI, S. (2002) "Heat stress and mortality in Lisbon Part I. model construction and validation." *International Journal of Biometeorology*, n.º47, pp.6-12.
- DESSAI, S. (2003) "Heat stress and mortality in Lisbon Part II. An assessment of the potential impacts of climate change." *International Journal of Biometeorology*, vol.48, pp.37-44.
- DÍAZ, J.; GARCÍA, R.; VELÁZQUEZ DE CASTRO, F.; HERNÁNDEZ, E.; LÓPEZ, C.; OTERO, A. (2002a) "Effects of extremely hot days on people older than 65 years in Seville (Spain) from 1986 to 1997." *International Journal of Biometeorology*, n.º46, pp.145-149.
- DÍAZ, J.; JORDÁN, A.; GARCÍA, R.; LÓPEZ, C.; ALBERDI, J.; HERNÁNDEZ, E.; OTERO, A. (2002b) "Heat waves in Madrid 1986-1997: effects on the health of the elderly." *International Archives of Occupational Environmental Health*, Vol.75, pp.163-170.
- DÍAZ, J.; GARCÍA, R.; LÓPEZ, C.; LINARES, C.; TOBÍAS, A.; PRIETO, L. (2005) "Mortality impact of extreme winter temperatures." *International Journal of Biometeorology* vol.49, pp.179-183.
- DÍAZ, J.; GARCÍA-HERRERA, R.; TRIGO, R.; LINARES, C.; VALENTE, M.; DE MIGUEL, J.; HERNÁNDEZ, E. (2006a) "The impact of the summer 2003 heat wave in Iberia: how should we measure it?" *International Journal of Biometeorology*, vol.50, pp.159-166.
- DÍAZ, J.; LINARES, C.; TOBÍAS, A. (2006b) "Impact of extreme temperatures on daily mortality in Madrid (Spain) among the 45-64 age-group." *International Journal of Biometeorology*, vol.50, pp.342-348.
- D'IPPOLITI, D.; MICHELOZZI, P.; MARINO, C.; DE'DONATO, F.; MENNE, B.; KATSOUYANNI, K.; KIRCHMAYER, U.; ANALITIS, A.; MEDINA-RAMÓN, M.; PALDY, A.; ATKINSON, R.; KOVATS, S.; BISANTI, L.; SCHNEIDER, A.; LEFRANC, A.; ÍÑIGUEZ, C.; PERUCCI, C. (2010) "The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project." *Environmental Health*, n.º37, 9p.
- FALCÃO, J.; CASTRO, M.; FALCÃO, M. (1988) "Efeitos de uma onda de calor na mortalidade da população do distrito de Lisboa." *Saúde em Números*, vol.3, n.º2, pp.9-12.
- FALCÃO, J. M. e VALENTE, P. (1997) "Doenças cerebrovasculares em Portugal: alguns aspetos epidemiológicos." *Acta Médica Portuguesa*, n.º10, pp.537-542.
- FARIA, R. (2010) *Paroxismos climáticos na região do Porto – estudo comparativo entre os períodos de 1900-1919 e 1988-2007. Contributo para o estudo das alterações climáticas à escala regional*. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto.118p.
- FERNANDES MARTINS, A. (1983) "Esta Coimbra... - Alguns apontamentos para uma palestra" *Cadernos de Geografia*, n.º1, pp.35-78.
- FIALHO, J.; GANHO, N.; GOMES, C. (2010) "Poluição por partículas e clima urbano. Um estudo de magnetismo ambiental em Coimbra, Portugal central." *e-Terra*, Revista eletrónica de ciências da terra, vol.9, n.19, VIII Congresso Nacional de Geologia, 4p. <https://eg.sib.uc.pt/handle/10316/14316> (acesso em 29/7/2014).
- FILLEUL, L.; CASSADOU, S.; MÉDINA, S.; FABRES, P.; LEFRANC, A.; EILSTEIN, D.; TERTRE, A.; PASCAL, L.; CHARDON, B.; BLANCHARD, M.; DECLERCQ, C.; JUSOT, J-F.; PROUVOST, H.; LEDRANS, M. (2006) "The relation between temperature, ozone, and mortality in nine French cities during the heat wave of 2003." *Environmental Health Perspectives*, vol.114, n.º9, pp.1344-1347.
- FISCHER, P.H.; BRUNEKREEF, B.; LEBRET, E. (2004) "Air pollution related deaths during the 2003 heat wave in the Netherlands." *Atmospheric Environment*, n.º38, pp.1083-1085.
- FOUILLET, A.; REY, G.; LAURENT, F.; PAVILLON, G.; BELLEC, S.; GUIHENNEUC-JOUYAUX, C.; CLAVEL, J.; JOUGLA, E.; HÉMON, D. (2006) "Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France." *International Archives of Occupational and Environmental Health*, Vol.80, pp.16-24.
- FOUILLET, A.; REY, G.; WAGNER, V.; LAAIDI, K.; EMPEREUR-BISSONNET, P.; LE TERTRE, A.; FRAYSSINET, P.; BESSEMOULIN, P.; LAURENT, F.; CROUY-CHANEL, P.; JOUGLA, E.; HÉMON, D. (2008) "Has the impact of heat waves on mortality changed in France since the European heat wave of summer 2003? A study of the 2006 heat wave." *International Journal of Epidemiology*, n.º37, pp.309-317.
- FREITAS, F. (2011) *Ondas de calor em Portugal: impacto humano e regimes de regulação de risco*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Coimbra. 135p.

- FREITAS, M. e 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, N.º4, p.816 – 829.
- FREITAS, M.; CUNHA, L., RAMOS, A. (2013) “Vulnerabilidade socioambiental de concelhos da Região Centro de Portugal por meio de sistema de informação geográfica.” *Cadernos de Geografia*, n.º32, pp.313-322.
- GABRIEL, K.M.A. e ENDLICHER, W.R. (2011) “Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany.” *Environmental Pollution* 159, pp. 2044 – 2050.
- GANGULY, A.; STEINHAUSER, K.; ERICKSON III, D.; BRANSTETTER, M.; PARISH, E.; SINGH, N.; DRAKE, J.; BUJA, L. (2009) “Higher trends but larger uncertainty and geographic variability in 21st century temperature and heat waves.” *PNAS*, vol.106, n.º37, pp.15555-15559.
- GANHO, N. (1991) “Contribuição para o conhecimento dos tipos de tempo de verão em Portugal. O exemplo de Coimbra.” *Cadernos de Geografia*, n.º10, pp.431-513.
- GANHO, N. (1992a) *O clima urbano de Coimbra. Aspectos térmicos estivais*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Coimbra. 170p.
- GANHO, N. (1992b) “Insolação e temperatura em Coimbra. Regimes médios e prováveis na estação meteorológica do IGU.” *Cadernos de Geografia*, n.º11, pp.55-73.
- GANHO, N.; LOURENÇO, L.; REBELO, F. (1992c) “Importância da Climatologia e da Geomorfologia no planeamento urbano. Análise de um caso concreto na parte oriental da cidade de Coimbra.” *Cadernos de Geografia*, n.º11. pp.75-85.
- GANHO, N. (1995) “A ilha de calor de Coimbra sob diferentes condições de tempo de Verão.” *Territorium*, n.º2, pp.33-50.
- GANHO, N. (1996a) “A ilha de calor de Coimbra. Efeitos bioclimáticos de contrastes termohigrométricos espaciais.” Actas do I Colóquio de Geografia de Coimbra, *Cadernos de Geografia*, n.º especial, pp.27-36.
- GANHO, N. (1996b) “Espaços verdes no interior do tecido urbano de Coimbra, Portugal: Contrastes topoclimáticos, influência bioclimática e riscos de poluição atmosférica.” *Territorium*, 3, pp.35-55.
- GANHO, N. (1998) *O clima urbano de Coimbra. Estudo de climatologia local aplicada ao ordenamento urbano*. Dissertação de Doutoramento. Universidade de Coimbra, 551p.
- GANHO, N. (1999) “Clima urbano e a climatologia urbana. Fundamentos e aplicação ao ordenamento urbano.” *Cadernos de Geografia*, n.º18, pp.97-127.
- GANHO, N. (2000) “Contrastes higrométricos entre o centro e a periferia urbana de Coimbra. Sentido, intensidade e ritmo diário.” *Cadernos de Geografia*, n.º19, pp.69-81.
- GANHO, N. (2001a) “Classificação de tipos de tempo aplicada à análise topoclimática. Uma proposta metodológica.” *Cadernos de Geografia*, n.º20, pp.53-63.
- GANHO, N. (2001b) “Investigação de factores intervenientes nos contrastes térmicos espaciais em topoclimatologia urbana. O caso de Coimbra.” *Cadernos de Geografia*, n.º20, pp.37-51.
- GANHO, N. (2001c) “Tendências climáticas seculares em Coimbra. Resultados preliminares da aplicação de modelos de regressão.” Actas do II Colóquio de Geografia de Coimbra, *Cadernos de Geografia*, n.º especial, pp.99-106.
- GANHO, N. (2010) “Contrastes topoclimáticos excepcionais associados a circulações de Leste numa cidade de relevo acidentado (Coimbra, Portugal).” *Cadernos de Geografia*, n.º28/29, pp.181-184.
- GARCÍA-HERRERA, R.; DÍAZ, J.; TRIGO, R.; HERNÁNDEZ, E. (2005) “Extreme summer temperatures in Iberia: health impacts and associated synoptic conditions.” *Annales Geophysicae*, vol.23, pp.239-251.
- GARCÍA-HERRERA, R.; DÍAZ, J.; TRIGO, R.; LUTERBACHER, J.; FISCHER, E.M. (2010) “A review of the European summer heat wave of 2003.” *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, vol.40, pp.267-306.
- GEMMELL, I.; MCLOONE, P.; BODDY, F.; DICKINSON, G.; WATT, G. (2000) “Seasonal variation in mortality in Scotland.” *International Journal of Epidemiology*, n.º29, pp.274-279.

- GONÇALVES, C.; CARRILHO, M (2006) “Envelhecimento crescente mas espacialmente desigual.” *Revista de Estudos Demográficos*, n.º40, pp.21-37.
- GUERREIRO, V. (2011) *Mortalidade e conforto bioclimático em Coimbra – estudo da vulnerabilidade das populações ao frio*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Coimbra. 170p.
- GUEST, C. S.; WILLSON, K.; WOODWARD, A.; HENNESSY, K.; KALKSTEIN, L. S.; SKINNER, C.; MCMICHAEL, A. J. (1999) “Climate and mortality in Australia: retrospective study, 1979-1990, and predicted impacts in five major cities in 2030.”, *Climate Research*, vol.13, pp.1-15.
- HAINES, A.; KOVATS, R.S.; CAMPBELL-LENDRUM, D.; CORVALAN, C. (2006a) “Climate change and human health: impacts, vulnerability, and mitigation.” *Lancet*, n.º367, pp.2101-2109.
- HAINES, A.; KOVATS, R.S.; CAMPBELL-LENDRUM, D.; CORVALAN, C. (2006b) “Climate change and human health: impacts, vulnerability and public health.” *Public Health*, n.º120, pp.585-596.
- HALES, S.; EDWARDS, S.J.; KOVATS, R.S. (2003) Impacts on health of climate extremes, pp.79-102, in (MCMICHAEL, A. J; CAMPBELL-LENDRUM, D. H.; CORVALÁN, C. F.; EBI, K. L.; GITHEKO, A. K.; SCHERAGA, J. D.; WOODWARD, A. (editors.) *Climate change and human health. Risks and Responses*. WHO, Gêneva, 322p.
<http://www.who.int/globalchange/publications/climatechangechap5.pdf> (acesso em 8/7/2014).
- HARE, E.; MORAN, P.; MACFARLANE, A. (1981) “The changing seasonality of infant deaths in England and Wales 1912-78 and its relation to seasonal temperature.” *Journal of Epidemiology and Community Health*, vol.35, pp.77-82.
- HEALY, J. (2003) “Excess winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk factors.” *Journal of Epidemiologic & Community Health*, n.º57, pp.784-789.
- HUTTER, H-P.; MOSHAMMER, H.; WALLNER, P.; LEITNER, B.; KUNDI, M. (2007) “Heatwaves in Vienna: effects on mortality.” *Wien Klin Wochenschr*, vol.119, n.º7-8, pp.223-227.
- HUYNEN, M.; MARTENS, P.; SCHRAM, D.; WEIJENBERG, M.; KUNST, A. (2001) “The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in Dutch population.” *Environmental Health Perspectives*, vol.109, n.º5, pp.463-470.
- IM (2006) *Informação Climática/julho 2006*. 26p.
https://www.ipma.pt/resources.www/docs/im_publicacoes/edicoes.online/wOQziUPEvTfUffeMSmKI/cli_20060701_20060731_pcl_mm_co_pt.pdf (acesso em 5/08/2014).
- IM (2010) *Boletim climatológico sazonal – verão 2010*. 13p.
https://www.ipma.pt/resources.www/docs/im_publicacoes/edicoes.online/20100916/CdsOqweBZGLpXNhXnxmf/cli_20100601_20100831_pcl_sz_co_pt.pdf (acesso em 5/08/2014).
- IM e AEMET (2011) *Atlas climático ibérico. Iberian Climate Atlas*. 79p.
http://www.ipma.pt/resources.www/docs_pontuais/ocorrencias/2011/atlas_clima_iberico.pdf (acesso em 24/08/2013).
- INE (1991) Censos 1991. XII Recenseamento geral da população. III Recenseamento geral da habitação.
- INE (2001) Censos 2001. XIV Recenseamento geral da população. IV Recenseamento geral da habitação.
- INE (2011a) *Censos 2011. Resultados provisórios. Portugal*. 145p.
http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=ine_censos_publicacao_det&contexto=pu&PUBLICACOESpub_boui=122073978&PUBLICACOESmodo=2&selTab=tab1&pcensos=61969554 (acesso em 5/8/2014).
- INE (2011b) Censos 2011. XV Recenseamento geral da população. V Recenseamento geral da habitação.
- IPMA (2013a) *Boletim Climatológico Mensal. Portugal Continental. Julho de 2013*. 12p.
https://www.ipma.pt/resources.www/docs/im_publicacoes/edicoes.online/20131028/cUflfKXIQMnrmvBKMBv/cli_20130701_20130731_pcl_mm_co_pt.pdf (acesso em 5/08/2014).
- IPMA (2013b) *Boletim Climatológico Sazonal. Verão 2013*. 3p.
https://www.ipma.pt/resources.www/docs/im_publicacoes/edicoes.online/20140519/AxQxTAXGpTGzKYOfFrFKq/cli_20130601_20130831_pcl_sz_co_pt.pdf (acesso em 5/08/2014).

- ISHIGAMI, A.; HAJAT, S.; KOVATS, R.; BISANTI, L.; ROGNONI, M.; RUSSO, A.; PALDY, A. (2008) “An ecological time-series study of heat-related mortality in three European cities.” *Environmental Health*, vol.7, n.º5, 7p. <http://link.springer.com/article/10.1186%2F1476-069X-7-5> (acesso em 17/7/2014).
- IZQUIERDO, A.; MANZANO, M.; MARTÍN, Q.; MONTERO, J.; SALAZAR, J. (2012) “Evolución temporal de las olas de calor en la meseta central española, entre 1961 y 2010.” *Sociedad Española de Climatología*, pp.441-448. http://www.aeclim.org/images/stories/articulos_pdf/ponencias2conaeccsalamanca/20-Extremos.pdf (acesso em 15/7/2014).
- KAISER, R.; LE TERTRE, A.; SCHWARTZ, J.; GOTWAY, C.; DALEY, W.; RUBIN, C. (2007) “The effect of the 1995 heat wave in Chicago on all-cause and cause-specific mortality.” *American Journal of Public Health*, vol.97, n.º1, pp.158-162.
- KANIEFF, M.; RAGO, G.; MINELLI, G.; LAMAGNI, T.; SADICOVA, O.; ŠELB, J.; VANTARAKIS, A.; CONTI, S. (2010) “The potencial for a concerted system for the rapid monitoring of excess mortality throughout Europe.” *Eurosurveillance*, vol.15, n.º43. p. <http://www.eurosurveillance.org/images/dynamic/ee/v15n43/art19697.pdf> (acesso em 21/7/2014).
- KEATING, W.; DONALDSON, G.; CORDIOLI, E.; MARTINELLI, M.; KUNST, A.; MACKENBACH, J.; NAYHA, S.; VUORI, I. (2000) “Heat related mortality in warm and cold regions of Europe: observational study.” *BMJ*, vol.321, pp.670-673.
- KNOWLTON, K.; ROTKIN-ELLMAN, M.; KING, G.; MARGOLIS, H.; SMITH, D.; SOLOMON, G.; TRENT, R.; ENGLISH, P. (2009) “The 2006 California heat wave: impacts on hospitalizations and emergency department visits.” *Environmental Health Perspectives*, vol.117, n.º1, pp.61-67.
- KODRA, E.; STEINHAUSER, K.; GANGULY, A. (2011) “Persisting cold extremes under 21st-century warming scenarios.” *Geophysical Research Letters*, vol.38, 5p.
- KOVATS, R. S.; HAJAT, S.; WILKINSON, P. (2004) “Contrasting patterns of mortality and hospital admissions during hot weather and heat waves in Greater London, UK.” *Occupational and Environmental Medicine*, n.º61, pp.893-898.
- KOVATS, R. S. e EBI, K. L. (2006) “Heatwaves and public health in Europe.” *European Journal of Public Health*, vol.16, n.º6, pp.592-599.
- KOVATS, R. S. e JAJAT, S. (2007) “Heat stress and public health: a critical review.” *Reviews in Advance*. Vol.17, n.º22, 16p.
- KUGLITSCH, F.; TORETI, A.; XOPLAKI, E.; DELLA-MARTA, P.; ZEREFOS, C.; TÜRKES, M.; LUTERBACHER, J. (2010) “Heat wave changes in the eastern Mediterranean since 1960.” *Geophysical Research Letters*, vol.37, 5p.
- LACOUR, S.; MONTE, M.; DIOT, P.; BROCCA, J.; VERON, N.; COLIN, P.; LEBLOND, V. (2006) “Relationship between ozone and temperature during the 2003 heat wave in France: consequences for health data analysis.” *BMC Public Health*, n.º6. 8p. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1635711/pdf/1471-2458-6-261.pdf> (acesso em 15/7/2014).
- LEAL, C.; GANHO, N.; CORDEIRO, A. (2008) “O contributo dos espaços verdes da cidade de Coimbra (Portugal) no topo-clima, microclima e no conforto bioclimático.” *Cadernos de Geografia*, n.º26/27, pp.333-341.
- LINARES, C. e DÍAZ, J. (2007) “Impact of high temperatures on hospital admissions: comparative analysis with previous studies about mortality (Madrid).” *European Journal of Public Health*, vol.18, n.º3, pp.317-322.
- LOPES, A. (1995) “Drenagem e acumulação de ar frio em noites de arrefecimento radiativo. Um exemplo no Vale de Barcarena (Oeiras).” *Finisterra*, vol.XXX, n.º59-60, Lisboa, pp.149-164.
- LOPES, A. (1998) “Contrastes térmicos nocturnos e acumulação de ar frio em áreas urbanas do sul da Península de Lisboa.” *Finisterra*, vol.XXXIII, n.º66, Lisboa, pp.25-40.
- LOPES, A. (2008) “O sobreaquecimento das cidades. Causas e medidas para a mitigação da ilha de calor de Lisboa.” *Territorium*, n.º15, pp.39-52.

- LOWE, D.; EBI, K.; FORSBERG, B. (2011) “Heatwave early warning systems and adaptation advice to reduce human health consequences of heatwaves.” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, n.º8, pp.4623-4648.
- LUBER, G. e MCGEEHIN, M. (2008) “Climate change and extreme heat events.” *American Journal of Preventive Medicine*, vol.35, n.º5, pp.429-435.
- LUTERBACHER, J.; DIETRICH, D.; XOPLAKI, E.; GROSJEAN, M.; WANNER, H. (2004) “European seasonal and annual temperature variability, trends, and extremes since 1500.” *Science*, vol.303, pp.1499-1503.
- MACHADO, T. (2013) *A percepção de eventos extremos de frio – caso de estudo: freguesia de Santo Tirso*. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto. 176p.
- MACHETTE, R. (2011) “Clima e turismo num contexto de mudanças climáticas.” *Finisterra*, vol.XLVI, n.º91, pp.139-154.
- MARGARIDO, A. P. (1987) “A morfologia urbana da “Alta” de Coimbra – ensaio sobre o traçado da malha e sua evolução.” *Cadernos de Geografia*, n.º6, pp.43-69.
- MARQUES, D.; GANHO, N.; CORDEIRO, A. (2008) “Clima local e ordenamento urbano – o exemplo de Coimbra.” *Cadernos de Geografia*, n.º26/27, pp.313-323.
- MARQUES, D.; GANHO, N.; CORDEIRO, A. (2009) “O contributo de estudos climáticos à escala local para o ordenamento Urbano. O exemplo de Coimbra (Portugal).” *Actas do 1º Congresso de Desenvolvimento Regional de Cabo Verde, 2º Congresso Lusófono de Ciência Regional, 3º Congresso de Gestão e Conservação da Natureza e 15º Congresso da Associação Portuguesa de Desenvolvimento Regional (APDR), Cidade da Praia, Cabo Verde*, pp. 3394-3415. <http://www.apdr.pt/congresso/2009/pdf/Sess%C3%A3o%2035/261A.pdf> (acesso em 30/7/2014).
- MARQUES, J. (2007) *Condições climáticas de inverno e a mortalidade diária no distrito de Lisboa*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa, 101p.
- MARQUES, J. e ANTUNES, S. (2009) “A perigosidade natural da temperatura do ar em Portugal Continental: a avaliação do risco na mortalidade.” *Territorim* n.º16, pp.49-61.
- MARQUES, J. e ANTUNES, S. (2013) “Avaliação da influência do frio no episódio de mortalidade verificado em Portugal no início de 2012.”, pp.313 – 324, in *Riscos naturais, antrópicos e mistos. Homenagem ao Professor Doutor Fernando Rebelo*. Coimbra, 895p.
- MARTO, N. (2005) “Ondas de calor. Impacto sobre a saúde.” *Acta Médica Portuguesa*, n.º18, pp.467-474.
- MATEUS, C. (2012a) A Oscilação do Atlântico Norte (NAO) e riscos climáticos registados em Coimbra durante o Inverno entre 1950-2010. Relatório de Seminário I da Licenciatura em Geografia – área de pré-especialização em Geografia Física. Coimbra, 67p. (inédito).
- MATEUS, C. (2012b) Diferentes contrastes climáticos decorrentes da localização de estações meteorológicas em espaço urbano, rural e envolvido na Região Centro entre 1950-2010. Relatório de Seminário II da Licenciatura em Geografia – área de pré-especialização em Geografia Física. Coimbra, 56p. (inédito).
- MATEUS, C. e CUNHA, L. (2013) “A Oscilação do Atlântico Norte (NAO) e riscos climáticos em Coimbra durante o Inverno entre 1950 e 2010.” *Territorium* n.º20, pp.37-47.
- MATTHIES, F.; BÍCKLER, G.; MARÍN, N.; HALES, S. (2008) Heat-health action plans. WHO 45p. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/95919/E91347.pdf (acesso em 25/7/2014).
- MATZARAKIS, A. e MAYER, H. (1991) “The extreme heat wave in Athens in July 1987 from the point of view of human Biometeorology.” *Atmospheric Environment*, vol.25B, n.º2, pp.203-211.
- MAZICK, A.; GERGONNE, B.; NIELSEN, J.; WUILLAUME, F.; VIRTANEN, M.; FOUILLET, A.; UPHOFF, H.; SIDEROGLOU, T.; PALDY, A.; OZA, A.; NUNES, B.; FLORES-SEGOVIA, V.; JUNKER, C.; MCDONALD, S.; GREEN, H.; PEDODY, R.; MØLBAK, K. (2012) “Excess mortality among the elderly in 12 European countries, February and March 2012.” *Euro Surveill*, vol.17, n.º14, p.5. <http://www.eurosurveillance.org/images/dynamic/EE/V17N14/art20138.pdf> (acesso em 17/7/2014).
- MCGREGOR, G. (2005) “Winter North Atlantic Oscillation, temperature and ischaemic heart disease mortality in three English counties.” *International Journal of Biometeorology*, n.º49, pp.197-204.

- MCKEE, M.; SANDERSON, C.; CHENET, L.; VASSIN, S.; SHKOLNIKOV, V. (1998) "Seasonal variation in Mortality in Moscow." *Journal of Public Health Medicine*, vol.20, n.º3, pp.268-274.
- MCMICHAEL, A.; WOODRUFF, R.; HALES, S. (2006) "Climate change and human health: present and future risks." *Lancet*, n.º367, pp.859-869.
- MEEHL, G. e TEBALDI, C. (2004) "More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century." *Science*, vol.305, pp.994-997.
- MENDES, J. M. (2009) "Social vulnerability indexes as planning tools: beyond the preparedness paradigm." *Journal of Risk Research*, vol.12, n.º1, pp.43-58.
- MENDES, J. M.; TAVARES, A.; CUNHA, L.; FREIRIA, S. (2009) "Vulnerabilidade Social aos Riscos Naturais e Tecnológicos em Portugal." In C. Guedes Soares, C. Jacinto, A.P. Teixeira, P. Antão (org.), *Riscos Industriais e Emergentes*. Edições Salamandra, Lisboa. pp.67-84. http://www.academia.edu/875342/Vulnerabilidade_Social_aos_Riscos_Naturais_e_Tecnologicos_em_Portugal (acesso em 29/7/2014).
- MENDES, M. J.; TAVARES, A.; CUNHA, L.; FREIRIA, S. (2011) "A vulnerabilidade social aos perigos naturais e tecnológicos em Portugal." *Revista Crítica de Ciências Sociais*, n.º93, pp.95-128.
- MICHELOZZI, P.; DE SARIO, M.; ACCETTA, G.; DE'DONATO, F.; KIRCHMAYER, U.; D'OVIDIO, M.; PERUCCI, C. (2006) "Temperature and summer mortality: geographical and temporal variations in four Italian cities." *Journal of Epidemiology and Community Health*, n.º60, pp.417-423.
- MICHELOZZI, P.; DE'DONATO, F.; BARGAGLI, A.; D'IPPOLITI, D.; DE SARIO, M.; MARINO, C.; SCHIFANO, P.; CAPPAL, G.; LEONE, M.; KIRCHMAYER, U.; VENTURA, M.; DI GENNARO, M.; LEONARDI, M.; OLEARI, F.; DE MARTINO, A.; PERUCCI, C. (2010) "Surveillance of summer mortality and preparedness to reduce the health impact of heat waves in Italy." *International Journal of Environmental Research and Public Health*, n.º7, pp.2256-2273.
- MIRANDA, P. e SANTOS, F. (2006) *Alterações climáticas em Portugal. Cenários, impactos e medidas de adaptação. Projecto SIAM II*. Gradiva. 506p.
- MIRANDA, P.; VALENTE, M.; TOMÉ, A.; TRIGO, R.; COELHO, M.; AGUIAR, A.; AZEVEDO, E. (2006) *O clima de Portugal nos séculos XX e XXI*. 89p. http://idl.ul.pt/sites/idl.ul.pt/files/docs/siam2_Clima_0_0.pdf (data de acesso em 21/7/2014).
- MONTEIRO, A.; CARVALHO, V.; OLIVEIRA, T.; SOUSA, C. (2013) "Excess mortality and morbidity during the July 2006 heat wave in Porto, Portugal." *International Journal of Biometeorology*, vol.57, pp.155-167.
- MONTERO, J.C.; MIRÓN, I.J.; CRIADO-ÁLVAREZ, J.J.; LINARES, C.; DÍAZ, J. (2010) Mortality from cold waves in Castile – La Mancha, Spain." *Science of the total environment*, n.º 408, pp.5768-5774.
- MORABITO, M.; CRISCI, A.; GRIFONI, D.; ORLANDINI, S.; CECCHI, L.; BACCI, L.; MODESTI, P.; GENSINI, G.; MARACCHI, G. (2006) "Winter air-mass-based synoptic climatological approach and hospital admissions for myocardial infarction in Florence, Italy." *Environmental Research*, n.º102, pp.52-60.
- MORAIS, L. (2011) *Distribuição espacial da mortalidade em Lisboa associada às temperaturas elevadas, com recurso a sistemas de informação geográfica*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa. 62p+anexos.
- NAFSTAD, P.; SKRONDAL, A.; BJERTNESS, E. (2001) "Mortality and temperature in Oslo, Norway, 1990-1995." *European Journal of Epidemiology*, vol.17, pp.621-627.
- NAVARRO, F.; SIMÓN-SORIA, F.; LÓPEZ-ABENTE, G. (2004) "Valoración del impacto de la ola de calor del verano de 2003 sobre la mortalidad." *Gaceta Sanitaria*, n.º18 (Supl. 1), pp.250-258. <http://scielo.isciii.es/pdf/gsv/v18s1/06valoracion.pdf> (acesso em 21/7/2014).
- NAUGHTON, M.; HENDERSON, A.; MIRABELLI, M.; KAISER, R.; WILHELM, J.; KIESZAK, S.; RUBIN, C.; MCCGEEHIN, M. (2002) "Heat-related mortality during a 1999 heat wave in Chicago." *American Journal of Preventive Medicine*, vol.22, n.º4, pp.221-227.
- NOGUEIRA, H. (2008) "Saúde (d)nos lugares – a problemática dos territórios promotores de saúde." *Cadernos de Geografia*, n.º26/27, pp.85-99.

- NOGUEIRA, H. e MATEUS, C. (2013) “Temperatura e risco de morte – mortalidade diária no concelho de Coimbra durante o verão de 2003.”, pp.301-312, in *Riscos naturais, antrópicos e mistos. Homenagem ao Professor Doutor Fernando Rebelo*. Coimbra, 895p.
- NOGUEIRA, P.; PAIXÃO, E.; FALCÃO, J. (2004) Efeitos do frio nas famílias portuguesas. Estudo na amostra ECOS. Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. 85p.
- NOGUEIRA, P.; PAIXÃO, E.; FALCÃO, J. (2005a) “Comportamentos das famílias portuguesas em épocas de calor e durante a onda de calor de Agosto de 2003.” *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, Vol.23, n.º2. pp.3-18.
- NOGUEIRA, P.; FALCÃO, J.; CONTREIRAS, M.; PAIXÃO, E.; BRANDÃO, J.; BATISTA, I. (2005b) “Mortality in Portugal associated with the heat wave of August 2003: early estimation of effect, using a rapid method.” *Eurosurveillance*, vol.10, n.º7, 9p.
- NOGUEIRA, P. e PAIXÃO, E. (2008) “Models for mortality associated with heatwaves: update of the Portuguese heat health warning system.” *International Journal of Climatology*, n.º28, pp.545-562.
- NOGUEIRA, P.; NUNES, A.; NUNES, B.; FALCÃO, J.; FERRINHO, P. (2009) “Internamentos hospitalares associados à onda de calor de Agosto de 2003: evidências de associação entre morbidade e ocorrência de calor.” *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, Vol.27, n.º2. pp.87-102.
- NOGUEIRA, P.; PAIXÃO, E.; MORAIS, L. (2013) “Temperaturas do ar de Lisboa e Portugal (por distritos). Distribuições semanais e geográficas: modelos para previsão e monitorização dos impactos das ondas de calor na mortalidade humana.” *Portugal Saúde em Números*, n.º1, pp.8-18.
- NOSSA, P.; SANTOS, N.; CRAVIDÃO, F. (2013) “Risco e vulnerabilidade: a importância de fatores culturais e sociodemográficos na interpretação e reação aos perigos.” pp.45-62, in *Riscos naturais, antrópicos e mistos. Homenagem ao Professor Doutor Fernando Rebelo*. Coimbra, 895p.
- NUNES, B.; PAIXÃO, E.; DIAS, C.; NOGUEIRA, P.; FALCÃO, J. (2008) Ar condicionado e mortalidade intra-hospitalar durante a onda de calor de 2003: evidência de um efeito protector. Relatório. Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. 40p.
- O’NEILL, M e EBI, K. (2009) “Temperature extremes and health: impacts of climate variability and change in the United States.” *JOEM*, vol.51, n.º1, pp.13-25.
- PAIXÃO, E. e NOGUEIRA, P. (2003) “Efeitos de uma onda de calor na mortalidade.” *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, Vol.21, n.º1. pp.41-54.
- PAIXÃO, E.; NOGUEIRA, P.; NUNES, A.; NUNES, B.; FALCÃO, J. (2006) Onda de calor de julho de 2006: efeitos na mortalidade. Estimativas preliminares para Portugal Continental. Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. 30p.
- PATZ, J.; CAMPBELL-LENDRUM, D.; HOLLOWAY, T.; FOLEY, J. (2005) “Impact of regional climate change on human health.” *Nature*, vol.438, pp.310-317.
- PELLEGRINI, E.; LORENZINI, G.; NALI, C. (2007) “The 2003 european heat wave: wich role for ozone? Some data from Tuscany, Central Italy.” *Water, Air & Soil Pollution*, n.º181, pp.401-408.
- PEREIRA, P. e MORAIS, L. (2007) “Clima urbano e evolução da temperatura estival em Lisboa no século XX. Tendência, número de noites quentes e amplitude térmica diária.” *Finisterra*, vol.XLII, n.º83, pp.109-126.
- PINHEIRO, C. (1990) “Um frio de morrer ou variação da mortalidade e clima nos distritos de Viana do Castelo e de Faro.” *Arquivos do Instituto Nacional de Saúde*, n.º15, pp.61-112.
- PINHEIRO, C. (2005) “Um frio de morrer, em Portugal, 1945-1988.” Observatório Português dos Sistemas de Saúde. 4p. http://www.observaport.org/sites/observaport.org/files/um_frio_de_morrer_1945-1988.pdf (acesso em 14/7/2014).
- RAMÓN, M.; ZANOBETTI, A.; CAVANAGH, D.; SCHWARTZ, J. (2006) “Extreme temperatures and mortality: assessing effect modification by personal characteristics and specific cause of death in a multy-city case-only analysis.” *Environmental Health Perspectives*, vol.114, n.º9, pp.1331-1336.
- RAMOS, A.; TRIGO, R.; SANTO, F. (2011) “Evolution of extreme temperatures over Portugal: recente changes and future scenarios.” *Climate Research*, Vol.48, pp.177-192.

- RAMOS, A. (s/d) Fenómenos extremos: onda de calor em Portugal em 2003. 4p. <http://www.alentejolitoral.pt/Downloads/Ambiente/Fen%C3%B3menos%20Extremos/Fen%C3%B3menos%20extremos%20onda%20de%20calor%20em%20Portugal%20em%202003.pdf> (acesso em 14/7/2014).
- REBELO, F. (1992) “O relevo de Portugal. Uma introdução.” *Inforgeo*, n.º4, http://www.apgeo.pt/files/section44/1225300929_INFORGEIO_04_Jun92_08a17.pdf pp.17-35. (acesso em 26/8/2014).
- REBELO, F. e CUNHA, L. (1992) O Relevo de Portugal. in Portugal Moderno. Ed. POMO. pp.13-27. https://www.academia.edu/425651/O_relevo_de_Portugal (acesso em 26/8/2014).
- REICHERT, T.; SIMONSEN, L.; SHARMA, A.; PARDO, S.; FEDSON, D.; MILLER, M. (2004) “Influenza and the winter increase in mortality in the United States, 1959-1999.” *American Journal of Epidemiology*, vol.160, n.º5, pp.492-502.
- REVICH, B. e SHAPOSHNIKOV (2008) “Excess mortality during heat waves and cold spells in Moscow, Russia.” *Occupational and Environmental Medicine*, n.º65, pp.691-696.
- REY, G.; JOUGLA, E.; FOUILLET, A.; PAVILLON, G.; BESSEMOULIN, P.; FRAYSSINET, P.; CLAVEL, J.; HÉMON, D. (2007) “The impact of major heat waves on all-cause and cause-specific mortality in France from 1971 to 2003.” *International Archives of Occupational and Environmental Health*, n.º80, pp.615-626.
- RIBEIRO, A. (2008) Picos de mortalidade e temperaturas extremas (Entre Douro e Minho, 1996-2005). Disciplina de Seminário de Projeto II, Licenciatura em Geografia, Universidade do Porto.48p.
- ROBINE, J.M.; CHEUNG, S.; ROY, S.; OYEN, H.; GRIFFITHS, C.; MICHEL, J.P.; HERRMANN, F. (2008) “Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003.” *Comptes Rendus Biologies*, n.º 331, pp.171-178.
- ROBINSON, P. (2001) “On the definition of a heat wave.” *Journal of Applied Meteorology*, vol.40, pp.762-775.
- SANTOS, F.; FORBES, K.; MOITA, R. (2001) *Mudança climática em Portugal. Cenários, impactes e medidas de adaptação. SIAM. Sumário executivo e conclusões*. Gradiva. 24p.
- SANTOS, L.; MARQUES, R.; PELETEIRO, M. (2005) “Um frio de morrer, em Portugal, 1995-2001.” Observatório Português dos Sistemas de Saúde. 3p. http://www.observaport.org/sites/observaport.org/files/Um_frio_morrer_portugal_1995-2001_0.pdf (acesso em 14/7/2014).
- SCHIFANO, P.; CAPPAL, G.; DE SARIO, M.; MICHELOZZI, P.; MARINO, C.; BARGAGLI, A.; PERUCCI, C. (2009) “Susceptibility to heat wave-related mortality: a follow-up study of a cohort of elderly in Rome.” *Environmental Health*, vol.8, n.º50, 14p. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19909505>(acesso em 17/7/2014).
- SCHIFANO, P.; LEONE, M.; DE SARIO, M.; DE'DONATO, F.; BARGAGLI, A.; D'IPPOLITI, D.; MARINO, C.; MICHELOZZI, P. (2012) “Changes in effects of heat on mortality among the elderly from 1998-2010: results from a multicenter time series study in Italy.” *Environmental Health*, vol.11, n.º58, 9p. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3506566/>(acesso em 17/7/2014).
- SILVA, V. (2012) *O risco de morbilidade, com doenças respiratórias, durante episódios de frio intenso na GAMP e no Porto*. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto. 104p.+anexos.
- SMOYER-TOMIC, K. e RAINHAM, D. (2001) “Beating the heat: development and evaluation of a canadian hot weather health-response plan.” *Environmental Health Perspectives*, vol.109, n.º12, pp.1241-1248.
- TAMERUS, J.; WISE, E.; UEJIO, C.; MCCOY, A.; COMRIE, A. (2007) “Climate and human health: synthesizing environmental complexity and uncertainty.” *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, n.º21, pp.601-613.
- TAVARES, A. (2009) “Proteger a saúde das alterações climáticas na Região de Lisboa e Vale do Tejo.” *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, Número Especial 25 anos, pp.107-115.
- TAVARES, A. e CUNHA, L. (2007) “Riscos Naturais e Ordenamento do Território. Espaços – Risco e interfaces territoriais na Região Centro.” VI Congresso da Geografia Portuguesa, 12p.

- THE EUROWINTER GROUP (1997) “Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe.” *The Lancet*, vol.349, n.º10, pp.1341-1346.
- TRIGO, R.; RAMOS, A.; NOGUEIRA, P.; SANTOS, F.; GARCÍA-HERRERA, R.; GOUVEIA, C.; SANTO, F. (2009) “Evaluation the impact of extreme temperature based indices in the 2003 heatwave excessive mortality in Portugal.” *Environmental science & policy*, n.º12, pp.844-854.
- VASCONCELOS, J.; FREIRE, E.; ALMENDRA, R.; MACHADO, J.R.; SANTANA, P. (2010) “Condições climáticas e morbidade/mortalidade: contributos para uma melhoria da habitabilidade e para o planeamento urbano em Portugal.” *Actas Pluris 2010*, 12p. <http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper469.pdf> (acesso em 14/7/2014).
- VASCONCELOS, J. (2012) *Bioclima, saúde e qualidade da habitação em Portugal. Papel da exposição ao frio na incidência de doenças coronárias agudas*. Dissertação de Doutoramento. Universidade Nova de Lisboa. 203p. <http://run.unl.pt/handle/10362/8207> (acesso em 21/7/2014).
- WHITMAN, S.; GOOD, G.; DONOGHUE, E.; BENBOW, N.; SHOW, W.; MOU, S. (1997) “Mortality in Chicago attributed to the July 1995 heat wave.” *American Journal of Public Health*, vol.87, n.º9, pp.1515-1518.
- WILKINSON, P.; PATTENDEN, S.; ARMSTRONG, B.; FLETCHER, A.; KOVATS, R.; MANGTANI, P.; MCMICHAEL, A. (2004) “Vulnerability to winter mortality in elderly people in Britain: population based study.” *BMJ*, 6p. <http://www.bmj.com/content/329/7467/647> (acesso em 21/7/2014).
- WHO (2004) *Fifth futures forum on rapid response decision-making tools*. 28p. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/98304/E83347.pdf (acesso em 25/7/2014).
- WHO (2007) Improving public health responses to extreme weather/heat-waves – EuroHeat. Meeting Report. 86p. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0018/112473/E91350.pdf (acesso em 25/7/2014).
- WHO (2009) Euroheat. Improving public health responses to extreme weather/heat-waves. 5p. <http://ccsl.iccip.net/e92473.pdf> (acesso em 25/7/2014).
- XU, Y.; DADVAND, P.; BARRERA-GÓMEZ, J.; SARTINI, C.; MARÍ-DELL’OLMO, M.; BORRELL, C.; MEDINA-RAMÓN, M.; SUNYER, J.; BASAGAÑA, X. (2013) “Differences on the effect of heat waves on mortality by sociodemographic and urban landscape characteristics.” *Journal of Epidemiologic & Community Health*, n.º67, pp.519-525.
- YAGÜE, C.; MARTIJA, M.; TORRES, J.; MALDONADO, A.; ZURITA, E. (2006) “Análisis estadístico de las olas de calor y frío en España.” XXIX Jornadas Científicas de la AME, 6p. http://pendientedemigracion.ucm.es/info/Geofis/g-micromet_varclima/articulos/Yague_et_alAME2006.pdf (acesso em 14/7/2014).