

Universidade de Lisboa
Instituto de Geografia e Ordenamento do Território



**Avaliação da Perigosidade e Exposição Associadas a Ondas de
Calor no Município da Amadora para o Período 1971-2015**

Maria Ana Rebelo Martins Henriques

Mestrado em Geografia Física e Ordenamento do Território

Relatório de Estágio orientado pelo Doutor Sérgio Manuel Cruz de Oliveira e pelo
Doutor Marcelo Henrique Carapito Martinho Fragoso

2024

Universidade de Lisboa
Instituto de Geografia e Ordenamento do Território



UNIVERSIDADE
DE LISBOA



**Avaliação da Perigosidade e Exposição Associadas a Ondas de Calor no
Município da Amadora para o Período 1971-2015**

Maria Ana Rebelo Martins Henriques

Mestrado em Geografia Física e Ordenamento do Território

Relatório de Estágio orientado pelo Doutor Sérgio Manuel Cruz de Oliveira e pelo Doutor
Marcelo Henrique Carapito Martinho Fragoso

Júri:

Presidente: Doutora Carla Andreia Silva Mora, Professora Auxiliar do Instituto de Geografia e
Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa

Vogais:

- Doutor João Viljoen de Vasconcelos, Professor Adjunto da Escola Superior de Turismo e
Tecnologia do Mar de Peniche do Instituto Politécnico de Leiria
- Doutor Pedro Manuel Pinto dos Santos, Professor Auxiliar do Instituto de Geografia e
Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa

Declaração de Autoria

Eu Maria Ana Rebelo Martins Henriques, declaro que o presente relatório de estágio de mestrado intitulado Avaliação da Perigosidade e Exposição Associadas a Ondas de Calor no Município da Amadora para o Período 1971-2015, é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas na bibliografia ou outras listagens de fontes documentais, tal como todas as citações diretas ou indiretas têm devida indicação ao longo do trabalho segundo as normas académicas.

Agradecimentos

Estou eternamente grata por todos os conhecimentos e ensinamentos que me foram transmitidos durante este percurso e que irei levar para a vida.

Aos professores Sérgio Oliveira e Marcelo Fragoso, meus orientadores, sem os quais nada disto teria sido possível. Contribuíram para o meu sucesso e ajudaram-me a ultrapassar todos os obstáculos, mostrando-se sempre disponíveis, apoiando-me e sugerindo ideias cruciais para a elaboração e evolução deste trabalho. À enorme partilha e incentivo, um muito obrigado.

Um agradecimento especial ao professor Dr. Pedro Pinto Santos, que me cedeu os dados da Vulnerabilidade Social para a Área Metropolitana de Lisboa, dos quais pude retirar elementos essenciais para o meu relatório quanto à criticidade e capacidade de suporte para o município da Amadora.

Ao Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora que me acolheu para a realização do meu estágio curricular e me recebeu com grande amizade. Todas as atividades que me foram proporcionadas por parte do serviço auxiliaram-me no entendimento dos diferentes setores, transmitindo-me o gosto pela vossa nobre profissão.

À excelente equipa deste serviço, estou-vos grata. Obrigado pelo companheirismo, pela ajuda e, acima de tudo, pelas amizades que levo para a vida. Sem vocês, este percurso não tinha tido a mesma piada! Um especial obrigado à Técnica Superior Maria Lourenço, minha orientadora no serviço, que se demonstrou sempre disponível, fornecendo-me toda a informação necessária à concretização deste trabalho e me alavancou, demonstrando a sua sapiência e perseverança no cumprimento do seu trabalho.

Neste seguimento, um agradecimento especial ao Coordenador Municipal Dr. Luís Carvalho, com quem tive o primeiro contacto com a entidade, por me ter recebido e incentivando ao máximo, proporcionando-me experiências únicas e motivando-me para ir além dos meus limites.

Ao Dr. Jorge Neto, que foi o contacto junto do IPMA para a obtenção de informações meteorológicas das estações localizadas nas proximidades do município da Amadora, dentro da Área Metropolitana de Lisboa.

A todos os amigos que estiveram presentes.

Ao Miguel Amaro, amigo excepcional desde o momento em que nos conhecemos, que sempre esteve presente e me ajudou a ultrapassar as barreiras académicas no decorrer dos últimos 6 anos e me manteve motivada nos últimos momentos deste relatório, contribuindo para o meu sucesso.

À minha família, em especial à minha mãe, que esteve sempre presente ao meu lado e me incentivou e apoiou durante o meu percurso académico. À sua sabedoria e ponderação, devo tudo.

A todos, obrigado!

Resumo

O presente relatório avalia a perigosidade e a exposição às ondas de calor no município da Amadora, com foco na distribuição espacial e nos fatores condicionantes que contribuem para a sua intensidade. O estudo identifica as áreas mais suscetíveis aos efeitos das ondas de calor, utilizando dados socioeconómicos e demográficos, e analisa a distribuição e intensidade das ondas de calor no período de 1971 a 2015, com ênfase nos impactes negativos.

Os principais objetivos deste trabalho passam por compreender o padrão (frequência e intensidade) de ocorrência de ondas de calor e como diferentes freguesias e grupos populacionais são afetados, fornecendo informações críticas para o planeamento urbano e a elaboração de políticas públicas eficazes, visando mitigar os impactes, especialmente nas populações mais vulneráveis.

No período analisado, os dados climáticos mostram um aumento significativo na frequência e intensidade das ondas de calor, especialmente em maio e setembro, destacando a necessidade urgente de políticas públicas para enfrentar o calor extremo, particularmente em áreas com menor capacidade de adaptação.

A presença de espaços verdes é essencial para minimizar esses impactos. A vulnerabilidade social é um fator crucial na análise desses impactos, com zonas urbanas densamente povoadas e com pouca vegetação apresentando maior vulnerabilidade. Assim, áreas verdes desempenham um papel importante na mitigação dos efeitos do calor extremo.

Para enfrentar essa vulnerabilidade territorial às ondas de calor, é essencial melhorar as condições habitacionais, expandir os espaços verdes e desenvolver sistemas de alerta precoce. Programas de sensibilização são fundamentais para educar a população sobre riscos climáticos e promover ambientes resilientes. A Proteção Civil deve adotar medidas preventivas e reativas, como monitorar previsões meteorológicas, emitir alertas antecipados, divulgar informações sobre os riscos do calor, preparar os serviços de emergência e monitorar grupos de risco com planos de contingência, visando proteger a população e minimizar os efeitos adversos.

Palavras-chave

Ondas de Calor; Vulnerabilidade Social e Territorial; Amadora; Espaços Verdes; Políticas Públicas

Abstract

The present report assesses the hazard and exposure to heatwaves in the municipality of Amadora, focusing on the spatial distribution and conditioning factors that contribute to their intensity. The study identifies the areas most susceptible to the effects of heatwaves, using socioeconomic and demographic data, and analyses the distribution and intensity of heatwaves from 1971 to 2015, with an emphasis on negative impacts.

The main objectives of this work are to understand the pattern (frequency and intensity) of heatwave occurrences and how different parishes and population groups are affected, providing critical information for urban planning and the development of effective public policies to mitigate the impacts, especially on the most vulnerable populations.

During the analysed period, climatic data show a significant increase in the frequency and intensity of heatwaves, particularly in May and September, highlighting the urgent need for public policies to address extreme heat, especially in areas with lower adaptive capacity. The presence of green spaces is essential to minimize these impacts. Social vulnerability is a crucial factor in analysing these impacts, with densely populated urban areas and little vegetation showing greater vulnerability. Thus, green areas play an important role in mitigating the effects of extreme heat.

To address this territorial vulnerability to heatwaves, it is essential to improve housing conditions, expand green spaces, and develop early warning systems. Awareness programs are fundamental to educate the population about climate risks and promote resilient environments. Civil Protection must adopt preventive and reactive measures, such as monitoring weather forecasts, issuing early warnings, disseminating information on heat risks, preparing emergency services, and monitoring risk groups with contingency plans to protect the population and minimize adverse effects.

Keywords

Heatwaves; Social and Territorial Vulnerability; Amadora; Green Spaces; Public Policies

Índice

I.	Introdução.....	1
II.	Enquadramento Teórico.....	3
II.1.	Entidade de Acolhimento - Proteção Civil.....	3
II.2.	Enquadramento do Estágio - Serviços Municipais de Proteção Civil da Amadora	5
III.	Enquadramento Conceptual e Estado da Arte	9
III.1.	Conceitos.....	9
III.2.	Ondas de Calor e Mortalidade.....	10
III.3.	Episódios de Ondas de Calor em Portugal.....	17
IV.	Enquadramento e Caracterização do Município da Amadora.....	21
IV.1.	Enquadramento Geográfico	21
IV.2.	Enquadramento Climático.....	22
IV.3.	Caraterização Sociodemográfica do Município da Amadora.....	24
IV.3.1.	Demografia	24
IV.3.2.	Educação.....	30
IV.3.3.	Emprego	31
IV.3.4.	Habitação	32
V.	Métodos e Técnicas.....	37
V.1.	Enquadramento geral - Etapas do Estudo	37
V.2.	Métodos.....	39
V.2.1.	Cálculo do índice EHF e Índices associados.....	41
V.2.2.	Vulnerabilidade Territorial	45
VI.	Resultados e Considerações	49
VI.1.	Caraterização da Temperatura do Ar	50
VI.2.	Ondas de calor na Amadora (1971-2015)	52
VI.3.	Características do Território - Vulnerabilidade Social e Territorial	60
VII.	Considerações Finais.....	75
	Referências Bibliográficas.....	79

Índice de Figuras

Figura 1 - Principais funções do Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora. Fonte: SMPCAm (2023).....	4
Figura 2 - Articulação dos principais conceitos na avaliação do risco. Fonte: Julião <i>et al.</i> (2009).....	10
Figura 3 - Localização Geográfica do Município da Amadora. Fonte: DGT (2022).....	21
Figura 4 - Classificação Köppen-Geiger para a península Ibérica com localização do município da Amadora (1971-2000). Fonte: Crucho (2013).....	23
Figura 5 - Evolução da Temperatura Média Anual entre 1951 e 2010. Fonte: Crucho (2013).....	23
Figura 6 - Densidade Populacional (hab./km ²) nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022).....	25
Figura 7 - Variação da População Residente (%) nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022).....	26
Figura 8 - Estrutura etária nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022).....	27
Figura 9 - Índice de Envelhecimento (Nº) nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022).....	28
Figura 10 - Proporção de Agregados Domésticos Privados Unipessoais (%) com pessoas de 65 ou mais anos nas diferentes freguesias do concelho da Amadora. Fonte: INE (2022).....	29
Figura 11 - População Residente Sem Abrigo (Nº) nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022).....	29
Figura 12 - Taxa de Analfabetismo (%) nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022).....	30
Figura 13 - Percentagem da População (%) com Ensino Superior nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022).....	31
Figura 14 - Taxa de Desemprego (%) nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022).....	32
Figura 15 - Edifícios por Época de Construção (%) nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022).....	33
Figura 16 - Densidade de Alojamentos (Nº/km ²) nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022).....	33

Figura 17 – Percentagem de Alojamentos sem Ar Condicionado nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022)	34
Figura 18 - Proporção de Edifícios com Necessidade de Reparação (%) nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022)	35
Figura 19 - Modelo conceptual da metodologia utilizada	41
Figura 20 – Nº de dias por onda de calor ocorrida para o período em análise, na Amadora. Fonte dos dados de temperatura: Base de dados <i>Iberia01</i> (Herrera <i>et al.</i> , 2019).....	53
Figura 21 - Variação interanual do número de ondas de calor por ano entre 1971-2015, na Amadora. Fonte dos dados de temperatura: Base de dados <i>Iberia01</i> (Herrera <i>et al.</i> , 2019).....	54
Figura 22 - Nº de dias pertencentes a ondas de calor por mês na Amadora. Fonte dos dados de temperatura: Base de dados <i>Iberia01</i> (Herrera <i>et al.</i> , 2019)	55
Figura 23 - Nº de ondas de calor por mês na Amadora. Fonte dos dados de temperatura: Base de dados <i>Iberia01</i> (Herrera <i>et al.</i> , 2019).....	55
Figura 24 – Nº de ondas de calor por mês e valores das temperaturas máximas e médias anuais (°C), na Amadora. Fonte dos dados de temperatura: Base de dados <i>Iberia01</i> (Herrera <i>et al.</i> , 2019).....	56
Figura 25 - Temperaturas Máximas, Médias e Mínimas Médias Mensais (°C) por ano no município da Amadora. Fonte dos dados de temperatura: Base de dados <i>Iberia01</i> (Herrera <i>et al.</i> , 2019).....	57
Figura 26 – Ondas de calor ocorridas e respetivas temperaturas médias por onda de calor (°C), por ano no município da Amadora. Fonte dos dados de temperatura: Base de dados <i>Iberia01</i> (Herrera <i>et al.</i> , 2019).....	58
Figura 27 - Espaços Verdes e Não Verdes no município da Amadora. Fonte: Carta do Uso e Ocupação do Solo (2018). DGT (2022).....	61
Figura 28 - Número de Indivíduos com 65 ou mais anos no município da Amadora. INE (2021).....	63
Figura 29 – Número de Indivíduos entre os 0 e os 14 anos no município da Amadora. INE (2021).....	64
Figura 30 – Capacidade de Suporte no Município da Amadora. Fonte: Santos <i>et al.</i> (2023)	65
Figura 31 - Criticidade no Município da Amadora. Fonte: Santos <i>et al.</i> (2023).....	67
Figura 32 - Vulnerabilidade Social no Município da Amadora	69
Figura 33 - Peso das Áreas Verdes no Município da Amadora	71

Figura 34 – Mapa de Vulnerabilidade Territorial a Ondas de Calor no Município da Amadora 73

Índice de Quadros

Quadro 1 - Resumo das Ondas de Calor mais significativas em Portugal Continental	19
Quadro 2 - Densidade Populacional e População Residente nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022)	25
Quadro 3 – Coordenadas do ponto da grelha que compreendem o município da Amadora. Fonte: Herrera <i>et al.</i> (2019)	37
Quadro 4 - Indicadores utilizados para a análise sociodemográfica do município	38
Quadro 5 – Temperatura máxima anual (°C) para cada ano entre 1971-2015 no município da Amadora. Fonte: Base de dados <i>Iberia01</i> (Herrera <i>et al.</i> , 2019)	51
Quadro 6 – Valores das temperaturas máximas diárias e temperatura média (°C) por mês entre 1971-2015 no município da Amadora. Fonte: Base de dados <i>Iberia01</i> (Herrera <i>et al.</i> , 2019)	52
Quadro 7 – Resultados do Teste Z, valor de Q e sua significância, obtidos através do <i>MAKESENS</i> para o HWN, HWD e HWF	59
Quadro 8 - Percentagem de Espaços Verdes no Município da Amadora	60
Quadro 9 - Percentagem de Área Verde por Freguesia do Município da Amadora	61
Quadro 10 – Percentagem de Capacidade de Suporte por freguesia no município da Amadora	66
Quadro 11 - Percentagem de Criticidade por freguesia no município da Amadora	68
Quadro 12 – Percentagem por classe de Vulnerabilidade Social no Município da Amadora	70
Quadro 13 – Percentagem de peso de espaços verdes por freguesia no município da Amadora	72
Quadro 14 - Matriz referente à classificação da vulnerabilidade territorial estabelecida pela relação entre as Áreas Verdes e a Vulnerabilidade Social para o município da Amadora	74

Lista de siglas, acrónimos e abreviaturas

AEM & IM - Agência Estatal de Meteorologia e Instituto de Meteorologia

AML - Área Metropolitana de Lisboa

ANEP - Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil

ANPC - Autoridade Nacional de Proteção Civil

ATO - Accumulated Thermal Overload

BGRI - Base Geográfica de Referenciação de Informação

CMA - Câmara Municipal da Amadora

CPX - Command Post Exercise

CRLVT - Comando Regional de Lisboa e Vale do Tejo

DGS - Direção Geral de Saúde

EHF - Excess Heat Factor

GATO IV - Generalized Accumulated Thermal Overload IV

HI - Heat Index

HW's - Heat Wave

HWD - Heatwave Duration

HWDI - Heat Wave Duration Index

HWF - Heatwave frequency

ÍCARO - Importância do Calor: Repercussão nos Óbitos

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

IPMA - Instituto Português do Mar e da Atmosfera

LIVEX - Live Exercise

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration

NUTS - Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos

OMM - Organização Meteorológica Mundial

OMS - Organização Mundial de Saúde

ONG's - Organizações Não Governamentais

PCRTEA - Plano de Contingência Regional para as Temperaturas Extremas Adversas

PDM - Plano Diretor Municipal

PMAAC - AML - Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas - Área Metropolitana de Lisboa

PROCIV - Grupo de Proteção Civil

RCP - Representative Concentration Pathway

REPC - Reserva Estratégica de Proteção Civil

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SIRESP - Sistema Integrado de Redes de Emergência e Segurança de Portugal

SMPC - CMA - Serviço Municipal Proteção Civil - Câmara Municipal da Amadora

SMPC - Serviço Municipal de Proteção Civil

SMPCAm - Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora

SMS's - Short Messages Service

TN - Temperatura Mínima Diária

TN90 - Percentil 90 da Temperatura Mínima Diária

TTX - Tabletop Exercise

TX - Temperatura Máxima Diária

TX90 - Percentil 90 da Temperatura Máxima Diária

UNDRO - United Nations Disaster Relief Organization

VDM - Sistema de Vigilância Diária de Mortalidade

ZCAP's - Zonas de Concentração e Apoio à População

I. Introdução

A mudança climática induzida pelo homem está a aumentar a variabilidade climática natural, resultando em eventos extremos mais frequentes e intensos, como ondas de calor, secas e inundações, com impactes adversos generalizados para a natureza e para a população mundial (IPCC, 2022). Em Portugal, esses fenómenos climáticos extremos têm-se tornado cada vez mais recorrentes, exacerbando problemas em vários domínios como a agricultura, os ecossistemas, a economia e a saúde pública (Awasthi *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2016). O calor extremo, é cada vez mais sentido, com ondas de calor mais frequentes e prolongadas, originando consequências significativas, como o aumento da mortalidade e a pressão sobre os serviços de saúde (Nunes, 2017).

O *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) relata que desde o final do século XX a frequência das ondas de calor têm vindo a aumentar (IPCC, 2022) e até 2100, prevê-se ainda um aumento da temperatura entre 2,5°C e 4,3°C (cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, respetivamente), tornando esta tendência uma preocupação para a saúde da população (IPCC, 2022). Este aumento irá acentuar tanto a frequência como a intensidade e duração de eventos extremos, tais como eventos de temperatura extrema na Europa, sendo que Portugal terá como consequência direta possíveis agravamentos das taxas de mortalidade e morbilidade associadas (IPCC, 2022).

As ondas de calor têm vindo a aumentar devido à ação antropogénica, sendo imprevisíveis e causando desconforto térmico (Zuo *et al.*, 2015). Estas têm influência no processo de aquecimento da terra, o qual advém do aumento das concentrações de gases de efeito de estufa resultantes da atividade humana e que a comunidade científica acredita que continuarão a aumentar progressivamente no futuro, se nenhuma medida for tomada (Awasthi *et al.*, 2021). Além do mais, a contribuição da industrialização para o desenvolvimento da vida humana acarreta impactes negativos para o ambiente, quer pelo consumo elevado de energia, quer pelo aumento da poluição do ar, o que no futuro, terá como consequência a ocorrência de eventos extremos de onda de calor resultantes das alterações climáticas (Awasthi *et al.*, 2021).

Consequentemente, as ondas de calor apresentam impactes económicos e sociais significativos, mas principalmente e de forma direta, um enorme risco para a saúde, afetando o conforto, a morbilidade e mortalidade da população (Bogdanović *et al.*, 2013; Loughnan *et al.*, 2014; Moço, 2005; Quinn *et al.*, 2014). Por isso, é essencial reduzir a vulnerabilidade da população a estes eventos.

A projeção de tendência crescente de ondas de calor cada vez mais intensas, levou à escolha deste tema, sobretudo tendo em consideração a importância do estudo destas como uma ameaça para a população e que poderá vir a ter uma importância cada vez maior, mesmo a curto prazo, considerando o atual contexto de mudanças climáticas.

Por conseguinte, este relatório visa avaliar a ocorrência de ondas de calor no município da Amadora para o período 1971-2015 e identificar as principais características da exposição da população aos efeitos potenciais das ondas de calor. Considerando estes dois objetivos principais, tenciona-se, mais especificamente, identificar eventos de ondas de calor para um período de, pelo menos, 30 anos; estudar

a frequência e a recorrência dos eventos de onda de calor, de acordo com a sua intensidade e duração, utilizando o método de Nairn e Fawcett (2014); realizar uma caracterização sociodemográfica para o município da Amadora; identificar os fatores de exposição da população mais relevantes; elaborar um modelo espacial de vulnerabilidade social e territorial, tendo em conta a análise das ocorrências registadas durante o período 1971-2015.

II. Enquadramento Teórico

II.1. Entidade de Acolhimento – Proteção Civil

De acordo com a Lei de Bases da Proteção Civil – Lei nº27/2006, de 12 de novembro, na sua redação atual, dada pela Lei nº80/2015, de 3 de agosto, – a Proteção Civil é definida como uma atividade que é desenvolvida pelo Estado, pelas Regiões Autónomas e autarquias locais, pelos cidadãos e pelas entidades públicas e privadas com o intuito de prevenir riscos coletivos associados a situações de acidente grave ou catástrofe, atenuar os seus efeitos e, no limite, socorrer a população e bens em perigo, repondo a normalidade nas áreas afetadas. Assim, é fundamental conhecer o território (coordenando todas as informações), as características do território e os fenómenos que possam aí ocorrer ao longo do tempo e do espaço.

A Proteção Civil é uma atividade que é “permanente, multidisciplinar e plurisectorial, cabendo a todos o órgãos e departamentos da Administração Pública promover as condições indispensáveis à sua execução, de forma descentralizada, sem prejuízo do apoio mútuo entre organismos e entidades do mesmo nível ou proveniente de níveis superiores” - (Lei nº27/2006, de 12 de novembro, na sua redação atual). Esta assenta em 4 pilares/objetivos fundamentais – a prevenção, preparação, a resposta e a recuperação – face ao conjunto diversificado de riscos coletivos naturais e tecnológicos que afetam o território (Lei nº27/2006, de 12 de novembro, na sua redação atual), ou seja, ocorre uma prevenção e uma preparação face aos riscos coletivos através do planeamento e da sensibilização e, aquando do cenário de acidente grave ou catástrofe, sucede-se todo um processo de resposta e recuperação do território, assistindo e protegendo pessoas e bens e, posteriormente, repondo a normalidade em áreas afetadas.

É importante referir, ainda, que a Proteção Civil assenta em vários princípios (Lei nº27/2006, de 12 de novembro, na sua redação atual), nomeadamente: “a) O princípio da prioridade, nos termos do qual deve ser dada prevalência à prossecução do interesse público relativo à proteção civil, sem prejuízo da defesa nacional, da segurança interna e da saúde pública, sempre que estejam em causa ponderações de interesses, entre si conflitantes; b) O princípio da prevenção, por força do qual os riscos de acidente grave ou de catástrofe devem ser considerados de forma antecipada, de modo a eliminar as próprias causas, ou reduzir as suas consequências, quando tal não seja possível; c) O princípio da precaução, de acordo com o qual devem ser adotadas as medidas de diminuição do risco de acidente grave ou catástrofe inerente a cada atividade, associando a presunção de imputação de eventuais danos à mera violação daquele dever de cuidado; d) O princípio da subsidiariedade, que determina que o subsistema de proteção civil de nível superior só deve intervir se e na medida em que os objetivos da proteção civil não possam ser alcançados pelo subsistema de proteção civil imediatamente inferior, atenta a dimensão e a gravidade dos efeitos das ocorrências; e) O princípio da cooperação, que assenta no reconhecimento de que a proteção civil constitui atribuição do Estado, das regiões autónomas e das autarquias locais e dever dos cidadãos e de todas as entidades públicas e privadas; f) O princípio da coordenação, que exprime a necessidade de assegurar, sob orientação do Governo, a articulação entre a definição e a execução das políticas nacionais, regionais, distritais e municipais de proteção civil; g) O princípio da unidade de comando, que determina que

todos os agentes atuam, no plano operacional, articuladamente sob um comando único, sem prejuízo da respetiva dependência hierárquica e funcional; h) O princípio da informação, que traduz o dever de assegurar a divulgação das informações relevantes em matéria de proteção civil, com vista à prossecução dos objetivos previstos no artigo 4º, em que o artigo anterior se refere aos objetivos anteriormente enunciados.

Possui, também, como função fiscalizar e inspecionar quanto ao cumprimento das leis e coordenar e assegurar a articulação das diferentes entidades que se encontram no terreno, estando organizada por quatro níveis: nível nacional (Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil), regional (Comando Regional de Lisboa e Vale do Tejo), sub-regional (Comando Sub-regional da Grande Lisboa) e municipal (Serviço Municipal de Proteção Civil), (Figura 1) – Decreto-Lei nº45/2019, de 1 de abril –.

O Serviço Municipal de Proteção Civil (Figura 1), de acordo com o Decreto-Lei nº44/2019, de 1 de abril, define o enquadramento institucional e operacional da Proteção Civil ao nível municipal, estabelece coordenador municipal de proteção civil.

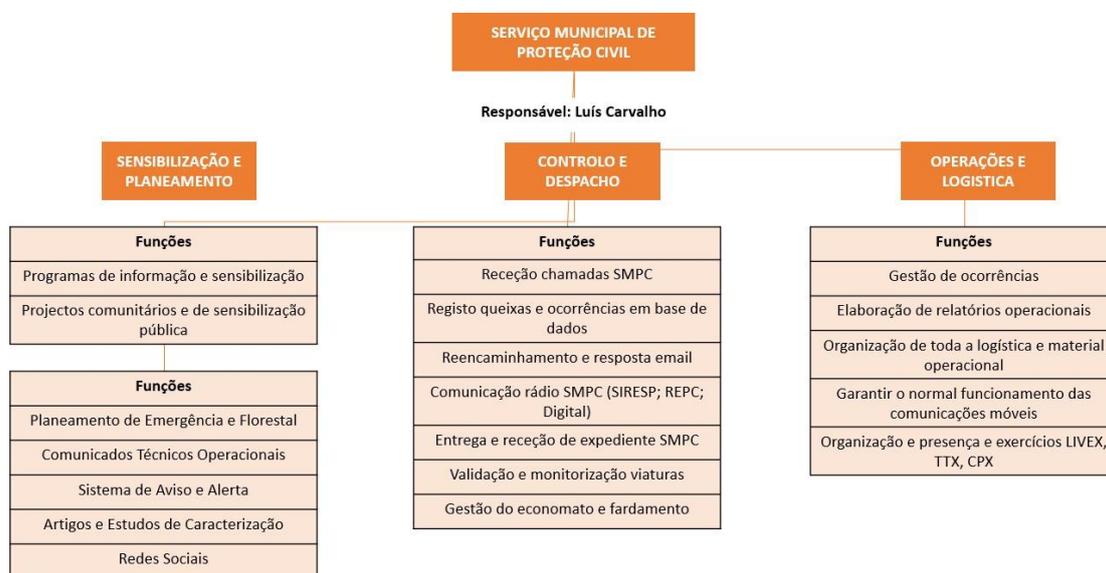


Figura 1 - Principais funções do Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora. Fonte: SMPCAm (2023)

A Proteção Civil da Amadora está estruturada de forma a dar cumprimento aos diferentes objetivos de atuação definidos à escala municipal, pelo Decreto-Lei nº44/2019, de 1 de abril: “a) Prevenir no território municipal os riscos coletivos e a ocorrência de acidente grave ou catástrofe deles resultante; b) Atenuar na área do município os riscos coletivos e limitar os seus efeitos no caso das ocorrências descritas na alínea anterior; c) Socorrer e assistir no território municipal as pessoas e outros seres vivos em perigo e proteger bens e valores culturais, ambientais e de elevado interesse público; d) Apoiar a reposição da normalidade da vida das pessoas nas áreas do município afetadas por acidente grave ou catástrofe.”

Quanto ao Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora (SMPCAm), este é coordenado pelo Dr. Luís Carvalho em três setores permanentes de trabalho – Operações e Logística, Sensibilização e Planeamento e Controlo e Despacho –. A

componente de operações e logística corresponde à gestão de ocorrências e elaboração dos respetivos relatórios operacionais, bem como participar em exercícios; a componente da sensibilização corresponde à elaboração de programas de sensibilização e de projetos comunitários e a de planeamento à divulgação de comunicados técnicos operacionais, avisos e alertas e a estudos de caracterização; e, por fim, a componente de controlo e despacho recebe as chamadas direcionadas ao SMPC, regista as queixas e as ocorrências na base de dados e comunica as ocorrências através dos rádios SMPC, realizando, também, a monitorização das viaturas e do fardamento, por exemplo.

II.2. Enquadramento do Estágio – Serviços Municipais de Proteção Civil da Amadora

No âmbito da realização do mestrado em Geografia Física e Ordenamento do Território no Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa, escolhi efetuar o meu trabalho final de mestrado na modalidade de estágio curricular, que decorreu entre novembro de 2022 e maio de 2023, inclusive, no SMPCAm.

O trabalho desenvolvido, e o presente relatório, tem como tema as Ondas de Calor, e o intuito de fornecer mais informação acerca da distribuição espacial e dos fatores condicionantes deste perigo no município da Amadora. Complementarmente, pretende-se rever e atualizar o histórico de ocorrências, para o período 1971-2015, para o SMPCAm.

Tendo em conta a Lei nº65/2007, na sua redação atual (Decreto-Lei nº44/2019, de 1 de Abril), referida anteriormente, o SMPCAm é competente para elaborar e colaborar na execução de simulacros e realizar ações de sensibilização junto da população para os diferentes cenários e riscos previsíveis (Artigo 10º). Assim, adicionalmente ao trabalho realizado em escritório, tive a oportunidade de participar em diversas atividades, tais como Exercícios, Simulacros e Ações/Workshops, que foram organizados ou contaram com a colaboração do SMPCAm:

- Exercício “**A Terra Treme**” (realizado no dia 9 de novembro de 2022) – Constituiu um exercício público de sensibilização para o risco sísmico, organizado na Escola EB1/JI Alto do Moinho, que procurou não só alertar como também sensibilizar a população sobre como comportar-se antes, durante e depois da ocorrência de um sismo, aplicando os três gestos “BAIXAR, PROTEGER, AGUARDAR”, sendo estes a melhor resposta para nos protegermos em caso de sismo (A Terra Treme, 2021). Este exercício é organizado pela Autoridade Nacional de Proteção Civil, todos os anos, participando tanto a comunidade escolar, como particulares, organismos públicos e empresas;
- Simulacro na Subestação da **REN** (Alto Mira), (realizado no dia 11 de novembro de 2022) – Teve como objetivo testar as medidas de autoproteção e o treino dos funcionários, de forma a criar rotinas de comportamento e de atuação, assim como otimizar os procedimentos que são utilizados neste domínio. Desta forma, sensibilizou-se todos os funcionários da subestação quanto ao tema da segurança contra incêndios e posterior evacuação das instalações, promoveu-se a

interiorização dos conceitos associados às instruções e procedimentos de emergência quanto às ações de intervenção quanto ao cenário já referido e, testou-se a gestão, intervenção e coordenação entre os funcionários e agentes de Proteção Civil quanto à possível situação de emergência;

- Ação de Sensibilização em **Primeiros Socorros e Suporte Básico de Vida** (realizado no dia 18 de novembro de 2022) – Esta ação de sensibilização destinou-se aos agentes seniores da Academia Sénior da Proteção Civil da Amadora, podendo ter assistido como estagiária a esta sessão. Esta sessão teve como objetivo dotar os formandos de conhecimentos teóricos e práticos relativamente à abordagem a vítimas;
- 2º Workshop Técnico do **Projeto CLIMA.AML** (realizado no dia 22 de novembro de 2022) – Visou definir os “Indicadores Climáticos Locais” através da produção de um sistema de alerta de impactos climáticos, tendo em conta a rede metropolitana de estações meteorológicas (18 estações meteorológicas urbanas, uma em cada município da AML), apoiando os processos de adaptação às alterações climáticas e à gestão de operações, reunindo e compatibilizando todos os dados e informações essenciais de suporte à monitorização e ao alerta meteorológico metropolitano;
- Ação de Sensibilização “**Viver sem Riscos**” (realizado no dia 28 de novembro de 2022) – Esta ação de sensibilização decorreu no âmbito do Programa de Sensibilização para a Redução dos Riscos 2022-2023 a alunos do 4º ano da EB1/JI Alice Leite, tendo como objetivo sensibilizar os alunos e professores para as boas práticas de prevenção, de resposta e de evacuação em cenário de sismo e incêndio urbano. Esta ação teve como recursos materiais lúdicos e exercícios práticos de simulação de medidas de autoproteção;
- 1º Encontro Técnico “**Adaptação e resiliência urbana: soluções e boas práticas para um clima em mudança**” (realizado no dia 29 de novembro de 2022) – Este encontro técnico decorreu no âmbito do projeto europeu *Life Lungs*, liderado pela Câmara Municipal de Lisboa com o intuito de contribuir para tornar Lisboa uma cidade mais resiliente às mudanças do clima, utilizando o desenvolvimento e os serviços de ecossistema da infraestrutura verde urbana (sendo esta uma ferramenta fundamental para a adaptação climática), garantindo a sua gestão sustentável. Este encontro teve como objetivo a partilha de experiências e desafios com que as cidades se deparam na adaptação às alterações climáticas;
- Ação de Sensibilização “**Procedimentos de Emergência em Acidentes Graves**” (realizado no dia 2 de fevereiro de 2023) – Esta ação de sensibilização decorreu no mesmo âmbito que a ação de dia 28 de novembro de 2022, em destaque para os Delegados e Subdelegados da Escola Profissional Gustave Eiffel, sensibilizando os alunos desta para a adoção de medidas de autoproteção em cenário de sismo ou incêndio urbano;
- Workshop “**Alterações Climáticas**” (realizado no dia 16 de fevereiro de 2023) – Esta workshop de sensibilização decorreu novamente no mesmo âmbito que as anteriores para alunos do 8º ano da Escola Básica 2/3 Pedro D'Orey da Cunha,

tendo como objetivo alertar para os principais impactes ao nível local e possíveis soluções que se podem tomar;

- Exercício de evacuação em caso de **Incêndio** (realizado no dia 1 de março) – Este exercício decorreu no Dia Internacional da Proteção Civil, no âmbito do mês da proteção civil, que se sucede durante o mês de março, na Escola Seomara da Costa Primo com o intuito de testar a resposta em caso de incêndio;
- Webinar “**Comunicar o Risco para a Inclusão de pessoas com Deficiência**” (realizado no dia 3 de março) – Este Webinar decorreu no âmbito do mês da Proteção Civil, resultando numa compilação de reflexões necessárias para uma boa compreensão desta população em casos de acidente grave ou catástrofe;
- Ação de Sensibilização “**A Academia Sénior vai à Escola**” (realizado no dia 6 de março) – Esta ação decorreu, mais uma vez, no âmbito do mês da Proteção Civil, na Escola EB1/JI Terra dos Arcos, em que a população sénior se disponibiliza voluntariamente para colaborar com o SMPC, sensibilizando a população, neste caso, os mais jovens, a adotar comportamentos face aos riscos com que se deparam;
- Exercício de evacuação em caso de **Incêndio** (realizado no dia 20 e 21 de março) – Este exercício decorreu, mais uma vez, no âmbito do mês da proteção civil, nas Escola EB1/JI Condes da Lousã e EB1/JI da Venteira, respetivamente, com o intuito de testar a resposta em caso de incêndio, adotando medidas de autoproteção;
- Exercício “**ALMA’23**” (realizado no dia 1 de abril) – Este exercício, à escala real (LIVEX), decorreu na freguesia de Alfragide, onde se registaram 8 vítimas, das quais 6 leves e 2 graves. Foram, também, evacuadas 25 pessoas, das quais 9 em cadeira de rodas e ativou-se o *Plano Prévio de Intervenção – Condições Meteorológicas*, devido ao aumento do caudal na Ribeira de Algés, provocando o arrastamento de duas viaturas ligeiras e de transeuntes, inundando o piso 0 da Fundação AFID Diferença, evacuando-se os utentes para uma Zona de Concentração e Apoio à População, acionando-se o Plano de Segurança desta instituição. Vários meios e recursos foram acionados para este cenário, sendo este considerado delicado devido aos utentes desta associação serem portadores de deficiência;
- Exercício “**Gestão de ZCAP**” (realizado no dia 13 de abril) – Este exercício, à escala real (LIVEX), organizado conjuntamente entre a Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC), o Alto Comissariado para as Migrações (ACM) e a Câmara Municipal da Amadora decorreu no Pavilhão Desportivo Escolar Municipal Manuela Passos considerado como uma Zona de Concentração e de Apoio à População (ZCAP), com o intuito de formar as equipas do Programa Escolhas do ACM, em contexto de ZCAP;
- Workshop “**Alterações Climáticas**” (realizado no dia 16 de fevereiro de 2023) – Esta workshop de sensibilização decorreu novamente no mesmo âmbito que as anteriores para alunos do 7º ano da Escola Básica 2/3 Pedro D'Orey da Cunha,

tendo como objetivo alertar para os principais impactes ao nível local e possíveis soluções que se podem tomar;

- Ações de Sensibilização “**SOS SISMO**” (realizados no dia 20 e 26 de abril e 4 e 11 de maio) – Estes workshops de sensibilização decorreram no mesmo âmbito que as anteriores para os alunos do 7º ano da Escola Secundária Seomara da Costa Primo tendo como objetivo sensibilizar os alunos e professores para os procedimentos de atuação durante e após um sismo, transmitindo as medidas de autoproteção a adotar num cenário real;
- Ações de Sensibilização “**Procedimentos de Emergência em Acidentes Graves**” (realizado no dia 27 e 28 de abril) – Estas ações de sensibilização decorreram no mesmo âmbito das anteriores, com o intuito de dotar os delegados e subdelegados da Escola Secundária da Amadora acerca das medidas de autoproteção em caso de acidente grave ou catástrofe.

III. Enquadramento Conceptual e Estado da Arte

Havendo uma diversidade enorme de definições e conceitos na literatura para a temática das ondas de calor, é oportuno fazer uma breve referência às diferentes abordagens que existem, explicitando-as, e definindo a que será utilizada para o presente relatório. É de notar que tanto as definições como os modelos conceptuais são, uma grande maioria, diferentes e variam segundo o objetivo do estudo em que vão ser aplicados e a área do autor.

III.1. Conceitos

Neste trabalho são adotados os conceitos alusivos ao modelo conceptual de risco definidos pelo *Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator (UNDRO, 1979)*, enquadrados, por exemplo, no trabalho de Zêzere *et al.* (2006) que aborda a temática dos perigos naturais e tecnológicos no território de Portugal Continental e no Guia Metodológico para a Produção de Cartografia municipal de Risco e para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal (Julião *et al.*, 2009):

- **Perigo** - É o “processo (ou ação) natural, tecnológico ou misto suscetível de produzir perdas e danos identificados” (Julião *et al.*, 2009);
- **Perigosidade** – É definida como “a probabilidade de ocorrência (avaliada qualitativa ou quantitativamente) de um fenómeno com uma determinada magnitude (a que está associado um potencial de destruição), num determinado período e numa dada área” (UNDRO, 1979);
- **Elementos em risco (Expostos ou Elementos vulneráveis)** - São “representados pela população, equipamentos, propriedades e atividades económicas vulneráveis num território” (UNDRO, 1979);
- **Suscetibilidade** – Corresponde à “incidência espacial do perigo. Representa a propensão para uma área ser afetada por um determinado perigo, em tempo indeterminado, sendo avaliada através dos fatores de predisposição para a ocorrência dos processos ou ações, não contemplando o seu período de retorno ou a probabilidade de ocorrência” (Julião *et al.*, 2009);
- **Vulnerabilidade** – Corresponde ao grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos vulneráveis, resultante da ocorrência de um fenómeno (natural ou induzido pelo Homem) com determinada magnitude ou intensidade (Julião *et al.*, 2009);
- **Risco** - É a “probabilidade de ocorrência de um efeito específico causador de danos graves à Humanidade (...) e exprime a possibilidade de ocorrência e a respetiva quantificação em termos de custos, de consequências gravosas, económicas ou mesmo para a segurança das pessoas em resultado do desencadeamento de um fenómeno natural ou induzido pela atividade antrópica”, sendo que, $Risco = Perigosidade \times Vulnerabilidade \times Elementos \text{ em Risco}$ (Julião *et al.*, 2006; Zêzere, 2006), (Figura 2).

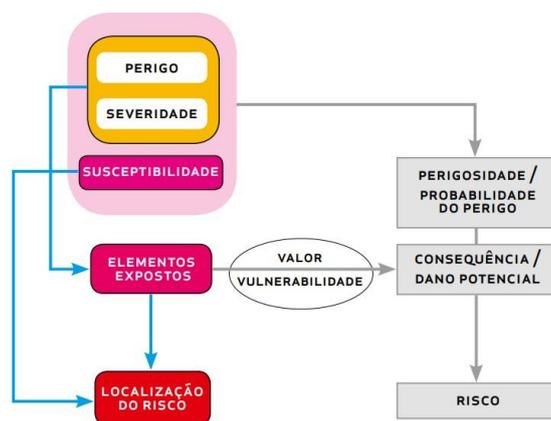


Figura 2 - Articulação dos principais conceitos na avaliação do risco. Fonte: Julião *et al.* (2009)

Para além dos conceitos referidos anteriormente, é importante definir os conceitos associados às ondas de calor que variam consoante a métrica utilizada para estudar o fenómeno em questão, que será referido mais adiante neste trabalho. Em seguida, estão descritos diversos conceitos utilizados neste trabalho:

- **Onda de calor** – são frequentemente definidas como períodos prolongados de clima anormalmente quente em relação a condições esperadas num determinado momento e local, ou seja, existem diferenças ao nível territorial consoante a sua extensão espacial (Barriopedro *et al.*, 2024) – ou HW's (Heat waves) –;
- **Frequência de ondas de calor** - é o número de ondas de calor por ano (Sun *et al.*, 2020) ou HWF (Heatwave frequency);
- **Duração da onda de calor** - é a duração em dias de uma onda de calor (US EPA, 2021) ou HWD (Heatwave duration);
- **Intensidade da onda de calor** - é a temperatura máxima diária de uma onda de calor (US EPA, 2021).

III.2. Ondas de Calor e Mortalidade

O estudo de ondas de calor tem ganho crescente atenção globalmente devido ao aumento significativo de sua frequência, duração e intensidade, observado nas últimas décadas. Este aumento está amplamente relacionado com as alterações climáticas, principalmente, com comportamentos antropogénicos, que intensificam os extremos térmicos e ampliam os seus impactes adversos sobre a saúde pública (Ebi *et al.*, 2021; Perkins-Kirkpatrick & Lewis, 2020). As ondas de calor são particularmente perigosas por causarem um aumento substancial na mortalidade e morbidade, sendo reconhecidas como um dos fenómenos meteorológicos mais letais (Gasparri *et al.*, 2015).

Dado o contexto alarmante, é essencial identificar e aplicar metodologias rigorosas e apropriadas para o estudo das ondas de calor - baseadas tanto em análises retrospectivas quanto em projeções futuras -. A diversidade de abordagens

metodológicas disponíveis, desde modelos climáticos regionais até estudos epidemiológicos, pode dificultar a escolha da abordagem mais adequada para cada caso específico (Smith *et al.*, 2018). Assim, a seleção de métodos eficazes é crucial para a elaboração de estratégias de mitigação e adaptação que previnam catástrofes semelhantes à observada no verão de 2003 na Europa (Robine *et al.*, 2008).

Não existe uma definição universal de onda de calor, não obstante, estes eventos são conhecidos por causar impactos consideráveis tanto na mortalidade humana como também na economia e nos ecossistemas (Fernandes, 2018; Meehl & Tebaldi, 2004).

A abordagem para definir ondas de calor frequentemente envolve a análise conjunta de três parâmetros térmicos: a temperatura mínima, a temperatura máxima e a temperatura média diária (Gasparrini *et al.*, 2015). Esses parâmetros estão relacionados e, quando analisados em conjunto, permitem uma avaliação abrangente dos impactos das ondas de calor. A temperatura mínima é particularmente significativa, pois temperaturas elevadas durante a noite podem impedir o arrefecimento adequado do corpo humano, aumentando o risco de efeitos adversos à saúde, como doenças cardiovasculares e respiratórias (Direção-Geral da Saúde, 2014; Kinney *et al.*, 2008; O'Neill & Ebi, 2009). O uso desses três parâmetros possibilita não apenas a identificação das ondas de calor, mas também a avaliação de suas consequências, como o aumento na taxa de mortalidade (Gasparrini *et al.*, 2015). Essa análise é frequentemente baseada na comparação do número de dias em que os valores de temperatura superam um limiar previamente definido, o que permite avaliar o risco de morte e outros impactos associados (Hajat & Kosatky, 2010; Kinney *et al.*, 2008).

Com base na evolução do conceito de ondas de calor e no aprimoramento das medições térmicas, atualmente é possível obter uma compreensão mais precisa e detalhada desses fenômenos. Segundo Perkins (2015), a definição de ondas de calor tem avançado devido a uma melhor compreensão e à realização de medições mais precisas de vários parâmetros. As medições de temperatura máxima e mínima, bem como da temperatura média diária, são essenciais para identificar e analisar eventos extremos de calor. Além disso, o índice de calor, que combina temperatura e umidade, oferece uma avaliação mais realista da sensação térmica humana, enquanto a temperatura aparente considera fatores adicionais como a umidade e o vento (Xu *et al.*, 2016). A precisão na medição do número de dias consecutivos com temperaturas extremas e do índice de umidade relativa contribui para uma avaliação mais precisa do impacto das ondas de calor. Esses avanços permitem uma definição mais detalhada das ondas de calor e uma análise mais eficaz dos seus efeitos, possibilitando a implementação de estratégias de mitigação mais adequadas e adaptadas às condições climáticas específicas de cada região.

De uma forma geral, as diferentes definições que existem baseiam-se, por um lado, na excedência de um determinado valor climatológico previamente definido, havendo um desvio em relação à normal climatológica ou, por outro, em índices baseados na junção dos valores diários da temperatura do ar e da umidade relativa, como acontece no caso do trabalho apresentado por Robinson *et al.* (2001), onde definem uma onda de calor como um período em que o índice de calor (*Heat Index*, Hi), que combina a temperatura do ar e a umidade relativa, atinge os 40,6°C. Além disso, para que uma onda de calor seja oficialmente reconhecida, a temperatura mínima não

deve descer abaixo de 26,7°C durante esse período, que deve durar no mínimo 48 horas (Robinson *et al.*, 2001).

Assim, tendo como referência o critério adotado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), (Peterson *et al.*, 2001), o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) estabeleceu que as ondas de calor são definidas segundo o *Heat Wave Duration Index* (HWDI), que considera que ocorre uma onda de calor sempre que se sucede um período de pelo menos seis dias consecutivos, em que a temperatura máxima diária é superior em 5°C em relação ao valor médio das temperaturas máximas diárias, para um certo período de referência, ou seja, da normal climatológica.

A definição anterior é adotada em Portugal, mas segundo o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2022), esta está mais relacionada com o estudo da variabilidade climática (tendências ao longo do tempo), do que propriamente com os impactes na saúde pública. Por exemplo, podem ocorrer temperaturas extremas que representem um elevado desvio em relação à normal climatológica para um período inferior a 6 dias consecutivos num determinado território e com esse enquadramento não se considera afetado por uma onda de calor perante a definição do IPMA. Na perspetiva dos impactes na saúde, se ocorrer um aumento da temperatura máxima diária superior a 10°C em relação à normal, durante três dias, terá impactes na saúde catastróficos, superiores aos associados a um aumento de 5°C durante sete dias (onda de calor), (IPMA, 2022).

As ondas de calor na região este do mediterrâneo foram estudadas por Kuglitsch *et al.* (2010), desde 1960 até 2006, e foi demonstrado que o número, a duração e intensidade das ondas de calor tem vindo a aumentar significativamente. Keating *et al.* (2000) referem que a mortalidade por excesso de calor na população idosa entre os 65 e os 74 anos é maior em regiões mais quentes da Europa e que um aumento considerável na taxa de mortalidade (a mortalidade atribuível ao calor) ocorre com temperaturas mais altas nas regiões mais quentes da Europa do que nas de clima mais frio.

Com foco no estudo da relação entre o calor e a mortalidade e morbilidade, Díaz *et al.* (2002b) referem que na população idosa, em Madrid, entre 1986 e 1997, a mortalidade pode ter um acréscimo de ≈28,4% para cada grau em que a temperatura suba acima dos 36,5°C, principalmente, em mulheres com mais de 65 anos ou população com doenças do foro circulatório. Já em população com mais de 75 anos de idade, para cada grau superior a 41°C, a mortalidade tem um acréscimo de ≈51% em relação à média, com maior ênfase nas doenças cardiovasculares em relação às respiratórias, sendo mais evidente nas mulheres (Díaz *et al.*, 2002a).

Díaz *et al.* (2002a) mencionam ainda que a duração da onda de calor tem influência na mortalidade – quanto mais prolongada, maior taxa de mortalidade –, principalmente se estiver associada a baixa humidade relativa do ar e a uma elevada concentração de ozono no ar. A associação entre a poluição do ar (níveis elevados de ozono) e as ondas de calor terá contribuído para o excesso de mortalidade verificada, por exemplo, durante a onda de calor de 2003, na Holanda (Fischer *et al.*, 2004; Haines *et al.*, 2006).

Como referido, temperaturas exceccionalmente elevadas por longos períodos estão associadas a aumentos na morbilidade e mortalidade. As taxas de mortalidade

mais elevadas ocorrem no início do verão (Marto, 2005). Neste contexto, o principal mecanismo de perda de calor é a evaporação do suor e a secreção, sendo que estes são afetados quando o organismo se encontra sob efeito de medicamentos anticolinérgicos – ocorre diminuição de evaporação do suor, diminuindo a dissipação de calor, como consequência –, ocorrendo independentemente da aclimatização (Marto, 2005).

Todas as doenças relacionadas com o calor resultam da disfunção dos mecanismos termorreguladores, em que o golpe de calor provoca falência multiorgânica, que resulta da combinação de alterações fisiológicas associadas à hipertermia e à resposta inflamatória do doente (Bouchama *et al.*, 2002).

Assim, existem doenças relacionadas com o calor com impactes diretos, das quais se destacam as mais importantes e referidas na literatura: câibras, síncope, exaustão pelo calor, golpe de calor, queimaduras, desmaios, distúrbios do sono (Marto, 2005). Além destes, as ondas de calor podem ter impactos indiretos significativos na saúde pública. O aumento das temperaturas pode agravar condições respiratórias e cardiovasculares, como asma e hipertensão, resultando em maior número de hospitalizações e complicações associadas (Gasparrini *et al.*, 2019). Além disso, o calor extremo está associado a efeitos adversos na saúde mental, incluindo aumento da ansiedade e da irritabilidade, e pode prejudicar a qualidade do sono, levando a problemas de saúde adicionais (Bennett *et al.*, 2022). O calor também pode reduzir a produtividade no trabalho e aumentar o risco de acidentes devido à fadiga e ao stresse térmico (Gosling *et al.*, 2022).

Nitschke *et al.* (2007) exploram a relação entre ondas de calor e mortalidade e morbidade na cidade de Adelaide (Austrália), tendo em conta dados relacionados com as admissões a hospitais, transporte em ambulâncias e mortalidade. Comparando estudos-caso de séries durante períodos com e sem ondas de calor, observaram que durante as ondas de calor em Adelaide, o transporte total de ambulâncias subiu $\approx 4\%$, o total de internamentos hospitalares aumentou e as admissões relacionadas com a saúde mental também aumentaram, ambas $\approx 7\%$. As admissões relacionadas com problemas renais subiram $\approx 13\%$ e as de cardiopatia isquémica em pessoas com idade compreendida entre os 65 – 74 anos $\approx 8\%$. Todavia, a mortalidade total relacionada com a idade ou com patologias, não aumentou e a mortalidade devido a doenças cardiovasculares diminuiu. Em suma, verificou-se que a mortalidade não aumentou na cidade de Adelaide, talvez porque a população já adotava um comportamento adaptativo em períodos de altas temperaturas. No entanto, nesses períodos, ocorrem aumentos significativos na morbidade, levando a pensar que a área metropolitana de Adelaide necessita de um plano de resposta para as ondas de calor (Nitschke *et al.*, 2007).

Hansen *et al.* (2008), baseado no estudo de Nitschke *et al.* (2007), também utilizaram os dados de saúde da cidade de Adelaide, mas consideraram apenas a estação quente (1993-2006). Neste trabalho, definiu-se uma onda de calor como três ou mais dias consecutivos com uma temperatura máxima igual ou superior a 35°C . Este estudo teve como objetivo identificar os transtornos cognitivos, mentais e comportamentais que possam ser despoletados durante eventos de onda de calor, predispondo indivíduos à mortalidade e morbidade relacionada com o calor. Considerando o limite de $26,7^{\circ}\text{C}$, Hansen *et al.* (2008) observaram uma associação

positiva entre a temperatura ambiente e as admissões no hospital relacionadas com distúrbios mentais e comportamentais, tendo um aumento de 7,3%, comparando com períodos com “temperaturas normais”. Já para idades compreendidas entre 65-74 anos, a mortalidade aumentou para os distúrbios anteriormente referidos, como a esquizofrenia, demência, entre outros, demonstrando que as ondas de calor aumentam o risco na saúde em doentes mentais (Hansen *et al.*, 2008).

Num mesmo âmbito, Linares *et al.* (2008) referem no seu trabalho de pesquisa para o período 1995-2000, que atualmente, uma onda de calor em Madrid é definida quando a temperatura máxima excede os 34°C (anteriormente quando excedia 36°C). O primeiro objetivo do estudo foi analisar e quantificar o efeito a curto-prazo das temperaturas elevadas durante episódios de ondas de calor em Madrid, e a relação que teriam com a mortalidade e nas admissões hospitalares de pessoas com a doença de Parkinson. O segundo objetivo procurou, não só identificar a temperatura máxima diária, em que um aumento significativo na mortalidade foi observado para cada capital espanhola, como também calcular os riscos relativos ao incremento de cada grau de temperatura registado acima do limiar, a sua distribuição geográfica, e possíveis aumentos de mortalidade decorrentes da temperatura, mas associados a doenças de causas naturais, circulatórias e respiratórias. Corroborando estes resultados, Culqui *et al.* (2013) estudaram as ondas de calor na cidade de Madrid e verificaram que em 2003 a mortalidade sofreu um aumento de $\approx 22,4\%$ por cada grau em que a temperatura foi excedida e que em 2005 o aumento da mortalidade foi de $\approx 45,7\%$ face em relação à mortalidade registada em épocas de “temperatura normal”. Para além destas observações, e tantas outras para o período 1990-2009, verificaram que não houve nenhuma alteração na mortalidade relacionada com altas temperaturas após a implementação dos planos de monitorização e controlo dos efeitos das ondas de calor.

Baccini *et al.* (2008) apresentaram relações entre a temperatura máxima diária e a mortalidade diária para quinze cidades europeias, verificando uma forte correlação entre o calor e a mortalidade devido a causas respiratórias, sobretudo na população idosa. Ishigami *et al.* (2008) acrescenta também que na população idosa esta relação está afeta a doenças cardiovasculares, cerebrovasculares e respiratórias, principalmente (Haines *et al.*, 2006). Além disso, as mulheres são mais suscetíveis ao calor extremo por efeito de fatores hormonais (Canário *et al.*, 2010).

Gabriel e Endlicher (2011), para o período 1990 a 2006, analisaram as diferenças entre cidades e áreas rurais e constataram que a cidade de Berlim verificou uma taxa de mortalidade mais elevada do que a área rural de Brandemburgo durante as ondas de calor, principalmente em áreas densamente edificadas.

Diferentes consequências para a saúde humana são enumeradas por Akompab *et al.* (2013) e Matthies *et al.* (2008), que estudaram as atitudes das populações durante a ocorrência de ondas de calor em Adelaide, demonstrando que as principais preocupações da população são o conforto pessoal ($\approx 60,7\%$) e se dormem ou não bem ($\approx 47,6\%$). Neste estudo também transpareceu a opinião da população quanto ao tema e se se encontram bem informadas ou não, em que $\approx 43,2\%$ da população afirmou que as ondas de calor vão, muito provavelmente, aumentar e $\approx 49,3\%$ afirmou que estas já são sentidas em Adelaide (Akompab *et al.*, 2013).

No início do Verão, frequentemente ocorre um pico de óbitos associados ao calor, geralmente um ou dois dias após o aumento das temperaturas, devido à falta de aclimatização por parte da população idosa (Kaltsatou *et al.*, 2018b). Esse número tende a aumentar exponencialmente durante a onda de calor. No entanto, ao longo do restante do Verão, observa-se uma diminuição desses óbitos, seja devido ao apoio prestado aos indivíduos com saúde mais frágil (Bouchama, 2004; Díaz *et al.*, 2002a) ou porque parte da população mais vulnerável já faleceu durante a primeira onda de calor (Mateus, 2014).

Em resposta ao calor que se sente durante as ondas de calor, o conforto térmico é afetado, levando o corpo humano a ativar mecanismos de termorregulação, como a vasodilatação periférica e a sudorese, que auxiliam na perda de calor através de convecção, radiação ou evaporação (Bogdanović *et al.*, 2013; Kaltsatou *et al.*, 2018b). No entanto, os idosos têm uma capacidade reduzida de dissipar calor, o que aumenta o risco de morbidade e mortalidade relacionados ao calor (Bogdanović *et al.*, 2013; Kaltsatou *et al.*, 2018b; Steul *et al.*, 2018). Além disso, a tolerância ao calor e a suscetibilidade a golpe de calor são negativamente afetadas por doenças cardiovasculares ou medicações que afetam a função cardíaca, uma vez que estas medicações podem exacerbar o efeito de desidratação (Bogdanović *et al.*, 2013; Kenny *et al.*, 2016; Marto, 2005).

Em Portugal, a DGS (2014) define três níveis de alerta para ondas de calor: amarelo, laranja e vermelho: o alerta amarelo é emitido quando as temperaturas máximas variam entre 32°C e 35°C por três dias consecutivos, ou quando as mínimas ficam entre 24°C e 26°C por quatro dias; o alerta laranja ocorre com máximas de 35°C a 40°C e mínimas de 26°C a 28°C; e o alerta vermelho é ativado com máximas acima de 40°C e mínimas acima de 28°C, indicando riscos graves à saúde pública. Esses valores, no entanto, não são aplicáveis a todas as regiões. No Alentejo, onde as temperaturas são geralmente mais elevadas, os critérios para emissão de alertas podem variar, considerando como temperatura máxima relevante, valores iguais ou superiores a 35°C (DGS, 2014). Por isso, é fundamental adaptar os níveis de alerta às condições climáticas regionais para garantir uma resposta adequada e eficaz às ondas de calor.

Por fim, outras definições de onda de calor podem não ser tão facilmente utilizadas, uma vez que os critérios utilizados são de natureza mais qualitativa. Por exemplo, o *National Weather Service* da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, 2022) considera que uma onda de calor ocorre num período de clima anormal, desconfortavelmente quente e incomumente húmido que, normalmente, dura dois ou mais dias.

Como grupos mais vulneráveis às ondas de calor, encontram-se enumerados os bebés, os doentes cardiovasculares crónicos, doentes acamados, população obesa, doentes com doenças renais e, ainda, alguns comportamentos de risco, tais como a ingestão excessiva de álcool e a exposição prolongada ao sol (PROCIV, 2022). Para além desses, podem ser também vulneráveis a este perigo, turistas, pessoas sem-abrigo, população com menor capacidade económica, população isolada socialmente, população que toma medicamentos (antiarrítmicos, diuréticos, antidepressivos, entre outros), pessoas em estado terminal e que realizem atividades ao ar livre (DGS, 2022).

Por estas razões, é fundamental a existência de planos de prevenção e de contingência e de programas de saúde pública para a redução do impacto das ondas de calor na mortalidade, nomeadamente, de forma a informar a população previamente das medidas a adotar para atenuar os efeitos destas. Logo, se houver uma vigilância durante o verão da mortalidade, há a probabilidade de haver uma redução desta (Michelozzi *et al.*, 2010). Para isso, existem diversos sistemas de alerta em vários países da Europa (Kanieff *et al.*, 2010), existindo até o projeto *EuroHEAT* para várias cidades europeias (World Health Organization, 2009).

Em Portugal existe o sistema de alerta Ícaro (Importância do Calor: Repercussão nos Óbitos) que tem como objetivo prever e identificar a ocorrência de períodos de calor que possam ter impactos negativos para a saúde, monitorizando a mortalidade durante a estação quente, controlando a mortalidade (Mateus, 2014). Este sistema de alerta é um instrumento de observação, que desde 1999, numa parceria entre o IPMA, a DGS e a ANPC, estuda os efeitos das ondas de calor na mortalidade e na morbidade, sendo acionado, anualmente, entre maio e setembro (Mateus, 2014). Este sistema tem por base: a previsão a 3 dias dos valores de temperatura máxima diária, a previsão do excesso de óbitos que estejam associados às temperaturas previstas e o cálculo do Índice Ícaro para os 3 dias seguintes, com base nos óbitos (Nogueira *et al.*, 2005). É de acrescentar que o sistema Ícaro compreende diferentes modelos de previsão, tanto para a população total como para a população com mais de 75 anos de idade, para quatro regiões do País – norte, centro, sul e região de Lisboa e Vale do Tejo – e contando com diferentes níveis de alerta (Mateus, 2014).

Já Silva *et al.*, (2016) referem que um dado território se encontra sob uma onda de calor quando, em três ou mais dias, se verifica um dos seguintes critérios: a) Índice-Alerta-Ícaro diário acima de 1; b) um distrito com temperatura igual ou superior a 36°C ou c) dois ou mais distritos com temperatura máxima igual ou superior a 35°C.

Para além deste sistema, existem outros dois denominados Sistema de Previsão e Alerta: o PCRTEA (Plano de Contingência Regional para as Temperaturas Extremas Adversas) e o Sistema de Vigilância Diária de Mortalidade (VDM). O primeiro é baseado em 3 níveis de alerta, sendo a monitorização efetuada com base na 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 medidas de atuação tomadas no âmbito da implementação do Plano (DGS, 2014). O segundo recolhe variáveis como a data e local do óbito, a idade e o sexo, com o objetivo de antecipar impactos no período de cinco dias e quantificar rapidamente esses impactos, melhorando o conhecimento sobre a mortalidade da população portuguesa (ARSLVT, 2012).

Mais recentemente, Nogueira *et al.* (2022) atualizaram o método que já tinham proposto em 1999, denominado por ATO (*Accumulated Thermal Overload*) que tinha como intuito modelar os impactos das ondas de calor em Lisboa, sendo operacionalizado através do Índice ÍCARO. Este método foi, então, atualizado em 2022 para o GATO IV (*Generalized Accumulated Thermal Overload IV*) com base em quatro limiares dinâmicos de temperatura de referência durante o verão, em que cada limiar dinâmico acompanha a fase ascendente das temperaturas de verão até atingir um nível máximo no final de agosto, mantendo-se constante até ao final do verão (Morais *et al.*,

2022). Este limite surgiu como o limite ótimo para o modelo ÍCARO e contém uma configuração de adaptação da população ao calor semelhante ao EHF (*Excessive Heat Factor*), sendo fulcral escolher adequadamente o limite para a configuração da onda de calor, de forma a evitar impactes futuros do calor na saúde pública (Morais *et al.*, 2022). Estes autores, consideraram que seria relevante que o índice ÍCARO fosse comparado com o GATO IV, avaliando se o primeiro consegue proteger a saúde pública dos portugueses, para além de questionar se serão necessárias alterações.

III.3. Episódios de Ondas de Calor em Portugal

As ondas de calor estão normalmente associadas a sistemas anticiclónicos em que a circulação do ar é proveniente de Sul ou de Leste, resultando, por um lado, da instalação (súbita ou não) de massas de ar muito quentes e secas provenientes do Norte de África e/ou da Europa Oriental ou, por outro, de massas quentes e húmidas transportadas de Sudoeste (Cunha e Leal, 2013).

Segundo Cunha e Leal (2013), Garcia *et al.* (1999), Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2021), Mateus (2014), Medeiros (2005), Nogueira (2009) e Nunes (2017), considera-se que as ondas de calor mais prolongadas e excessivas em Portugal ocorreram nas seguintes datas: 10 a 20 de junho de 1981, 10 a 18 julho de 1991, 29 de julho a 15 de agosto de 2003, de 24 de maio a 9 de setembro de 2006 (cinco ondas de calor observadas entre essas datas) e de 23 de junho e 14 de julho de 2013.

A primeira onda de calor mais duradoura e intensa ocorreu de 10 a 20 de junho de 1981 em Portugal continental causando 1906 óbitos (mortalidade por doenças cerebrovasculares aumentou $\approx 2,2\%$ – Falcão e Valente, 1997). Na onda de calor as temperaturas foram superiores às registadas nos dias anteriores, com valores iguais ou superiores a 32°C e com uma duração entre dois dias (Faro) e onze dias (Beja, Castelo Branco e Évora), (Cunha & Leal, 2013 e Garcia *et al.*, 1999). Neste período, o dia mais quente foi o dia 14 de junho, em treze dos dezoito distritos, tendo registado temperaturas máximas diárias iguais ou superiores a 40°C em oito e $38,5^{\circ}\text{C}$ em dez (Garcia *et al.*, 1999).

A onda de calor de 10 a 18 de julho de 1991 foi maior do que a de 1981, contudo registou menos óbitos, cerca de 1000 (Mateus, 2014; Nogueira *et al.*, 2005). Segundo Paixão e Nogueira (2003), ocorreu um excesso de mortalidade maior no sexo feminino e cerca de 472,3 óbitos deveram-se a doenças do aparelho circulatório, com maior significância a partir dos 65 anos de idade. Segundo Cunha e Leal (2013), esta onda de calor provocou cerca de 1000 mortos

Entre 29 de julho e 15 de agosto de 2003, ocorreu a onda de calor mais impactante em Portugal, que apresentou a maior duração registada desde 1941, mas com uma extensão espacial menor do que a de 1981 (não ocorrendo nem em regiões do litoral ocidental nem no sotavento algarvio), constituindo um marco histórico nas temperaturas registadas em todo o Sudoeste Peninsular, tanto pela intensidade como pela duração e extensão espacial, tendo provocado cerca de 1953 óbitos (Cunha & Leal, 2013). Esta onda de calor afetou a maior parte dos distritos do continente, expondo-os a temperaturas superiores às habituais para a época ao longo de aproximadamente dezanove dias, registando-se consequências desastrosas ao nível socioeconómico (Amadora, 2019; IPMA, 2022, Mateus, 2014, Medeiros, 2005; Nogueira, 2009). Segundo

Botelho *et al.* (2004), ocorreram 3 picos de mortalidade em agosto – no dia 2 (418 óbitos), no dia 3 (439 óbitos) e no dia 8 (464 óbitos) –, tendo sido a população do sexo feminino e a população com mais de 75 anos de idade as mais afetadas em que, mais uma vez, as doenças do sistema circulatório prevaleceram (Nogueira *et al.*, 2005). Adicionalmente, houve um acréscimo de internamentos hospitalares ($\approx 5\%$) e no caso da população com mais de 75 anos de idade, um aumento de $\approx 14\%$, com a patologia mais significativa nas admissões a corresponder às doenças do foro respiratório (Nogueira *et al.*, 2009). Segundo o IPMA (2022), o ano de 2003 contou com a onda de calor com maior duração desde 1941 (Nogueira, 2009). Os distritos mais afetados e com mais dias com temperaturas superiores a 32°C foram os de Beja, Castelo Branco, Évora e Portalegre, havendo distritos em que ocorreram temperaturas iguais ou superiores a 40°C em pelo menos 5 dias consecutivos (Mateus, 2014). Beja, Évora e Santarém foram os distritos que registaram as temperaturas mais elevadas, com cerca de 45°C (Mateus, 2014).

Em 2006, ocorreram cinco ondas de calor entre 24 de maio e 9 de setembro, mas a mais significativa foi a registada entre 7 e 18 de julho, com cerca de 1259 óbitos (em que a população com mais de 75 anos de idade foi a mais afetada), e que espacialmente afetou quase todo o território. No Alentejo registaram-se 11 dias de onda de calor, podendo ser considerada a mais relevante em junho desde a onda de calor de 1941 e a maior observada desde 1990, em grande parte do território (IPMA, 2006; Mateus, 2014). Segundo a Direção-Geral da Saúde (2013), ocorreu um excesso de óbitos (1123), mas não foi apresentado o intervalo de dias analisado.

Por fim, registou-se uma onda de calor entre 23 de junho e 14 de julho de 2013, com 1684 óbitos e valores de temperatura acima do normal para a época do ano, em que o (IPMA, 2021) considera ser, pela sua extensão espacial e temporal, tal como na onda de calor de 2006, a mais significativa em julho desde 1941 (Mateus, 2014). O excesso de mortalidade foi mais elevado nas mulheres ($\approx 45\%$) e na população com mais de 75 anos de idade (Mateus, 2014). Os distritos com temperaturas mais elevadas foram Setúbal e Santarém, com valores de 42°C nos dias 5 e 6 de julho, respetivamente (Nunes, 2017).

Em termos gerais, podemos afirmar que as ondas de calor mais intensas e impactantes a nível socioeconómico ocorreram, principalmente, nos meses de julho e agosto.

No Quadro 1 são caracterizadas as ondas de calor abordadas anteriormente, para Portugal Continental.

Quadro 1 - Resumo das Ondas de Calor mais significativas em Portugal Continental

Data	Duração	Regiões mais Afetadas	Temperaturas Máximas Registadas	Óbitos Estimados	Observações	Fontes
10 a 20 de junho de 1981	11 dias	Faro, Beja, Castelo Branco, Évora	$\geq 32^{\circ}\text{C}$ a $\geq 40^{\circ}\text{C}$	1906	Mortalidade cerebrovascular aumentou $\approx 2,2\%$. Dia mais quente: 14 de junho em 13 de 18 distritos. Temp. acima de 40°C em 8 distritos.	Garcia <i>et al.</i> (1999); Cunha e Leal (2013)
10 a 18 de julho de 1991	9 dias	Continental	$\geq 38,5^{\circ}\text{C}$ a $\geq 40^{\circ}\text{C}$	≈ 1000	Maior impacto entre mulheres e idosos (>65 anos). 472,3 óbitos de doenças circulatórias.	Mateus (2014); Paixão e Nogueira (2003); Cunha e Leal (2013)
29 de jul. a 15 de ago. de 2003	19 dias	Beja, Castelo Branco, Évora, Portalegre, Alentejo	$\geq 32^{\circ}\text{C}$ a 45°C	1953	Onda histórica, a maior desde 1941. 3 picos de mortalidade: 2 de agosto (418 óbitos), 3 de agosto (439), 8 de agosto (464).	Cunha e Leal (2013); IPMA (2022); Botelho <i>et al.</i> (2004)
24 de maio a 9 de setembro de 2006	107 dias (5 ondas)	Quase todo o território, principalmente, Alentejo	$\geq 32^{\circ}\text{C}$ a $\geq 40^{\circ}\text{C}$	1259	A mais significativa entre 7 e 18 de julho, a população com mais de 75 anos foi a mais afetada. Onda de calor mais relevante desde 1990 em grande parte do país.	IPMA (2006); Mateus (2014)
23 de jun. a 14 de jul. de 2013	22 dias	Setúbal, Santarém	$\geq 42^{\circ}\text{C}$	1684	Excesso de mortalidade em mulheres ($\approx 45\%$) e na população com mais de 75 anos. Distritos de Setúbal e Santarém atingiram 42°C nos dias 5 e 6 de julho.	IPMA, 2021; Mateus (2014); Nunes (2017)

IV. Enquadramento e Caracterização do Município da Amadora

IV.1. Enquadramento Geográfico

O município da Amadora localiza-se no distrito de Lisboa, sendo delimitado a Sul pelo município de Oeiras, a Sudeste pelo município de Lisboa, a Nordeste pelo município de Odivelas e a Oeste e Norte pelo município de Sintra, pertence às NUTS II e III da Grande Lisboa (CMA, 2022), (Figura 3).

A Amadora tem uma área total de $\approx 23,8 \text{ km}^2$, estando o município dividido em seis freguesias desde 2013 aquando da reorganização administrativa: Águas Livres, Alfragide, Encosta do Sol, Falagueira-Venda Nova, Mina de Água e Venteira.

Para além disso, a Amadora é o município com maior densidade populacional a nível nacional, apesar de ser o mais pequeno pertencente à Área Metropolitana de Lisboa (CMA, 2022).

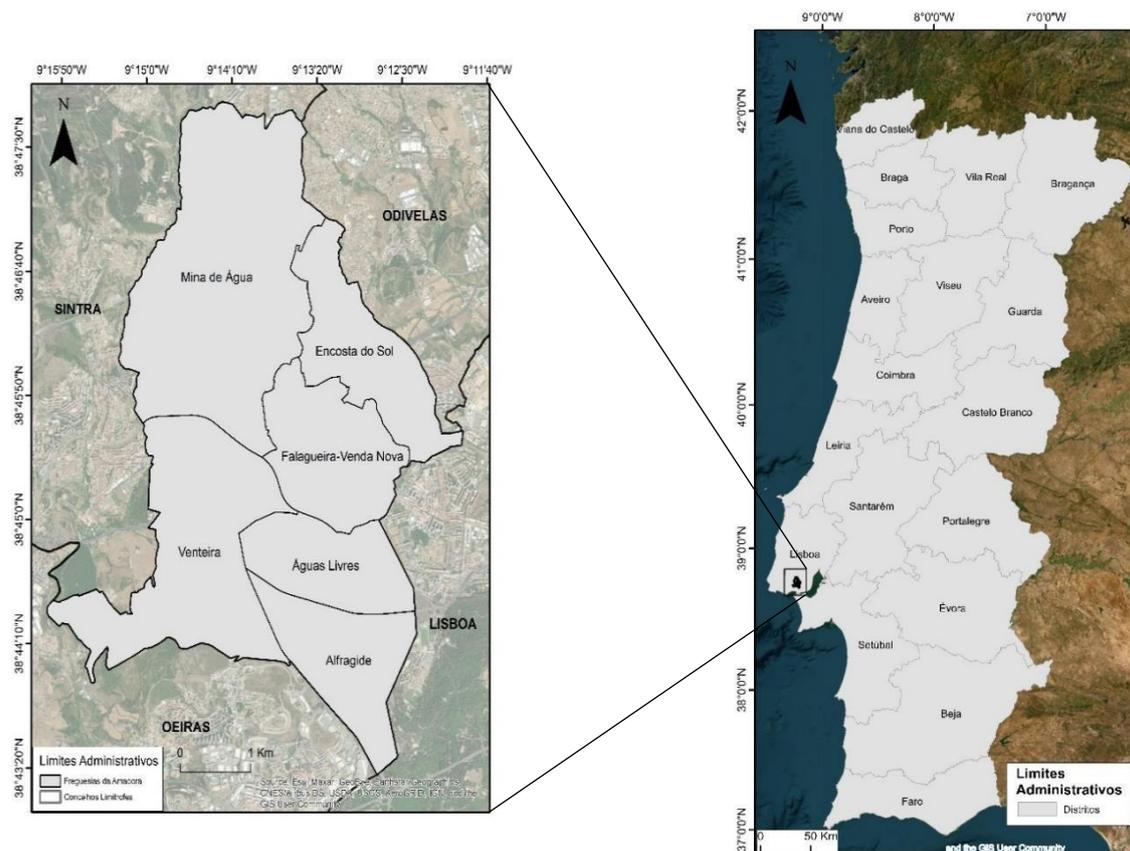


Figura 3 - Localização Geográfica do Município da Amadora. Fonte: DGT (2022)

IV.2. Enquadramento Climático

Na presente subsecção é efetuada uma caracterização climática da área em estudo de forma a enquadrar a exposição do município às ondas de calor.

Primeiramente, é de notar a carência de estações meteorológicas, o que condiciona a caracterização climática no município da Amadora (Costa *et al.*, 2018). Atualmente, na área de estudo, existe uma estação meteorológica automática que foi instalada em dezembro de 2021, no âmbito do PMAAC-AML (Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas, da Área Metropolitana de Lisboa (CMA, 2022) e uma estação meteorológica automática que o SMPC da Amadora possui desde dezembro de 2010.

Segundo a classificação de Köppen-Geiger, é possível identificar os diferentes tipos de clima, para o município da Amadora. Este encontra-se enquadrado nos climas temperados de tipo mediterrâneo, estando numa área de transição entre dois subtipos climáticos – Csa e Csb – (Crucho, 2013). Mais especificamente e considerando os critérios de classificação de Köppen-Geiger, a letra “C” designa um clima temperado, em que a média do mês mais frio encontra-se entre 0°C e 18°C, a letra “s” aplica-se aos climas que evidenciam um período seco no verão e, por fim, a letra “a” indica que a temperatura média mensal do mês mais quente é superior a 22°C e a letra “b” significa que a temperatura média mensal do mês mais quente é inferior ou igual a 22°C, para além de 4 ou mais meses possuírem impreterivelmente uma temperatura média superior a 10°C (AEM & IM, 2011), (Figura 4). Resumidamente, o clima no município pode ser classificado como clima temperado de verão seco. É de referir que, de acordo com o PDM (2018a) e Crucho (2013), se se tiver em conta a pluviosidade anual (740mm) e a temperatura média anual (16°C) para o período 1950-2010, o município encontra-se integrado no subtipo “Csa”. De acordo com Crucho (2013), é de notar que o município da Amadora se situa num local de transição climática, em que a área envolvente do município se encontra maioritariamente sob influências marítimas, sendo definido como “marítimo de transição”.

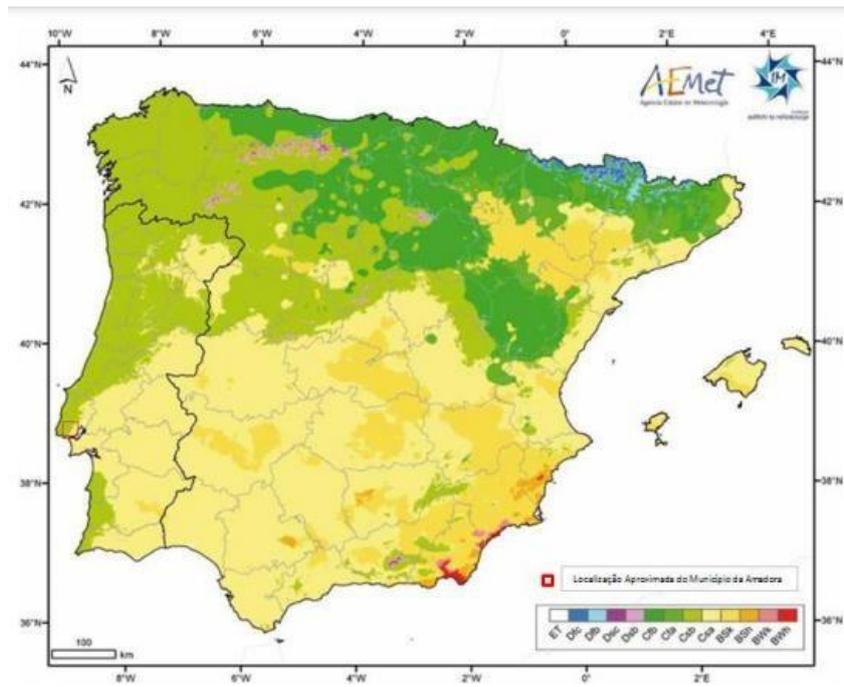


Figura 4 - Classificação Köppen-Geiger para a península Ibérica com localização do município da Amadora (1971-2000). Fonte: Crucho (2013)

Sendo que o município da Amadora pertence a um clima temperado com características mediterrâneas, este possui uma grande variabilidade ao longo do ano quanto à distribuição das precipitações e temperaturas.

Crucho (2013) analisou os dados climáticos para a região de Queluz no período de 1951 a 2010, identificando um aumento de 1°C na temperatura média anual ao comparar os períodos de 1951-1980 com 1981-2010. Este aumento foi atribuído às alterações climáticas, intensificadas por fatores antropogénicos e outras variáveis ambientais (Crucho, 2013), (Figura 5).

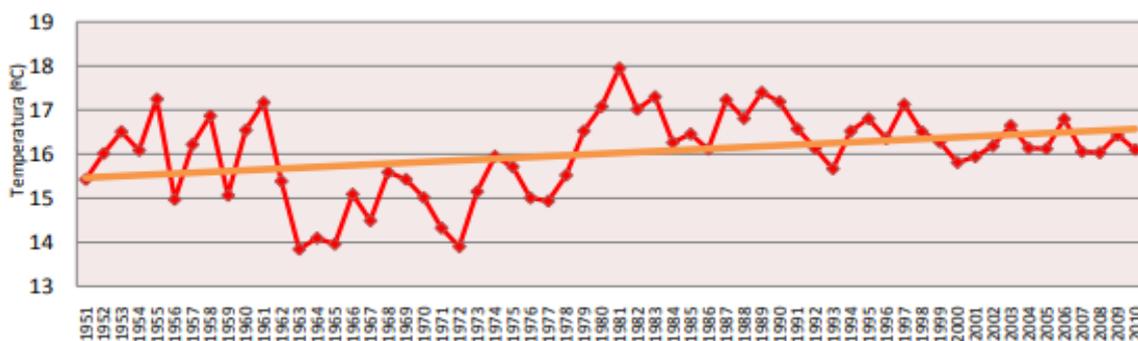


Figura 5 - Evolução da Temperatura Média Anual entre 1951 e 2010. Fonte: Crucho (2013)

No município existe um período quente e seco de junho a setembro, com temperaturas médias mensais entre os 20°C e 22°C, não existindo muita precipitação (não ultrapassa os 32mm mensais), enquanto o período mais frio se define entre novembro e fevereiro, com temperaturas médias abaixo dos 14°C e precipitação superior a 90mm, em que o mês mais frio é janeiro e o mais húmido é dezembro (Crucho, 2013). Para além destes dois períodos, a Amadora tem ainda um período de

transição, com temperaturas amenas e períodos húmidos, nos meses de março e outubro (Crucho, 2013).

Relativamente à ocorrência de ondas de calor, o território continental português é assolado por este fenómeno sempre que existe uma posição inesperada setentrional do anticiclone subtropical, o que significa que a crista anticiclónica, que se encontra deslocada da depressão térmica africana, se encontra sobre a península ibérica, provocando uma movimentação do ar tropical saariano - quente e seco -, transpondo as montanhas que se encontram no caminho (Medeiros, 2005). Desta forma, tanto a depressão térmica africana como a ibérica localizam-se no mesmo corredor de ar quente, em forma de cunha, que se encontra na zona meridional do anticiclone subtropical (Medeiros, 2005).

IV.3. Caraterização Sociodemográfica do Município da Amadora

Conhecer e interpretar o contexto sociodemográfico das diferentes freguesias do município da Amadora é fundamental para compreender as desigualdades sociais, dado que essas podem interferir com a saúde da população (Nogueira, 2008). A partir dessa informação, consegue-se identificar as áreas de maior exposição e risco, neste caso, associado às ondas de calor, e com isso tentar diminuir a vulnerabilidade e aumentar a resiliência da população. Desta forma, foram utilizados os dados dos Censos 2021, analisando-se os diferentes indicadores que poderão ter impacto tanto na vulnerabilidade como na exposição da população do município da Amadora ao risco climático em estudo – as ondas de calor –.

IV.3.1. Demografia

Relativamente à densidade populacional, é possível observar no Quadro 2 que, de acordo com os Censos 2021, as freguesias com maior densidade populacional são Águas Livres (16 995 hab./km²) e Encosta do Sol (9 669 hab./km²). Já a freguesia com menor densidade populacional é Venteira, com 4 929 hab./km². Mina de Água é a maior freguesia do município, mas por ter 42 961 residentes, apresenta uma densidade populacional relativamente baixa (5 309 hab./km²), (Quadro 2). A densidade populacional em 2021 encontra-se espacializada na Figura 6.

Quadro 2 - Densidade Populacional e População Residente nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022)

Censos	2021		2011			
	Unidade Territorial	Área (km ²)	População Residente (Nº)	Densidade Populacional (hab./km ²)	População Residente (Nº)	Densidade Populacional (hab./km ²)
	Águas Livres	2,2	37 607	16995	37 426	16 913
	Alfragide	2,5	16 837	6 705	17 044	6 787
	Encosta do Sol	2,8	27 093	9 669	28 261	10 086
	Falagueira-Venda Nova	2,9	20 788	7 275	23 186	8 114
	Mina de Água	8,1	42 961	5 309	43 927	5 114
	Venteira	5,3	26 168	4 929	25 292	4 764
	Amadora	23,8	171 454	7 209	175 136	7 363

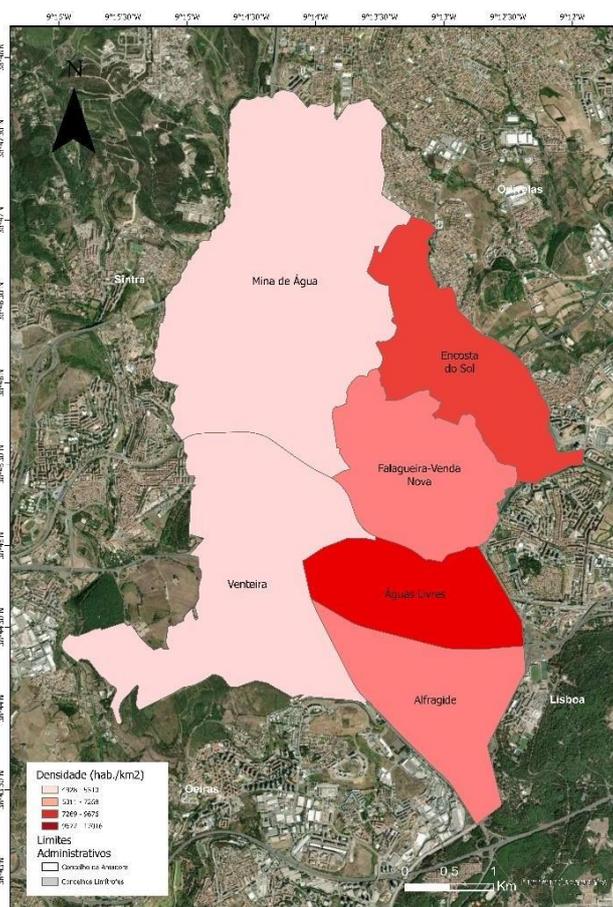


Figura 6 - Densidade Populacional (hab./km²) nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022)

Se observarmos a Figura 7, podemos constatar que a variação populacional entre 2021 e 2011 para 4 das 6 freguesias foi negativa, sendo que a freguesia de Falagueira-Venda Nova foi a que perdeu mais população ($\approx -10,3\%$), seguindo-se a freguesia de Encosta do Sol ($\approx -4,1\%$). Por outro lado, a freguesia que ganhou mais população foi Venteira ($\approx 3,5\%$), seguida da freguesia de Águas Livres ($\approx 0,5\%$), sendo estas as únicas com aumento de população (Figura 7).

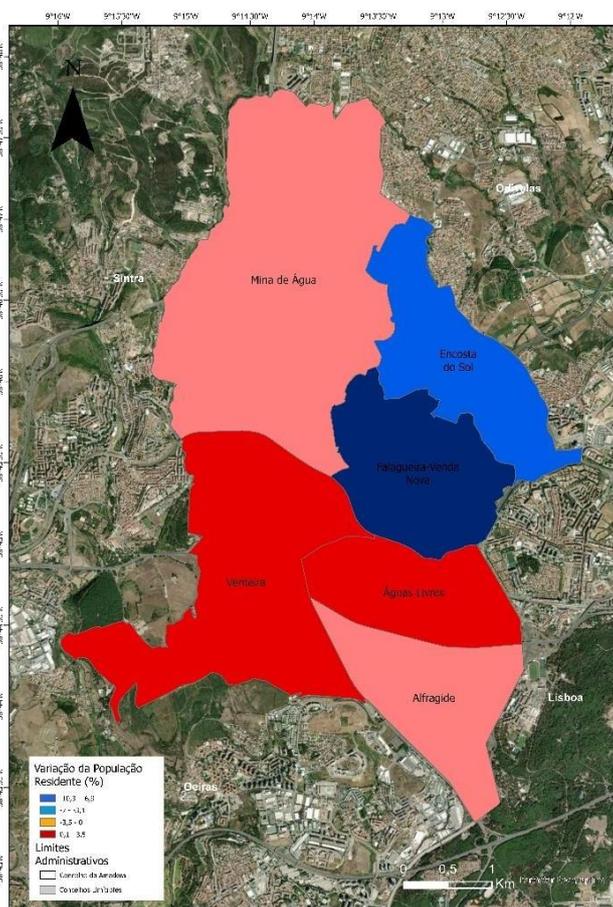


Figura 7 - Variação da População Residente (%) nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022)

Quanto à distribuição da população por grupos etários ao nível da freguesia, à data dos Censos 2021, podemos observar na Figura 8 que a freguesia de Falagueira-Venda Nova é a que apresenta maior percentagem de população com 65 ou mais anos ($\approx 27\%$), seguida da Venteira ($\approx 25\%$) e de Águas Livres ($\approx 24\%$). Por outro lado, as freguesias de Mina de Água e Encosta do Sol e Alfragide são as que apresentam maior percentagem de população jovem (0-14 anos), com $\approx 16\%$ e $\approx 15\%$ (últimas duas), respetivamente (Figura 8). Segundo o PDM (2018b), a distribuição da população, por grupos etários demonstra que após a reconfiguração administrativa, é possível distinguir dois grupos de freguesias: um grupo com as freguesias mais jovens que têm uma população jovem superior à média concelhia ($\approx 14,8\%$) e uma população idosa inferior à proporção média de idosos ($\approx 18,7\%$) devido ao crescimento populacional proveniente da agregação de áreas de ocupação recente e de bairros de realojamento; e outro grupo com as freguesias mais envelhecidas, com uma população idosa superior à média concelhia e uma proporção de jovens inferior à média concelhia, devido à estabilização e decréscimo populacional.

A estrutura etária das novas freguesias espelha uma evolução e formação do tecido urbano combinando a existência de áreas de primeira urbanização associadas às margens da linha do comboio - nas freguesias de Águas Livres, Falagueira-Venda Nova e Venteira, onde vivem mais idosos -, a presença de uma faixa consolidada em torno do IC19 - dando origem à instalação de novas famílias em Alfragide, Neudel e Atalaia (freguesia de Encosta do Sol e Mina de Água, respetivamente) e, ainda, a erradicação recente das áreas de bairros degradados, resultante da perda populacional e simultânea densificação e rejuvenescimento etário das áreas onde se encontram os bairros de habitação social - como é o caso das freguesias de Encosta do Sol e Mina de Água - (PDM, 2018b).

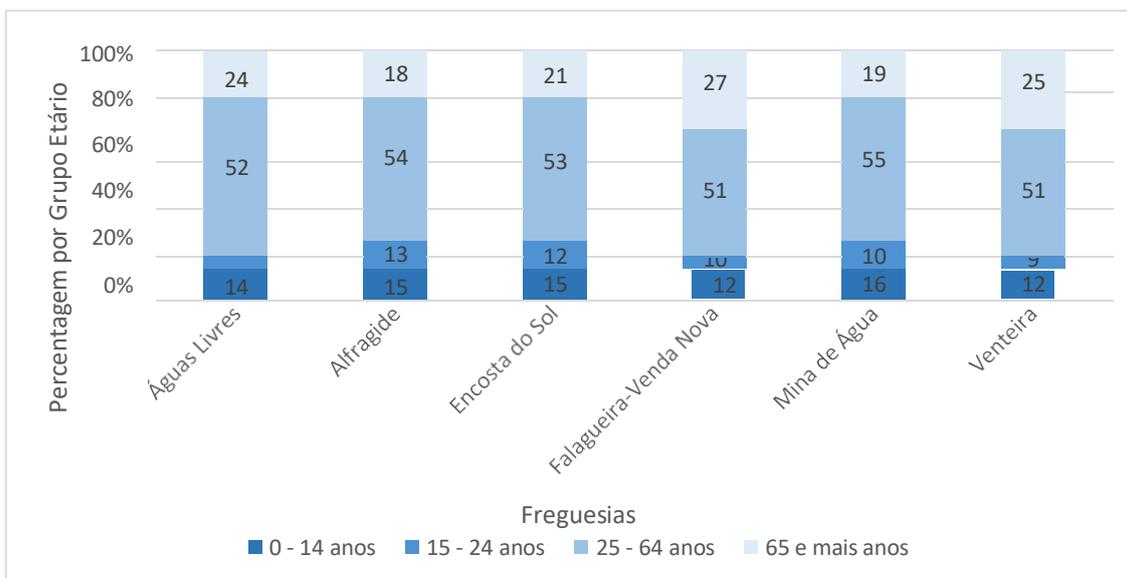


Figura 8 - Estrutura etária nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022)

Quanto ao índice de envelhecimento (Figura 9), e de acordo com INE (2022), este corresponde à “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 (10^2) pessoas dos 0 aos 14 anos)”. De acordo com o INE (2022), a Amadora tem um índice mais elevado do que a AML, com $\approx 156,4$ e $\approx 150,9$ idosos por cada 100 jovens, respetivamente, em que o sexo feminino apresenta um valor mais elevado do que o sexo masculino (≈ 188 e $\approx 125,9$ idosos por cada 100 jovens, respetivamente), (INE, 2022). Todas as freguesias apresentam um índice de envelhecimento elevado, sendo que as freguesias com os valores mais elevados são a Falagueira-Venda Nova e a Venteira, com ≈ 217 e $\approx 200,7$ idosos por cada 100 jovens, respetivamente (INE, 2022), (Figura 9). A freguesia de Águas Livres ainda apresenta um índice elevado de 171 idosos por cada 100 jovens, no entanto, a freguesia que menor índice tem é a freguesia de Mina de Água ($\approx 121,48$), seguida de Alfragide ($\approx 123,9$) e Encosta do Sol ($\approx 141,0$), (Figura 9).

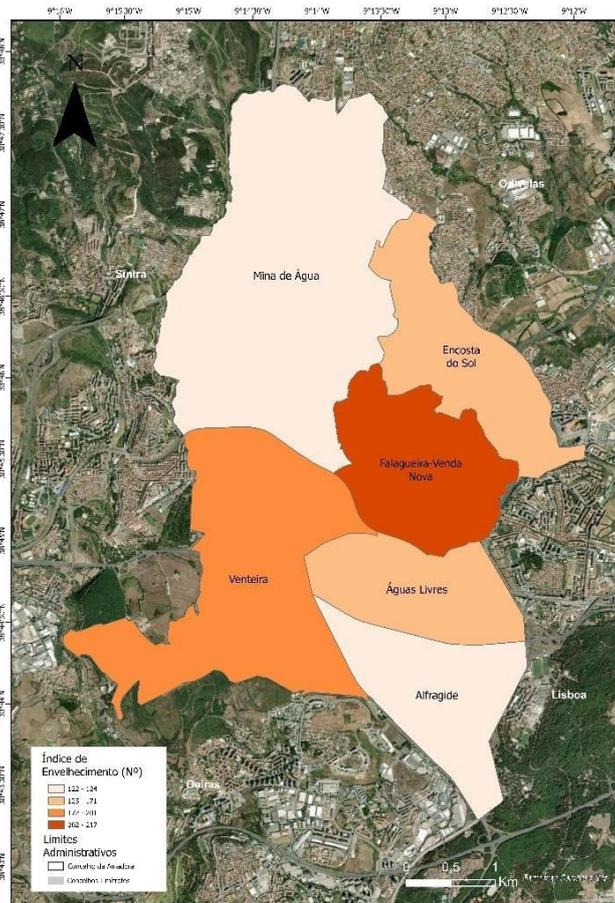


Figura 9 - Índice de Envelhecimento (Nº) nas diferentes freguesias do município da Amadora.
Fonte: INE (2022)

Na Figura 10 é possível observar que as freguesias Falagueira-Venda Nova e Venteira são as que apresentam uma maior proporção de famílias unipessoais com idades superiores a 65 anos ($\approx 17,8\%$ e $\approx 16,9\%$, respetivamente), seguidas da Encosta do Sol, com $\approx 12,8\%$. Mina de Água e Alfragide são as que apresentam menor percentagem, com valores a rondar os $\approx 11\%$.

Quanto à população sem abrigo (Figura 11), esta é superior na freguesia da Falagueira-Venda Nova, com 8 pessoas, seguida da freguesia de Mina de Água, com 5 pessoas. A freguesia que apresenta menor número de pessoas sem abrigo é a freguesia de Encosta do Sol (Figura 11).

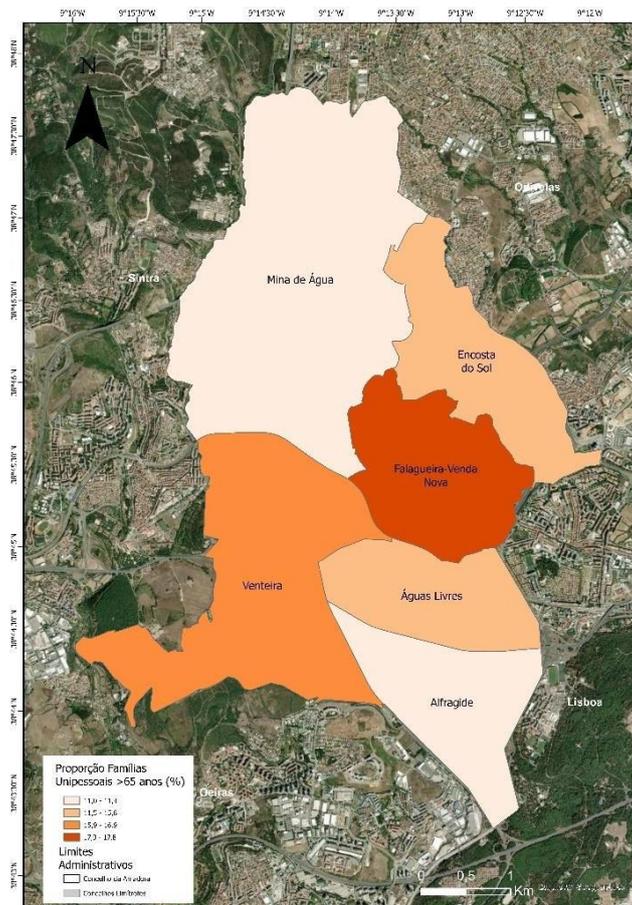


Figura 10 - Proporção de Agregados Domésticos Privados Unipessoais (%) com pessoas de 65 ou mais anos nas diferentes freguesias do concelho da Amadora. Fonte: INE (2022)

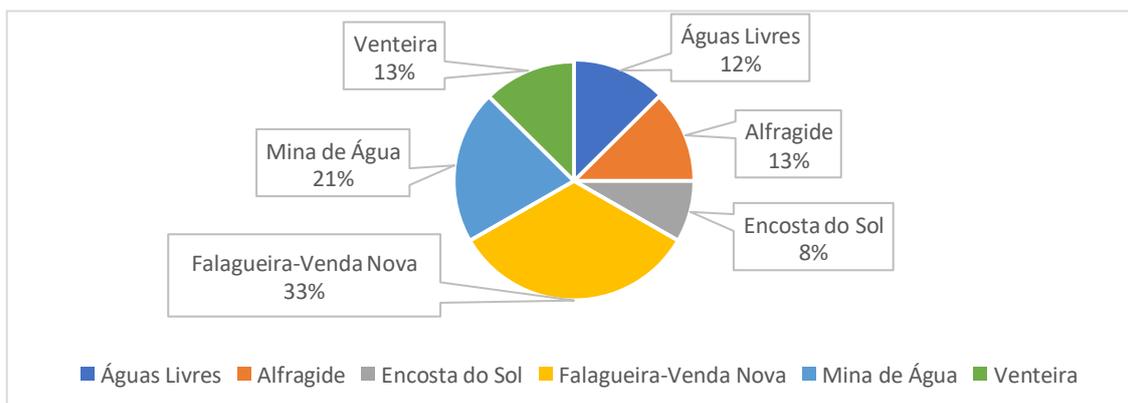


Figura 11 - População Residente Sem Abrigo (Nº) nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022)

IV.3.2. Educação

No município da Amadora, a taxa de analfabetismo (Figura 12) é de $\approx 2,4\%$, sendo que é mais elevada do que na AML ($\approx 2\%$), mas mais baixa do que no Continente ($\approx 3\%$), sendo a mais elevada na freguesia de Encosta do Sol ($\approx 3,3\%$) e Alfragide ($\approx 2,8\%$) e a mais baixa na freguesia de Venteira ($\approx 1,6\%$) e Mina de Água ($\approx 2,1\%$). O sexo feminino apresenta taxas maiores do que o masculino, com maior evidência na freguesia de Encosta do Sol, com $\approx 4,1\%$ (INE, 2022).

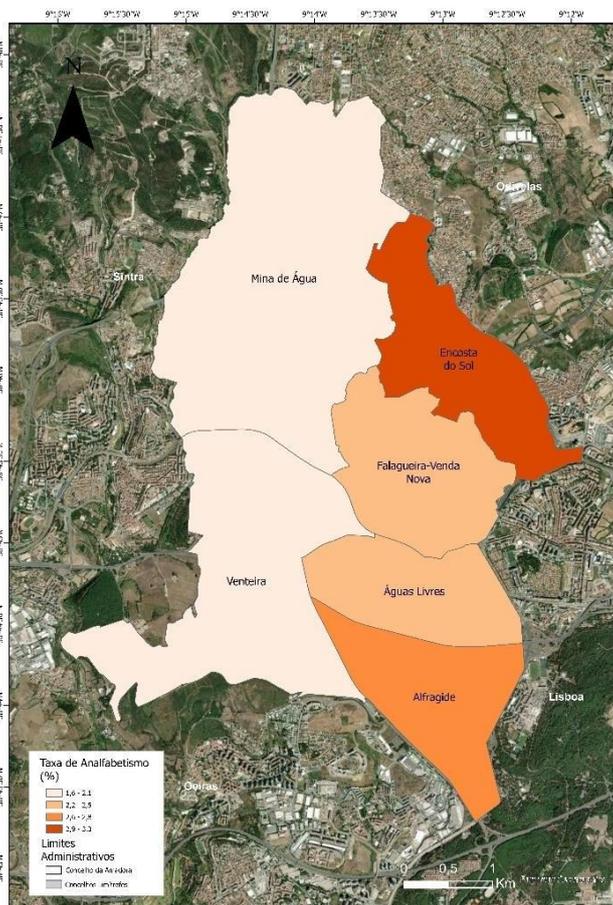


Figura 12 - Taxa de Analfabetismo (%) nas diferentes freguesias do município da Amadora.
Fonte: INE (2022)

Quanto à proporção da população residente com o ensino superior completo (Figura 13), a Amadora tem cerca de $\approx 23,5\%$, em relação aos $\approx 28,7\%$ da AML e aos $\approx 21,4\%$ do Continente. No município destaca-se a freguesia de Alfragide com $\approx 39\%$, valor bastante mais elevado do que o das restantes freguesias, sendo que a segunda mais elevada tem cerca de $\approx 25,2\%$ de população com ensino superior (Figura 13). Encosta do Sol, mais uma vez, apresenta o valor mais baixo, com $\approx 20,1\%$ (Figura 13). Neste caso, contrariamente à taxa de analfabetismo, a proporção de população com ensino superior no município é maior no sexo feminino ($\approx 25,4\%$), em oposição aos $\approx 21,1\%$ do sexo masculino (INE, 2022).

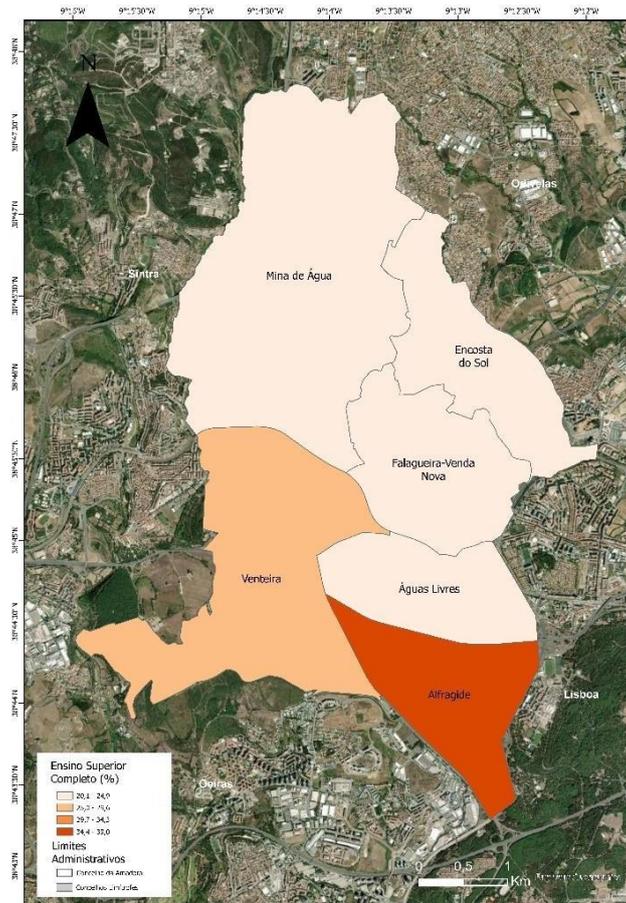


Figura 13 - Percentagem da População (%) com Ensino Superior nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022)

IV.3.3. Emprego

Segundo o PDM (2018b), o município da Amadora é constituído maioritariamente pelo ramo do terciário, sendo que este município confere uma centralidade ímpar em contexto metropolitano devido à forte densidade populacional, à reestruturação da base económica nas últimas décadas, à proximidade à capital e às diversas acessibilidades do território.

Por outro lado, o município da Amadora apresenta uma taxa de desemprego (Figura 14) de $\approx 9,9\%$, sendo este valor mais elevado do que na AML ($\approx 8,8\%$) e no Continente ($\approx 8,1\%$), (INE, 2022). A freguesia que apresenta o valor mais elevado de taxa de desemprego é Encosta do Sol ($\approx 11,2\%$), seguida da Falagueira-Venda Novas ($\approx 10,9\%$), (Figura 14). O município apresenta também uma maior taxa de desemprego no sexo feminino ($\approx 10,3\%$), (INE, 2022). Alfragide é a freguesia que apresenta menor taxa de desemprego ($\approx 8,8\%$) e é a única em que a taxa de desemprego no sexo feminino é menor do que no masculino (Figura 14).

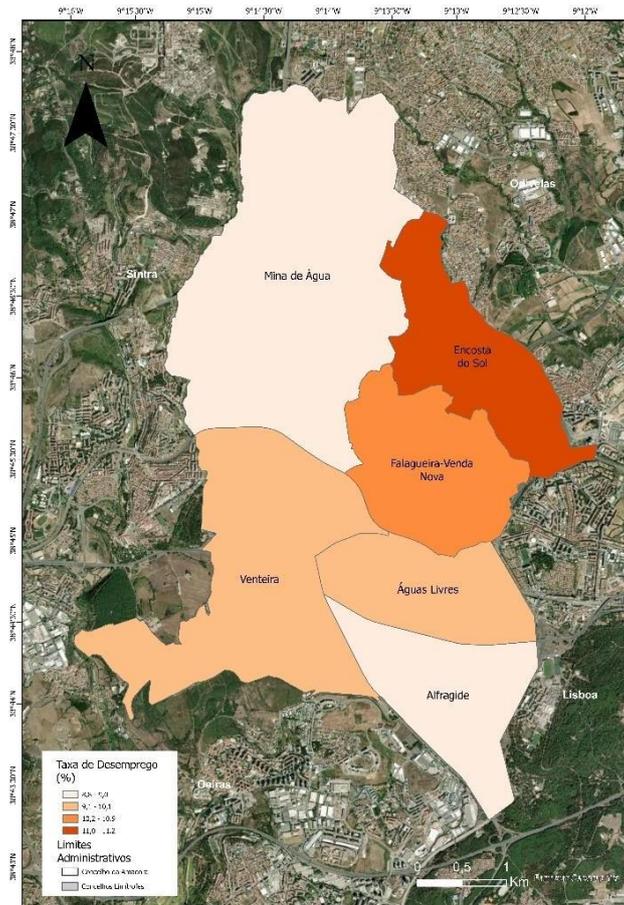


Figura 14 - Taxa de Desemprego (%) nas diferentes freguesias do município da Amadora.
Fonte: INE (2022)

IV.3.4. Habitação

A partir das décadas de 50, 60 e 70, do século XX, começou a existir um crescimento urbano acelerado, sendo que no município da Amadora vivem atualmente oito vezes mais pessoas do que em 1950, o que tornou o território fortemente urbanizado e de elevada densidade, como já foi referido anteriormente (PDM, 2018b). Este crescimento deveu-se à localização privilegiada junto a Lisboa e às boas condições de transportes, tanto rodoviário como ferroviário – Linha de Sintra – (PDM, 2018b). A partir da observação da Figura 15, é possível verificar que os edifícios construídos entre 1946 e 1990 têm uma maior representação, em relação a edifícios construídos antes de 1945. Já quanto aos edifícios construídos entre 1991 e 2021, observa-se um maior peso em duas das freguesias (Mina de Água e Venteira), proveniente já dos elevados índices de ocupação do solo do município e do alargamento do perímetro de expansão da área metropolitana (PDM, 2018b).

De acordo com a Figura 16, a densidade de alojamentos ($N.^{\circ}/km^2$) no município da Amadora é de 3 666,5/ km^2 , sendo maior na freguesia da Águas Livres (9 194,1/ km^2), seguida da freguesia de Encosta do Sol (4 742,9 / km^2). Por outro lado, a freguesia com menor densidade de alojamentos é Mina de Água, com 2 489/ km^2 , seguida da Venteira, com 2 805,1/ km^2 (Figura 16).

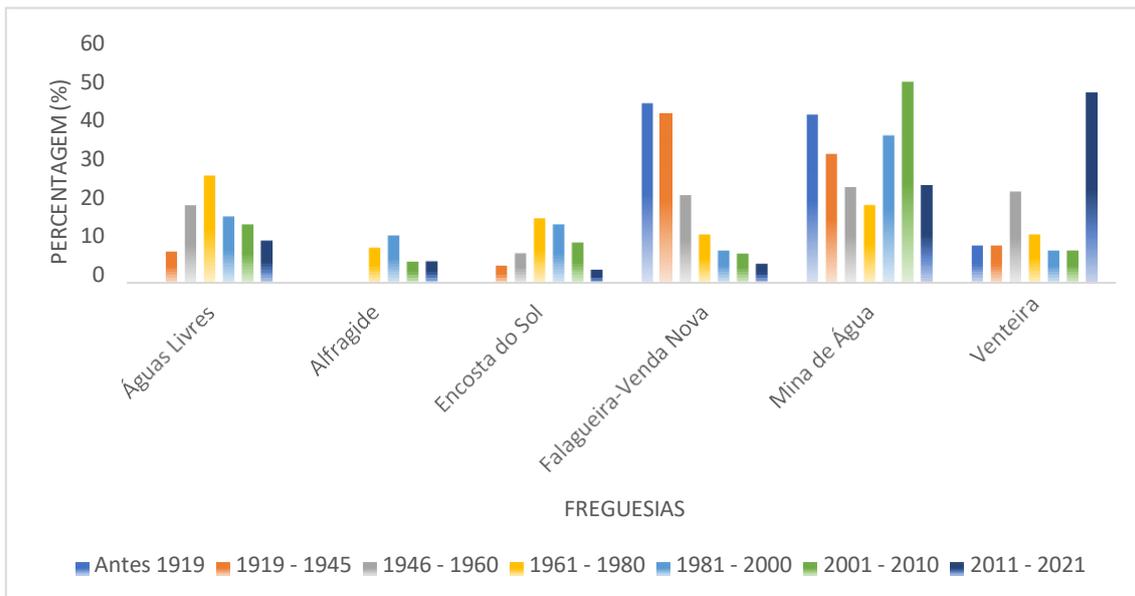


Figura 15 - Edifícios por Época de Construção (%) nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022)

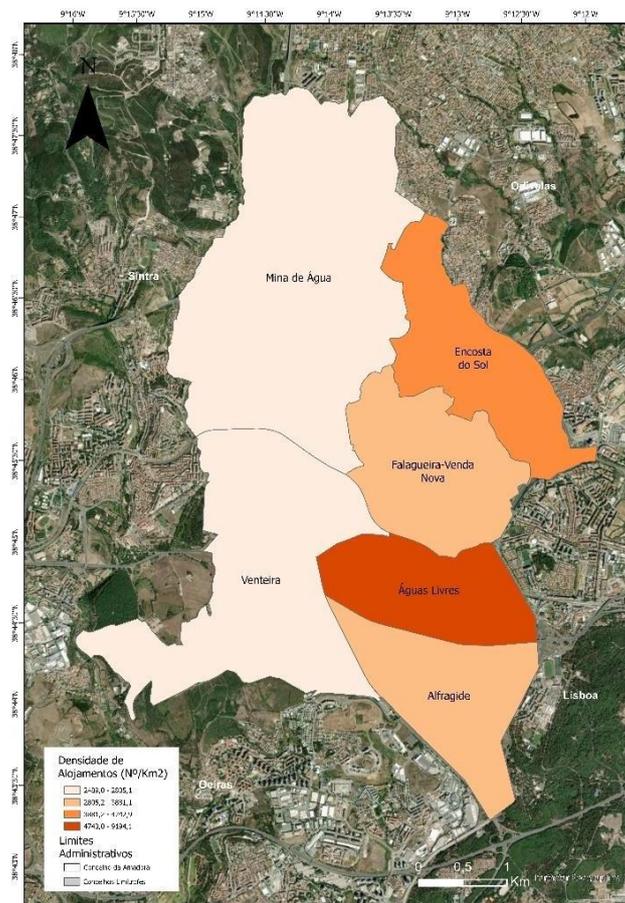


Figura 16 - Densidade de Alojamentos (Nº/km²) nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022)

Quanto aos alojamentos familiares de residência habitual sem ar condicionado (Figura 17), existem 64 527 dos 73 513 alojamentos no município que não têm ar condicionado, isto é, apenas 8 986 alojamentos (≈12,2%) têm ar condicionado. As

freguesias que têm mais alojamentos sem ar condicionado são a freguesia da Venteira, com 10 903 de um total de 12 156 alojamentos, representando $\approx 89,7\%$, a de Águas Livres - 14 729 de um total de 16 688 alojamentos ($\approx 88,3\%$) -, e Mina de Água - 14 904 de um total de 17 418 alojamentos ($\approx 85,6\%$) - (Figura 17). Por outro lado, Alfragide é a freguesia que apresenta menos alojamentos sem ar condicionado, com 5 392 alojamentos de um total de 6 636, representando $\approx 81,3\%$, aproximadamente (Figura 17).

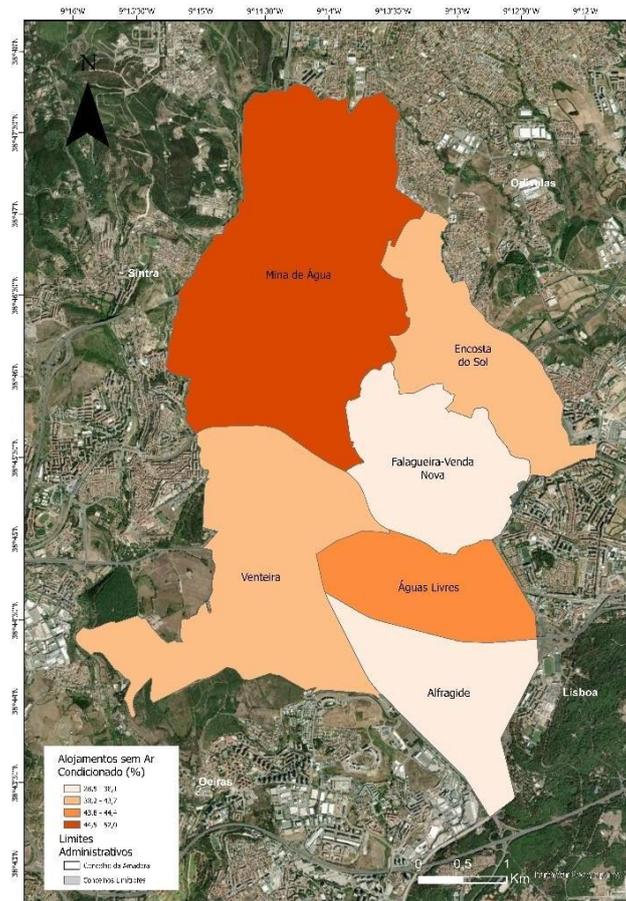


Figura 17 - Percentagem de Alojamentos sem Ar Condicionado nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022)

Na Figura 18 é possível observar que a freguesia da Encosta do Sol é a que tem maior percentagem de edifícios degradados ($\approx 52\%$). Seguem-se as freguesias da Venteira e de Águas Livres, com $\approx 43,7\%$ e $\approx 44,4\%$, respetivamente, seguidas das freguesias da Falagueira-Venda Nova e Mina de Água ($\approx 39,1\%$ e $\approx 38,1\%$, respetivamente). A freguesia de Alfragide é a que apresenta menor percentagem de edifícios degradados ($\approx 28,5$ e $\approx 34,4\%$), (Figura 18).

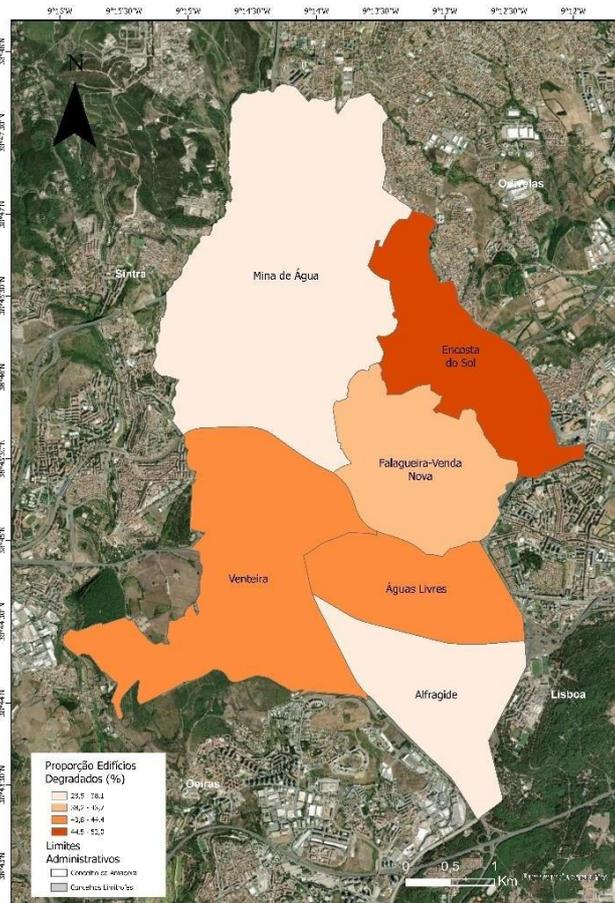


Figura 18 - Proporção de Edifícios com Necessidade de Reparação (%) nas diferentes freguesias do município da Amadora. Fonte: INE (2022)

V. Métodos e Técnicas

V.1. Enquadramento geral – Etapas do Estudo

Para o estudo de ocorrências de ondas de calor no município da Amadora foram utilizadas diversas bases de dados, tornando o estudo o mais completo possível. Primeiramente, recorreu-se à base de dados *Iberia01* de Herrera *et al.* (2019) do site *DIGITAL.CSIC* (<https://digital.csic.es/handle/10261/183071>), de onde se retiraram as temperaturas máximas e mínimas para as coordenadas correspondentes ao município da Amadora, entre 1971 e 2015 (Quadro 3). Esta base de dados espacializa para o período 1971-2015, numa grelha com 0.1° (décimo de grau) de resolução, os valores de temperaturas e precipitação diárias, de acordo com observações efetuadas na densa rede de estações existentes sobre a Península Ibérica no município.

Quadro 3 - Coordenadas do ponto da grelha que compreendem o município da Amadora.
Fonte: Herrera *et al.* (2019)

	Latitude (N)	Longitude (W)
Coordenadas	38,7°	9,2°

De seguida, recorreu-se à aplicação *ClimPACT2* (<https://ccrc-extremes.shinyapps.io/climpact/>), sendo esta uma plataforma online com o objetivo de apoiar a avaliação e posterior gestão dos impactes das alterações climáticas em diversas áreas através de várias ferramentas e índices específicos. Assim, introduziu-se um ficheiro ASCII no *ClimPACT2* com os dados obtidos da base de dados *Iberia01*, com seis colunas pela seguinte ordem: ano, mês, dia, precipitação (em mm), temperatura máxima e mínima (ambos em graus celsius). A ordem anterior é fundamental para a leitura dos dados, tal como a sua delimitação (separado por um ou dois espaços). Todos os dados decimais, têm de estar separados por “.” ao invés de “;”, e os que estivessem em falta teriam de ser classificados como “-99.9”. A aplicação *ClimPACT2* permite calcular índices de extremos climáticos, seguindo a metodologia proposta pela OMM (OMM, 2012).

O resultado do uso da ferramenta *ClimPACT2* permitiu o cálculo do EHF (*Excessive Heat Factor*, secção V.2.1.) para o período 1971-2015, baseado no método de Perkins e Alexander (2013), com algumas adaptações ao EHF (*ClimPACT2*, 2016). Para o cálculo são utilizadas três definições de ondas de calor, baseadas no percentil 90 das temperaturas mínimas diárias (“Tn90”), no percentil 90 das temperaturas máximas diárias (“Tx90”), e no EHF (*ClimPACT2*, 2016). A ferramenta, para identificar um evento de onda de calor, verifica-se se, durante um período de três ou mais dias, uma das seguintes condições é atendida: a temperatura mínima diária (“TN”) está acima do percentil 90 de “TN”, a temperatura máxima diária (“TX”) está acima do percentil 90 de “TX”, ou o EHF é positivo (*ClimPACT2*, 2016). Assim, os percentis “Tn90” e “Tx90” são calculados para cada dia dentro de uma “janela móvel” de 15 dias, com base num período de referência, neste caso, 1971-2015, sendo que todas as definições de ondas de calor são aplicadas durante o período de verão, de maio a setembro (*ClimPACT2*, 2016).

Assim, foi possível calcular o EHF que nos permite obter uma estimativa do excesso de temperatura baseada no excesso dos últimos 30 dias e dos últimos 3 dias extremos, como irá ser explicitado posteriormente na secção V.2.1.

A partir do *ClimPACT2*, obtiveram-se também três informações necessárias para o passo seguinte – a análise de tendências para o período em estudo, na ferramenta *MAKESENS* (secção V.2.1.) –, nomeadamente, o HWD (*Heatwave Duration*) e o HWF (*Heatwave Frequency*), e ainda o HWN (*Heatwave Number*), que correspondem, respetivamente, à duração, à frequência e ao número de ondas de calor que ocorreram.

Após calcular o Índice *Excess Heat Factor* (EHF), o próximo passo foi analisar tendências ao longo do período de estudo quanto ao número, frequência e duração das ondas de calor. Para isso, utilizou-se o teste Mann-Kendall e a estimativa de inclinação de Sen, utilizando-se a ferramenta *MAKESENS* (Salmi *et al.*, 2002). Os dados da série temporal das variáveis HWN (número de ondas de calor), HWD (duração das ondas de calor) e HWF (frequência das ondas de calor) foram inseridos na folha “*Annual Data*” (Anexo 1). A análise mais detalhada foi realizada na folha “*Trend Statistics*”, que forneceu as informações necessárias para elaborar quadros e interpretar os resultados.

Para além do tratamento dos dados, recolheram-se vários indicadores referentes à demografia, educação, economia e habitação para as diferentes freguesias do município à data do recenseamento de 2021 (Quadro 4).

Quadro 4 - Indicadores utilizados para a análise sociodemográfica do município

Indicadores

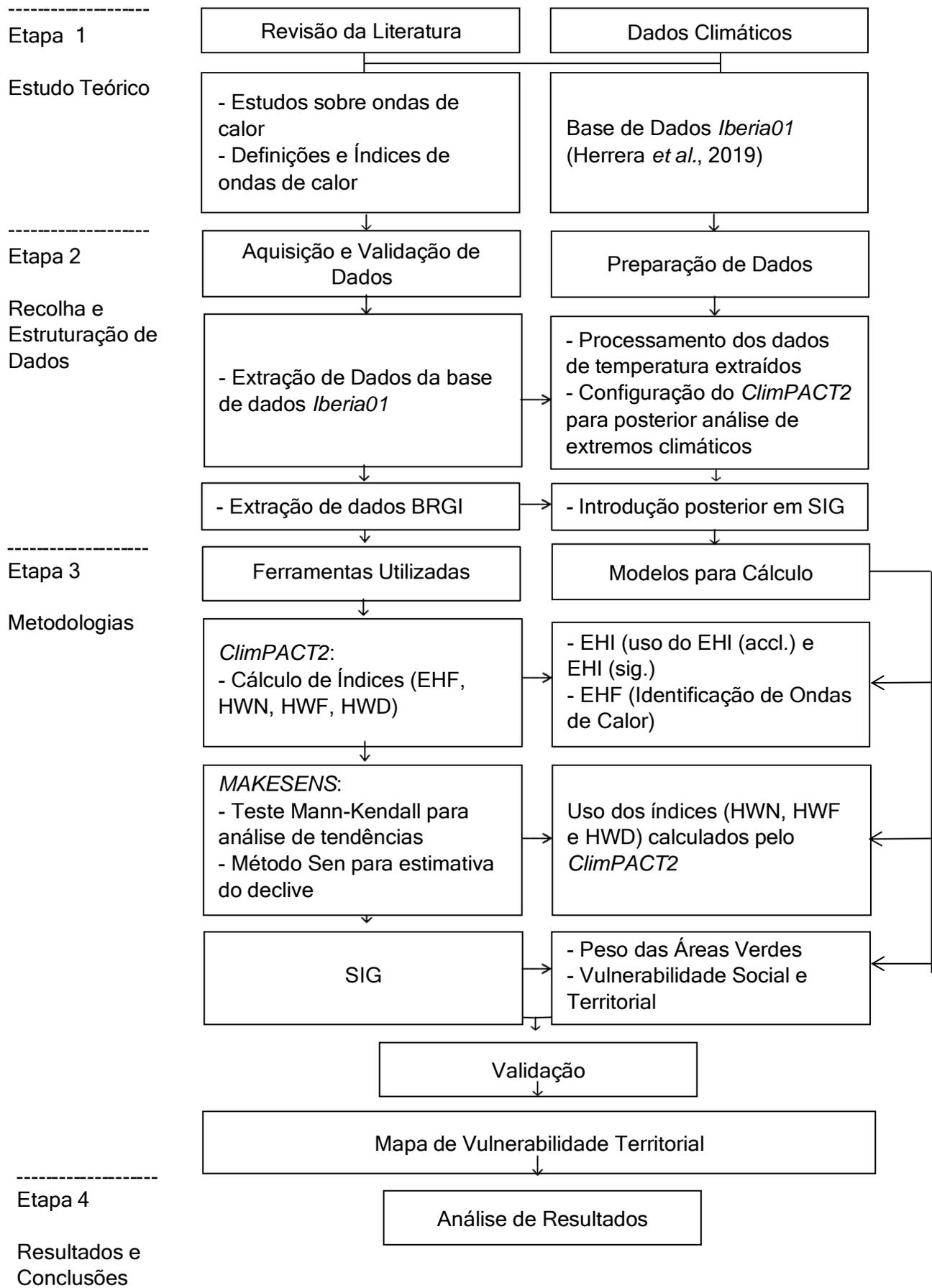
	Densidade Populacional (Nº/km ²)
	Índice de Envelhecimento (Nº)
Demografia	População Residente sem Abrigo (Nº)
	Proporção de Famílias Clássicas Unipessoais de Pessoas com 65 ou mais Anos de Idade (%)
	Proporção de Agregados Domésticos Privados Unipessoais (%) com Pessoas de 65 ou mais Anos
Educação	Percentagem da População com Ensino Superior (%)
	Taxa de Analfabetismo (%)
Economia	Taxa de Desemprego (%)
Habitação	Idade Média dos Edifícios (Anos)
	Densidade de Alojamentos (Nº/km ²)
	Percentagem de Alojamentos sem Ar Condicionado (%)
	Proporção de Edifícios com Necessidade de Reparação (%)

V.2. Métodos

Procedeu-se a uma pesquisa seguida de uma posterior seleção de fontes bibliográficas, tanto nacionais como internacionais, tendo como suporte a recolha indireta de dados de natureza qualitativa – pesquisa bibliográfica a partir de artigos publicados em revistas científicas, entre outros - e quantitativa - dados estatísticos dos Censos 2021 e da base de dados *Iberia01* -.

Quanto à recolha indireta qualitativa, procedeu-se à leitura de artigos científicos e de revistas de divulgação científica, de forma a elaborar um enquadramento climático do município da Amadora e definir o que são ondas de calor e quais os seus impactes na população. Elaborou-se um histórico das ondas de calor ocorridas nos últimos 40 anos em Portugal, de modo a coincidir com o período em análise (1971 – 2015) e uma caracterização socioeconómica, para analisar os impactes causados pelas ondas de calor na população do município, assim como possíveis métodos de adaptação a elas.

Na Figura 19 é apresentado o modelo conceptual da metodologia utilizada.



**V.2.1.
Cálculo
do**

Figura 19 - Modelo conceptual da metodologia utilizada

índice EHF e Índices associados

Para obter o HWD, HWF e o HWN necessários para avaliar as tendências, como explicado mais adiante nesta secção, foi necessário recorrer ao *ClimPACT2* para avaliar as ondas de calor com base em três definições principais: o percentil 90 das temperaturas mínimas diárias (“Tn90”), o percentil 90 das temperaturas máximas diárias (“Tx90”) e o Excess Heat Factor (EHF), (ClimPACT2, 2016). Este método utilizado pelo *ClimPACT2* é uma métrica ajustada da metodologia de Perkins e Alexander (2013) para o cálculo do EHF e avalia a intensidade do calor excessivo, (ClimPACT2, 2016). Assim o cálculo do EHF no *ClimPACT2* envolve a diferença entre a temperatura máxima diária (“TX”) e uma média móvel de referência, com o EHF sendo considerado positivo quando a temperatura excede esse valor de referência (ClimPACT2, 2016).

A ferramenta *ClimPACT2* define um evento de onda de calor como um período de três ou mais dias consecutivos em que: A temperatura mínima diária (“TN”) ultrapassa o percentil 90 das temperaturas mínimas (“Tn90”); a temperatura máxima diária (“TX”) excede o percentil 90 das temperaturas máximas (“Tx90”); ou o EHF é positivo (ClimPACT2, 2016).

Durante o período de verão (maio a setembro no hemisfério norte), o *ClimPACT2* calcula cinco aspetos das ondas de calor para cada ano ou temporada de verão: número de eventos de onda de calor (HWN); a frequência das ondas de calor (HWF); a duração das ondas de calor (HWD); a magnitude das ondas de calor (HWM), que corresponde à média das temperaturas durante os dias de onda de calor; e a amplitude das ondas de calor (HWA), que corresponde ao valor diário de pico na onda de calor mais quente (ClimPACT2, 2016). Essas métricas permitem uma análise detalhada dos eventos de ondas de calor e ajudam na compreensão da sua intensidade e frequência.

De acordo com o que já foi referido no estado da arte, existe uma grande variedade de definições para as ondas de calor em virtude da excedência de um determinado valor climatológico previamente decidido e, por essa razão, Nairn e Fawcett (2014) sugerem um índice de calor extremo mais atualizado, que se adequa à monitorização tanto baseada no histórico como em tempo real, de ondas de calor, e que compreende três diferentes índices: o fator de calor extremo (EHF), o índice de aclimação [$EHI(accl.)$], e o índice de significância [$EHI(sig.)$] sendo o EHF definido por (a):

$$EHF = |EHI(accl.)| \times EHI(sig.) \quad (a)$$

O *EHF* é um índice que mede a severidade e intensidade das ondas de calor e que se baseia na média da temperatura em três dias num determinado local. Tendo em conta que a temperatura média diária (*TMD*) é definida como sendo a média entre as temperaturas máximas e mínimas, estes índices podem ser sintetizados da seguinte forma: quanto ao $EHI(accl.)$, este corresponde à diferença entre a média da *TMD*

durante um período de três dias e a média da *TMD* dos trinta dias anteriores [*Média(TD_{3 dias}) – Média(TD_{30 dias})*], em que os valores positivos correspondem a uma situação de aquecimento mais acentuado, havendo menor aclimação – adaptação do organismo humano a essas temperaturas; quanto ao *EHI(sig.)*, se gerar valores positivos, significa que a *TMD* é excepcional em relação ao clima local e, por fim, o *EHF* é um índice que mede a severidade e intensidade das ondas de calor e que se baseia na média da temperatura em três dias num determinado local (Jegasothy *et al.*, 2017; Langlois *et al.*, 2013; Nairn & Fawcett, 2015; Nishant *et al.*, 2022).

Considerando o índice anterior, a temperatura mínima é considerada, tal como a temperatura máxima, uma vez que as temperaturas registadas durante a noite podem ser igualmente altas e, em alguns casos, têm potencial para intensificar as condições das ondas de calor (Perkins, 2013). Durante o ano, as ondas de calor extremo verificam-se, principalmente, durante o Verão, quando as temperaturas são mais altas, enquanto ondas de calor mais suaves ocorrem no início do Outono ou durante a Primavera. A ocorrência deste fenómeno varia consoante a área geográfica, devido à variedade de climas que existem (Awasthi *et al.*, 2021; Nunes, 2017). Consequentemente, o *EHF* é um indicador significativo para avaliar os impactos das ondas de calor na saúde humana (Nishant *et al.*, 2022).

Posteriormente ao cálculo do *EHF*, procedeu-se à análise de tendências positivas ou negativas quanto ao número, duração e frequência das ondas de calor para o período em análise, utilizando a ferramenta de cálculo *MAKESENS* (Salmi *et al.*, 2002). Esta aplicação para Excel (permite o cálculo do teste Mann-Kendall, sendo um teste que necessita de, pelo menos 10 anos na série temporal (Salmi *et al.*, 2002), não sendo um obstáculo para os resultados deste estudo, tendo em conta o período temporal de 45 anos.

De acordo com Salmi *et al.* (2002), o teste Mann-Kendall é aplicável em casos em que os valores dos dados x_i de uma série temporal respeitam o modelo (b):

$$x_i = f(t_i) + \varepsilon_i \quad (\text{b})$$

em que $f(t)$ é uma linha contínua que aumenta ou diminui, consoante se a tendência é positiva ou negativa, respetivamente, em função do tempo e ε_i são resíduos que podem assumir-se como sendo da mesma distribuição com uma média de zero, sendo que a variância ao longo do tempo é constante.

Outras variáveis importantes contidas neste teste são os testes estatísticos *S* e *Z* (Gilbert, 1987), em que o teste *S* é utilizado para encontrar tendências em séries temporais, determinando se é uma tendência crescente ou decrescente, enquanto o teste *Z* avalia a significância estatística da tendência detetada pelo teste *S* (Salmi *et al.*, 2002). Neste caso, somente é considerada a estatística *Z*, pois apenas esta é utilizada para mais de 10 anos (Salmi *et al.*, 2002).

Para o teste estatístico *Z* ser calculado, a variância de *S* é calculada primeiro pela seguinte equação (c), tendo sempre em conta que possam existir correlações:

$$VAR(S) = \frac{1}{18} [n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^q t_p(t_p - 1) + 5] \quad (c)$$

em que q é o número de conjuntos de correlações e t_p é o número de valores de dados no grupo p^{th} (Salmi *et al.*, 2002).

Assim, o teste estatístico Z é calculado através dos valores do teste estatístico S e do $VAR(S)$, pela seguinte equação (d):

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{VAR(S)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{VAR(S)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (d)$$

em que a presença de uma tendência é avaliada através do valor do Z - se o valor for positivo, indica uma tendência positiva e vice-versa - (Salmi *et al.*, 2002) -.

Por fim, para testar as tendências positivas ou negativas, o teste bicaudal ("two-tailed test") é utilizado ao nível de significância α , em que H_0 é rejeitado se o valor absoluto de Z for maior do que $Z_{1-\alpha/2}$. A equação anterior é obtida através das tabelas padrão de distribuição cumulativa normais, sendo que no *MAKESENS*, os níveis de significância α testados são 0,001, 0,01, 0,05 e 0,1 (Salmi *et al.*, 2002).

Após o cálculo do teste de Mann-Kendall, o software calcula o "Sen's method" ou o método não paramétrico de Sen, de forma a estimar o verdadeiro declive das tendências, por ano, quando estas são assumidas como tendências lineares (Salmi *et al.*, 2002). Assim, podemos assumir a função (e):

$$f(t) = Qt + B \quad (e)$$

em que Q é o declive e B é a constante (Salmi *et al.*, 2002).

Para poder estimar-se o Q numa equação, primeiro é necessário calcular-se os valores de todos os pares de declives, através da equação (f):

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k} \quad (f)$$

em que $j > k$ (Salmi *et al.*, 2002).

Se existirem n valores x_j na série temporal, tem-se os mesmos valores de estimativas de declive Q_i - $N = n(n-1)/2$, em que o valor do estimador do declive do seno é a média desses valores N do Q_i (Salmi *et al.*, 2002). De seguida, esses valores

N do Q_i são classificados do mais pequeno para o maior, em que o estimador do seno é (g) ou (h), (Salmi *et al.*, 2002):

$$Q = Q_{\lfloor \frac{N+1}{2} \rfloor} \text{ se } N \text{ for ímpar} \quad (g)$$

$$Q = \frac{1}{2} (Q_{\lfloor \frac{N+2}{2} \rfloor}) \text{ se } N \text{ for par} \quad (h)$$

Desta forma, um intervalo de confiança $[100(1 - \alpha)\%]$ com dois lados das estimativas do declive é obtido através da técnica não paramétrica apoiada pela distribuição normal, sendo este método válido para n , desde que este seja mais pequeno que 10, a não ser que existam muitas ligações (Salmi *et al.*, 2002).

De seguida, o *MAKESENS* calcula o intervalo de confiança para dois níveis diferentes de confiança - $\alpha = 0,01$ e $\alpha = 0,05$ -, obtendo-se dois intervalos diferentes de confiança, calculando-se primeiro (i):

$$C_\alpha = Z_{1-\alpha/2} \sqrt{VAR(S)} \quad (i)$$

em que o $VAR(S)$ já foi definido anteriormente em equação (b) e o $Z_{1-\alpha/2}$ é obtido através da distribuição padrão normal (Salmi *et al.*, 2002).

De seguida, são calculados o $M_1 = (N - C_\alpha)/2$ e o $M_2 = (N + C_\alpha)/2$, em que os limites máximos e mínimos dos intervalos de confiança (Q_{min} e Q_{max}) são as primeiras maiores estimativas do declive Q_i para os valores $N - [M_1$ e $(M_2 + 1)]$ -. Se M_1 não for um número inteiro, o limite mínimo é interpolado e se M_2 não for um número inteiro, o limite máximo é interpolado (Salmi *et al.*, 2002).

Por fim, de forma a obter a estimativa de B na equação (e), os valores de n com diferenças $x_i - Qt_i$ são calculados e a mediana destes valores permite dar o valor da estimativa de B (Sirois, 1998; Salmi *et al.*, 2002). Resta saber, apenas, que os valores dos intervalos de confiança de 95% e 99% para a constante B são calculados por um procedimento semelhante (Salmi *et al.*, 2002).

Com este conhecimento do método do *MAKESENS* em mente, apenas se considerou o teste Z , sendo que para os valores de significância, existem quatro símbolos usados na aplicação Excel:

- *** se a tendência do nível de significância $\alpha = 0,001$
- ** se a tendência do nível de significância $\alpha = 0,01$
- * se a tendência do nível de significância $\alpha = 0,05$
- + se a tendência do nível de significância $\alpha = 0,1$.

V.2.2. Vulnerabilidade Territorial

De forma a obter um indicador de mitigação da vulnerabilidade territorial (VT) para o município da Amadora relativamente às ondas de calor utilizou-se um exemplo de classificação do uso do solo baseado num artigo da Agência Europeia do Ambiente (Matthies *et al.*, 2008), em que consideram a distinção entre áreas verdes e azuis de áreas não verdes, sendo estas primeiras áreas naturais e seminaturais dentro de uma cidade ou zona urbana, tais como parques, lagos ou jardins, entre outros, e as segundas, áreas densamente povoadas (Sunita *et al.*, 2023).

Segundo Sunita *et al.* (2023), as áreas verdes e azuis desempenham um papel importante na sustentabilidade das cidades, pois providenciam importantes serviços de ecossistemas, tais como o sequestro do carbono e a conservação da biodiversidade, entre outros, tendo também benefícios ao nível recreacional, promovendo o bem-estar da população.

Matthies *et al.* (2008) destacam a importância dos espaços verdes no planeamento urbano como uma estratégia para mitigar o stress térmico nas cidades. Um dos aspetos principais discutidos é o “efeito sombra” que proporcionado por áreas verdes, desempenha um papel crucial na redução do stress térmico urbano. Os espaços verdes, como parques e áreas arborizadas, oferecem sombra que reduz a exposição direta à radiação solar, resultando em temperaturas superficiais mais baixas nas áreas adjacentes, ajudando a diminuir o calor acumulado em superfícies urbanas, como calçadas e edifícios, o que, por sua vez, contribui para a redução da temperatura ambiente geral (Matthies *et al.*, 2008). Assim, a vegetação urbana não apenas proporciona alívio térmico imediato, mas também ajuda a combater o efeito de ilha de calor urbano, um fenómeno onde as áreas urbanas se tornam significativamente mais quentes do que as áreas rurais circundantes devido à absorção e retenção de calor pelos materiais construídos (Matthies *et al.*, 2008). Adicionalmente, os espaços verdes também desempenham um papel importante no arrefecimento do ambiente envolvente por meio da evapotranspiração, que envolve a libertação de vapor de água pelas plantas, aumentando ainda mais o conforto térmico da população nas áreas urbanas. Os ambientes externos mais agradáveis e reduzem o risco de problemas relacionados com o calor extremo, como desidratação e insolação (Matthies *et al.*, 2008).

De acordo com o artigo da Agência Europeia do Ambiente (n.d.), é possível diferenciar classes que estejam contidas dentro das áreas verdes e azuis, consoante a sua relevância para o estudo das ondas de calor e para o efeito de ilhas de calor. Assim, para este relatório, utilizou-se a classificação da carta do uso e ocupação do solo da Direção Geral do Território (DGT, 2022), reclassificando-se cada classe em área verde e não verde para o município da Amadora, para posterior cálculo da vulnerabilidade territorial (Anexo 2).

Antes de mais, é importante referir que toda a informação geográfica criada foi vetorizada à escala 1:1000, tendo esta sido tratada e criada com o *software* ArcGIS

PRO. Os mapas sociodemográficos foram classificados com intervalos iguais e os mapas da criticidade e da capacidade de suporte foram classificados pelo método dos quantis. O mapa da vulnerabilidade social foi classificado em 5 classes, pelo método do desvio-padrão, tal como o mapa final que relaciona a vulnerabilidade social com o peso das áreas verdes. O mapa que reflete o peso das áreas verdes foi classificado em intervalos iguais.

Após a classificação do uso e ocupação do solo do município em estudo em áreas verdes/azuis e não verdes/azuis, foram extraídos dados sociodemográficos da Base Geográfica de Referência de Informação (BGRI), (INE, 2021), possibilitando uma melhor e mais detalhada análise a nível geográfico do território quanto a vulnerabilidades de grupos etários desigualdades económicas e sociais, visto este relatório se realizar a nível local. Após a extração dos dados da Base de Dados de Referência de Informação (INE, 2021), cruzaram-se esses dados estatísticos com os dados que tinham sido obtidos da anterior classificação de áreas verdes, calculando, de seguida a área de cada polígono – classificado como tendo área verde – resultante do cruzamento anterior.

De forma a obter um mapa com o valor da área verde por cada polígono da BGRI, dissolveu-se o mapa do cruzamento anterior pelos polígonos da BGRI (utilizando a soma), através do campo que contém as áreas verdes. De seguida, calculou-se a área dos polígonos da BGRI, resultantes do processo anterior.

Como últimos passos, normalizaram-se os resultados, criando-se um novo campo e dividindo as áreas verdes pelas áreas da BGRI e, por fim, inverteram-se os valores calculados por subsecção (1 - peso da área verde), convertendo-se, por último, para o formato matricial.

De forma a completar os dados obtidos anteriormente da vulnerabilidade territorial, extraíram-se os dados da capacidade de suporte e criticidade utilizados em Santos *et al.* (2023) para calcular a vulnerabilidade social da Área Metropolitana de Lisboa (AML). A metodologia utilizada por Santos *et al.* (2023), não só incorpora as características individuais da população e dos grupos de risco, como também o contexto territorial em que eles se encontram apoiados, nomeadamente, equipamentos públicos e privados, infraestruturas e serviços que possam atenuar as perdas e ajudar na recuperação após eventos catastróficos.

Santos *et al.* (2023) definiu o cálculo da vulnerabilidade social (VS) como o produto da criticidade (Cr) e da capacidade de suporte (CS), (j):

$$VS = Cr \times (1 - CS) \quad (j)$$

em que *VS* representa o índice de vulnerabilidade social.

Santos *et al.* (2023) definiu a criticidade, expressa em proporção, como as características individuais da população que aumentam a propensão a perdas, com os seguintes critérios: idade, condição socioeconómica, saúde, condições habitacionais, assistência social, mobilidade, nível educacional e emprego – foram recolhidas 43 variáveis que incluem essas dimensões (Anexo 3) -. A capacidade de suporte, também expressa em proporção, foi definida como a avaliação dos sistemas, redes,

infraestruturas públicas e privadas e equipamentos coletivos, que ajudam a comunidade a mitigar e a recuperar de eventos adversos, tais como, a avaliação da cobertura de equipamentos como estações de bombeiros, farmácias, hospitais, redes de transportes, entre outros, definida através dos seguintes critérios: infraestrutura e equipamentos públicos e privados, equipamentos turísticos e acomodação temporária, rede viária e lojas de alimentos (Santos *et al.*, 2023), (Anexo 4). O facto de ambas as variáveis serem expressas em proporção garante a sua comparabilidade (Santos *et al.*, 2023).

É importante frisar que em Santos *et al.* (2023) todas as entidades geográficas na capacidade de suporte foram expressas como pontos e recolhidas com um *buffer* de 30 km a partir dos limites da AML, exceto lojas de alimentos (com um *buffer* de 7km), de forma a evitar o viés das áreas próximas aos limites bem cobertas por serviços e equipamentos fora da AML. A recolha dos dados geográficos para avaliação da capacidade de suporte são muito mais demorados e não estão completamente isentos de viés de representação causado pelas métricas nas quais a cobertura é expressa, contrariamente aos dados que sustentam a avaliação da criticidade, que são obtidos através dos dados dos Censos 2011 (Santos *et al.*, 2023).

Após a definição e caracterização de cada uma destas variáveis, Santos *et al.* (2023) recorreu à normalização dos dados para *z-score* – indicando o número de desvios-padrão que um determinado valor está afastado da média de uma distribuição –; realizou um teste de multicolinearidade entre as variáveis iniciais até atingir um conjunto de variáveis robustas, em que variáveis com coeficientes de correlação Pearson superiores a 0,7 foram excluídas; depois utilizou a análise de componentes principais, de forma a reduzir a dimensionalidade e identificar componentes principais – em que variáveis redundantes e irrelevantes foram excluídas –; e, por fim, os valores finais foram transformados num intervalo de 0 a 1 e classificados de acordo com o desvio-padrão.

Após eliminação de redundâncias, das 43 variáveis da criticidade, restaram apenas 12 (Anexo 5).

Por fim, foi realizada a integração dos dados referentes ao peso das áreas verdes com a vulnerabilidade social. O primeiro conjunto de dados estava em formato vetorial, enquanto o segundo se encontrava em formato raster. No entanto, como o objetivo da análise era trabalhar ao nível das subsecções, surgiram desafios na correspondência entre as unidades espaciais.

A principal dificuldade decorreu do facto de os dados de vulnerabilidade social, calculados com base no estudo de Santos *et al.* (2023), utilizarem como referência a BRGI de 2011, enquanto o cálculo do peso das áreas verdes foi realizado com base na BRGI de 2021. Essa discrepância temporal gerou uma incompatibilidade entre as subsecções utilizadas em cada base, dificultando a correspondência direta entre as camadas.

Assim, para ultrapassar essa dificuldade, utilizou-se a ferramenta *zonal statistics* para calcular as estatísticas, neste caso, o desvio-padrão da camada da vulnerabilidade social na camada do peso das áreas verdes, obtendo assim o mapa final da vulnerabilidade territorial entre as duas variáveis (Figura 33 – secção VI.3.; Pág. 71).

VI. Resultados e Considerações

No presente relatório é avaliado o perigo de ocorrência de ondas de calor no município da Amadora, tendo por base os registos de temperatura diária no período 1971-2015. Recentemente, tem-se observado que os impactos das ondas de calor, estão, não só associados à subida das temperaturas e ocorrência de eventos extremos de calor, mas também relacionados com um conjunto de fatores como a exposição e vulnerabilidade da população, esta última relacionada com a idade, literacia, existência de morbilidades ou a taxa de pobreza. Neste sentido, o impacto das ondas de calor na saúde também depende, por um lado, da capacidade da adaptação à subida das temperaturas através da qualidade da habitação ou a existência de zonas verdes, e por outro da própria vulnerabilidade social das comunidades.

O impacto das ondas de calor na saúde é estimado para o município da Amadora, considerando para o efeito: os registos diários/mensais de temperatura; o estudo da frequência e recorrência dos eventos de onda de calor; a distribuição da população mais vulnerável – dos 0 aos 14 e a partir dos 65 anos –, por serem a população mais suscetível aos efeitos adversos das ondas de calor; a ocupação do solo; a distribuição das áreas verdes no município/freguesia, pois estas podem moderar as temperaturas locais e oferecer refúgio durante as ondas de calor; e, ainda, a avaliação da vulnerabilidade, separando as suas componentes, isto é, a criticidade e a capacidade de suporte. A vulnerabilidade social para o município da Amadora foi extraída do trabalho de Santos *et al.*, 2023. A vulnerabilidade social permite identificar as zonas mais vulneráveis do município da Amadora, aferindo a sensibilidade da população e a capacidade de adaptação às ondas de calor.

O município da Amadora apresenta uma elevada densidade populacional. Dentro deste contexto, as freguesias de Falagueira-Venda Nova e Águas Livres destacam-se por apresentarem uma maior percentagem de indivíduos com mais de 65 anos (Figuras 8 e 28) e uma menor percentagem de indivíduos dos 0 aos 14 anos (Figuras 8 e 29), conforme os dados dos Censos 2021. Para além disso, essas freguesias apresentam, também, um índice de envelhecimento elevado (Figura 9) e uma alta percentagem de famílias unipessoais com mais de 65 anos (Figura 10). Em termos de educação, a taxa de analfabetismo (Figura 13) e a percentagem de população com ensino superior completo (Figura 12), são ambas de valores intermédios. O mesmo se aplica à taxa de desemprego, que também apresenta valores intermédios (Figura 14).

Relativamente ao parque habitacional destacam-se também as freguesias de Falagueira-Venda Nova e Águas Livres, por apresentarem, considerando a época de construção dos edifícios (Figura 15), um maior predomínio de edifícios mais antigos, até à década de 2000 (esta não incluída). Estas duas freguesias apresentam, também, elevada percentagem de edifícios degradados (Figura 18). A freguesia de Águas Livres é, inclusive, a freguesia com menor percentagem de alojamentos com ar condicionado (Figura 17).

Assim, relacionando as componentes sociodemográficas com as ondas de calor, podemos afirmar que no município, áreas com maior percentagem de população envelhecida ou com edifícios mais antigos, que não tenham climatização serão sempre áreas com maior criticidade quanto aos potenciais efeitos das ondas de calor. Adicionalmente, população com menores habilitações literárias ou sem emprego, não tendo possibilidade para poderem estar mais informadas ou terem melhores condições quanto à climatização, por menor capacidade ou ausência de recursos financeiros, respetivamente, serão mais afetadas, também. É de frisar que, também sendo evidente, é necessário ter em consideração a população sem abrigo, que não têm meios de se proteger da exposição ao calor extremo e adaptar às ondas de calor.

VI.1. Caracterização da Temperatura do Ar

A caracterização da temperatura do ar é fundamental para a análise e compreensão das ondas de calor, um fenómeno climático que pode ter impactes significativos na saúde pública e no ambiente urbano.

Para compreender e avaliar as ondas de calor, é essencial analisar os padrões de temperatura do ar ao longo de um certo período de tempo. Isso envolve a recolha e análise de dados de temperatura, que são utilizados para identificar eventos de calor extremo e suas características específicas, como a duração, a intensidade e a frequência. Assim, registos históricos de temperatura permitem a identificação de padrões e tendências, ajudando a distinguir entre variações normais e eventos de calor extremo (Nairn & Fawcett, 2013).

A temperatura do ar é o principal indicador das ondas de calor e é frequentemente avaliada em relação a percentis históricos, como o percentil 90 das temperaturas máximas diárias (“Tx90”), (IPCC, 2021). Esses percentis são usados para definir limiares que distinguem as ondas de calor dos padrões climáticos normais, facilitando a análise de eventos extremos. Além disso, a caracterização da temperatura inclui a consideração de variáveis como a humidade relativa e a temperatura mínima, que podem influenciar a sensação térmica e os impactes associados (Matthies *et al.*, 2008).

Portanto, a caracterização da temperatura do ar fornece a base necessária para uma compreensão abrangente das ondas de calor e os seus efeitos, permitindo a implementação de estratégias apropriadas para enfrentar os desafios impostos por esses eventos climáticos extremos.

A partir da base de dados *Iberia01* para a região do município da Amadora (Quadro 5), podemos observar que os anos com valores de temperatura máxima mais elevada se registaram em 1980, 1991 e 2003 com uma temperatura máxima anual superior a 40°C. Os anos de 1978, 2005 e 2010 também apresentaram temperaturas máximas anuais superiores a 37°C.

Quadro 5 - Temperatura máxima anual (°C) para cada ano entre 1971-2015 no município da Amadora. Fonte: Base de dados *Iberia01* (Herrera *et al.*, 2019)

Ano	Temp. Máxima Anual (°C)	Ano	Temp. Máxima Anual (°C)
1971	32,96	1994	32,04
1972	34,99	1995	36,44
1973	32,89	1996	32,20
1974	35,40	1997	33,20
1975	35,32	1998	34,06
1976	34,10	1999	33,20
1977	32,46	2000	33,95
1978	37,20	2001	33,24
1979	34,89	2002	33,69
1980	33,51	2003	40,40
1981	41,05	2004	35,10
1982	36,08	2005	37,10
1983	35,34	2006	34,96
1984	34,24	2007	36,61
1985	34,34	2008	31,74
1986	34,92	2009	33,26
1987	36,60	2010	37,01
1988	36,35	2011	34,28
1989	34,92	2012	35,09
1990	35,49	2013	36,55
1991	40,09	2014	33,91
1992	36,31	2015	32,79
1993	35,60		

A partir da base de dados *Iberia01* (Quadro 6), é possível observar para a série temporal em análise, quais os meses com valores de temperatura máxima diária registados - junho e agosto, com 41,1°C e 40,4°C, respetivamente -. Adicionalmente,

podemos constatar que agosto é também o mês que regista o maior valor médio de temperatura máxima (27,1°C), seguido de junho (26,6°C). Quanto ao valor médio da temperatura média diária, agosto regista novamente o valor mais elevado, com 22,7°C, seguido de julho (22,3°C).

Quadro 6 - Valores das temperaturas máximas diárias e temperatura média (°C) por mês entre 1971-2015 no município da Amadora. Fonte: Base de dados *Iberia01* (Herrera *et al.*, 2019)

Meses	Maior Valor da Temperatura Máxima Diária (°C)	Média da Temperatura Máxima Diária (°C)	Média da Temperatura Média Diária (°C)
Janeiro	21,53	14,55	11,58
Fevereiro	24,06	15,66	12,49
Março	27,69	17,78	14,25
Abril	28,97	19,10	15,53
Maio	34,89	21,26	17,55
Junho	41,05	24,44	20,38
Julho	40,09	26,61	22,26
Agosto	40,40	27,07	22,70
Setembro	36,53	25,62	21,58
Outubro	32,57	22,04	18,63
Novembro	25,15	17,82	14,86
Dezembro	22,73	15,10	12,36

VI.2. Ondas de calor na Amadora (1971-2015)

No município da Amadora entre 1971 e 2015 foi possível identificar com base nos dados de temperatura diária disponibilizados através da base de dados *Iberia01* e metodologia descrita na secção V.1., 100 ondas de calor (Anexo 6).

Na Figura 20, podemos observar o ligeiro aumento no número de dias por onda de calor, indicado pela linha de tendência, sugerindo que os eventos de onda de calor estão a tornar-se mais frequentes ou duradouros. A onda de calor mais longa observada teve a duração de 22 dias, no ano de 2011, ocorrendo do dia 29/09 ao dia 20/10 (HW86), (Anexo 6; Figura 20).

Este ligeiro aumento na frequência pode estar relacionado com as alterações climáticas, que estarão a proporcionar o aumento das temperaturas médias e a prolongar os períodos de calor extremo, com potenciais impactes na saúde, na agricultura e no meio ambiente. Além dos impactes diretos na saúde pública, as ondas de calor podem afetar vários setores importantes do município da Amadora. O aumento das temperaturas extremas durante períodos prolongados provoca uma sobrecarga nas infraestruturas urbanas, como os sistemas de energia, devido ao maior uso de aparelhos

de refrigeração, e à sobreutilização dos recursos hídricos (Kovats & Hajat, 2008). O ambiente urbano da Amadora, fortemente urbanizado, sofre também com o efeito de ilha de calor, que exacerba ainda mais as temperaturas extremas, aumentando os riscos para a saúde e bem-estar da população, especialmente em áreas com menor cobertura vegetal (Oke, 1982; Stone *et al.*, 2010). Esses impactos setoriais exigem uma adaptação urgente na forma como o município planeia e gere os seus recursos e serviços, incluindo a melhoria das infraestruturas e a implementação de estratégias de mitigação para reduzir a vulnerabilidade das populações urbanas (Harlan *et al.*, 2014).

As tendências observadas no período de 1971 a 2015 são consistentes com projeções climáticas para o futuro, que indicam um aumento contínuo da frequência e intensidade das ondas de calor na Península Ibérica (Giorgi & Lionello, 2008), incluindo a região de Lisboa e naturalmente a Amadora. Modelos climáticos sugerem que, até ao final do século XXI, a ocorrência de ondas de calor pode duplicar ou triplicar em comparação com o final do século XX, com temperaturas extremas a tornarem-se mais comuns e prolongadas (IPCC, 2021). Esses cenários apontam para uma necessidade crescente de adaptação às mudanças climáticas no município, a fim de mitigar os impactos potenciais e preparar este para um futuro caracterizado por eventos climáticos extremos mais frequentes e severos (Fischer & Schär, 2010).

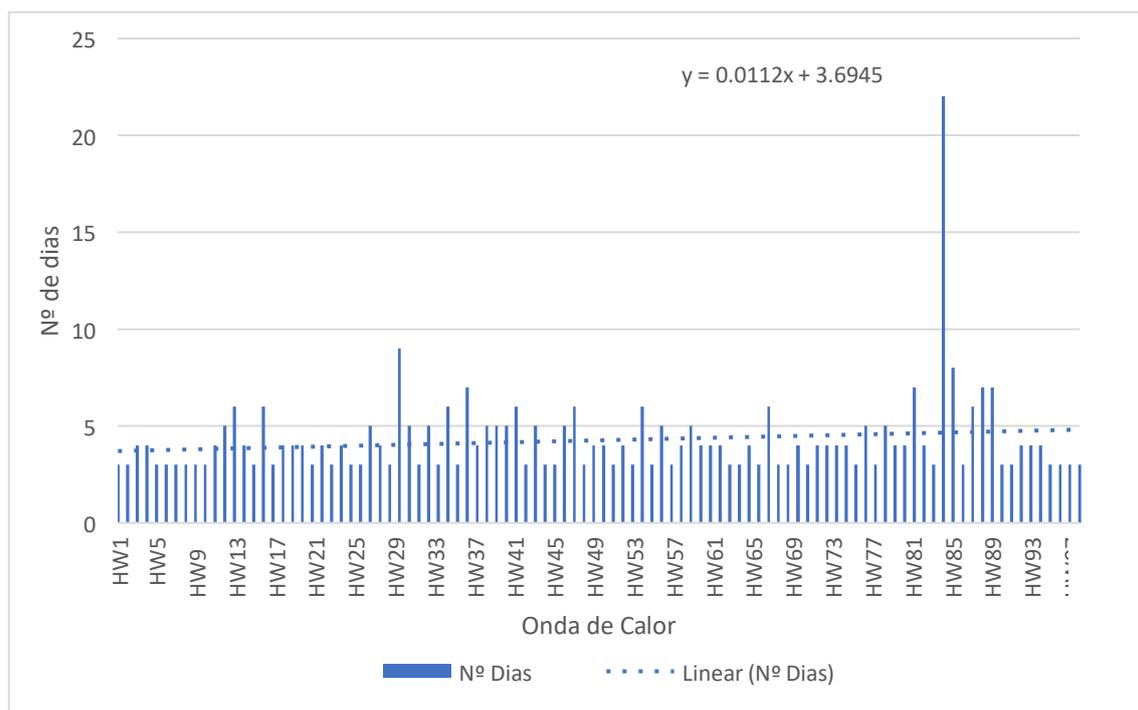


Figura 20 - Nº de dias por onda de calor ocorrida para o período em análise, na Amadora. Fonte dos dados de temperatura: Base de dados *Iberia01* (Herrera *et al.*, 2019)

Na Figura 21 podemos observar o número de ondas de calor no município da Amadora para o período estudado (1971 – 2015). Os dados permitem identificar uma tendência crescente quanto ao número e frequência de ondas de calor que ocorreram para o período em estudo (Figura 21).

Quando comparado com outras regiões da Península Ibérica, observa-se que o padrão de aumento na frequência e intensidade das ondas de calor na Amadora segue uma tendência semelhante à observada em regiões vizinhas, como Lisboa e Setúbal

(González *et al.*, 2020). Estudos mostram que as áreas urbanas, como a Amadora, estão particularmente vulneráveis ao efeito de ilha de calor devido à alta densidade populacional e à alteração dos padrões naturais de cobertura do solo (Oke, 1982). Este efeito amplifica as temperaturas extremas, tornando os impactos das ondas de calor mais severos em comparação com áreas rurais ou menos urbanizadas (Zhou *et al.*, 2019).

Relativamente ao número de ondas de calor (Figura 21), podemos afirmar que o ano de 2006 foi o que registou maior número de ocorrências (6 ocorrências). De referir, ainda, que entre 2009 e 2015, ocorreram mais ondas de calor, existindo uma forte consistência de ocorrências durante esses sete anos (Figura 20).

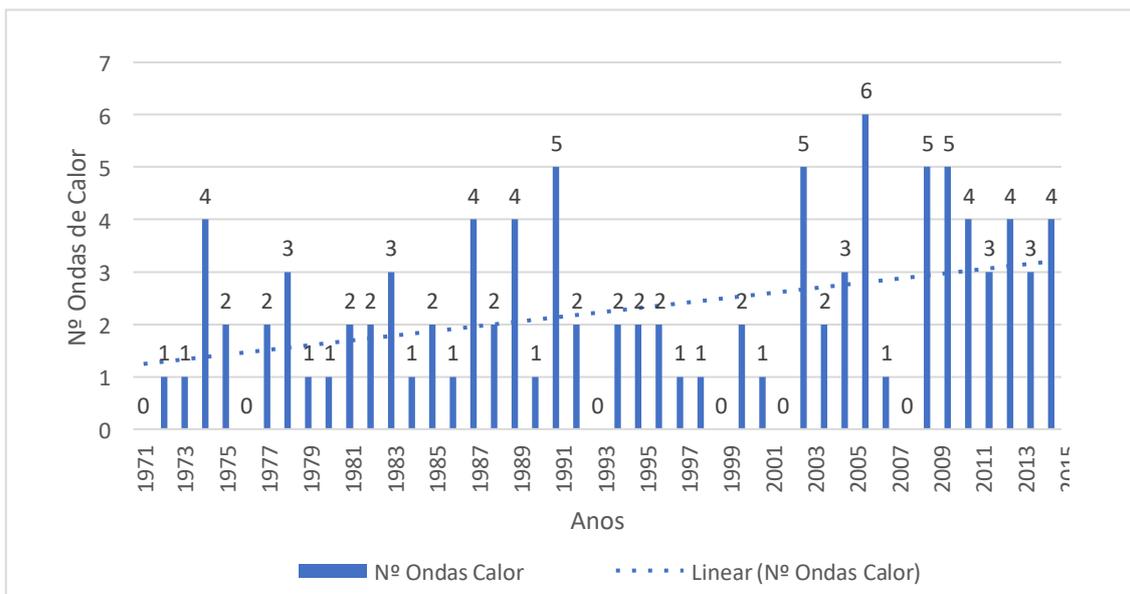


Figura 21 - Variação interanual do número de ondas de calor por ano entre 1971-2015, na Amadora. Fonte dos dados de temperatura: Base de dados *Iberia01* (Herrera *et al.*, 2019)

As Figuras 22 e 23 representam, dentro da série de dados em estudo, o número de ondas de calor por mês e o número de dias em que se registaram ondas de calor, respetivamente. É possível reparar que o mês de maio – não pertencente à estação do verão – foi aquele que registou um maior número de dias em que ocorreram ondas de calor, 117 no total e o segundo com maior ocorrência de ondas de calor à escala mensal (21 ondas de calor). Setembro foi o mês com maior número de ondas de calor por mês, com 23 no total, e o segundo mês com maior número de dias associados a onda de calor (113 dias). Agosto também contou com valores elevados quanto às duas variáveis, 20 ondas de calor distribuídas ao longo de 105 dias correspondendo ao mês com os valores mais elevados de temperatura máxima diária e temperaturas máximas (média) e médias diárias, como ilustrado no Quadro 6 e Figuras 22 e 23. Julho foi o mês com menor registo de ondas de calor para a série temporal em análise, apesar de ser o segundo mês com valores mais elevados de temperaturas máximas médias diárias (Quadro 6 e Figuras 22 e 23).

O mês de maio é o que apresenta um maior número de ondas de calor, comparando com os meses de junho a setembro [(os meses de maio a setembro correspondem aos meses que devem ser avaliados relativamente à ocorrência de ondas de calor, segundo o método de Nairn & Fawcett (2014)]. Os dados permitem ainda observar que as ondas de calor podem ocorrer, até de forma mais frequente fora do

período esperado, isto é o período mais quente (durante o verão). Setembro é o mês que, dentro do período analisado, é o mais tardio, já na transição para o Outono e, no entanto, é o mês que, a seguir ao mês de maio, apresenta um maior número de ondas de calor (Figuras 22 e 23).

O pico de número de ondas de calor em meados da Primavera (no mês de maio), tem impacto, sobretudo na população mais idosa, com consequências mortais, por falta de aclimatização, como referido por Kaltsatou *et al.* (2018b), (Figuras 22 e 23).

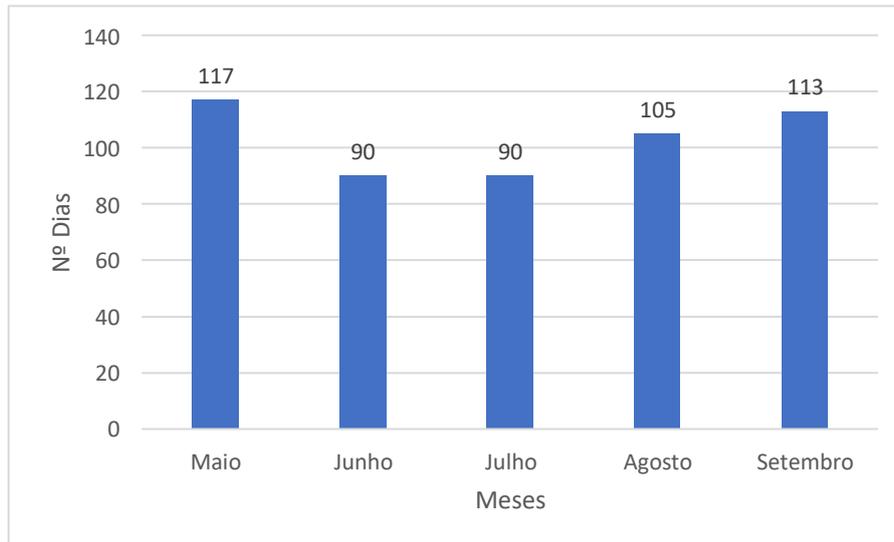


Figura 22 - Nº de dias pertencentes a ondas de calor por mês na Amadora. Fonte dos dados de temperatura: Base de dados *Iberia01* (Herrera *et al.*, 2019)

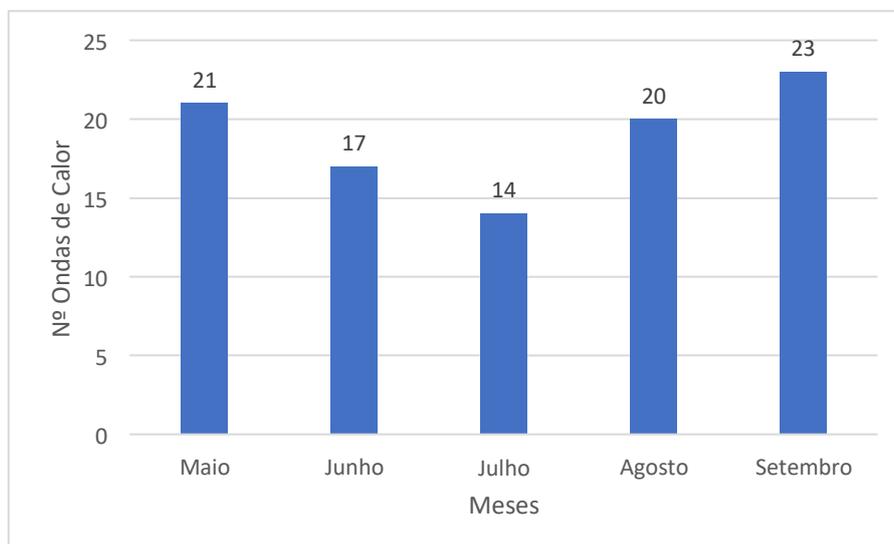


Figura 23 - Nº de ondas de calor por mês na Amadora. Fonte dos dados de temperatura: Base de dados *Iberia01* (Herrera *et al.*, 2019)

Na Figura 24, a temperatura média anual do ar registou um ligeiro aumento, sendo o ano mais quente, o ano de 2011.

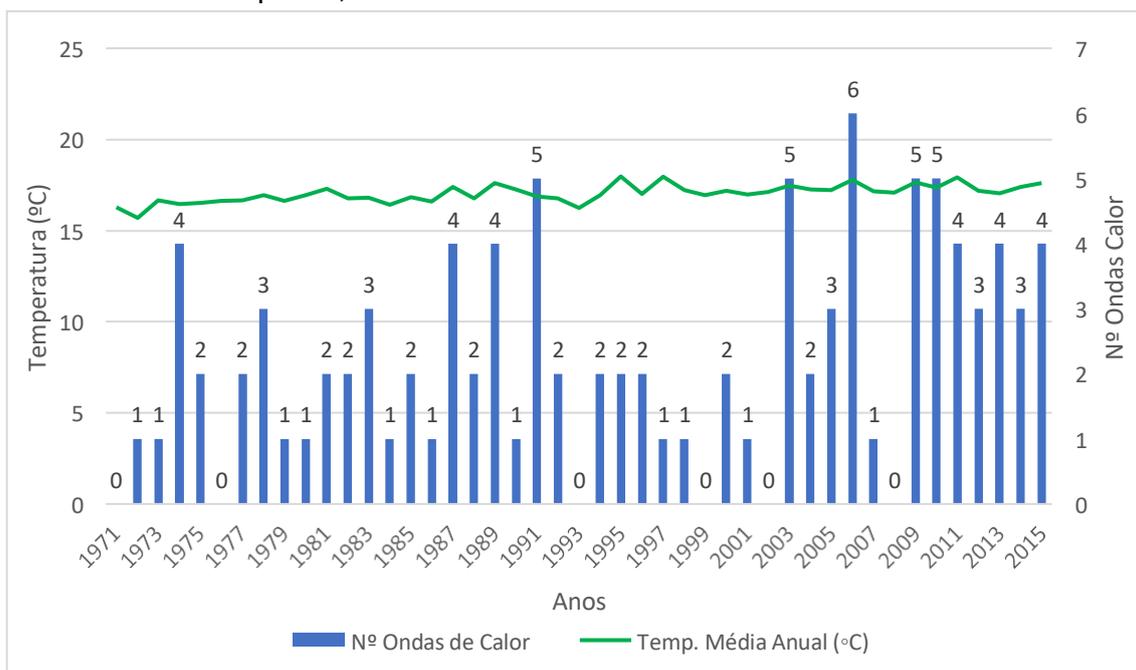


Figura 24 - Nº de ondas de calor por mês e valores das temperaturas médias anuais (°C), na Amadora. Fonte dos dados de temperatura: Base de dados *Iberia01* (Herrera *et al.*, 2019)

A Figura 25 demonstra as tendências de temperatura para os meses de junho, julho e agosto, entre 1971 e 2015. Em junho, observa-se uma leve tendência de aumento das temperaturas ao longo do tempo, embora a variação entre os anos seja maior, com temperaturas frequentemente abaixo de 25°C; julho apresenta temperaturas mais estáveis e um aumento gradual, geralmente situados entre os 25°C e os 30°C; por fim, agosto, sendo o mês mais quente, mostra um crescimento mais acentuado nas temperaturas ao longo dos anos (Figura 25). No geral, agosto é o mês mais quente, seguido por julho, enquanto junho tende a ser o mais frio e o mais variável (Figura 25).

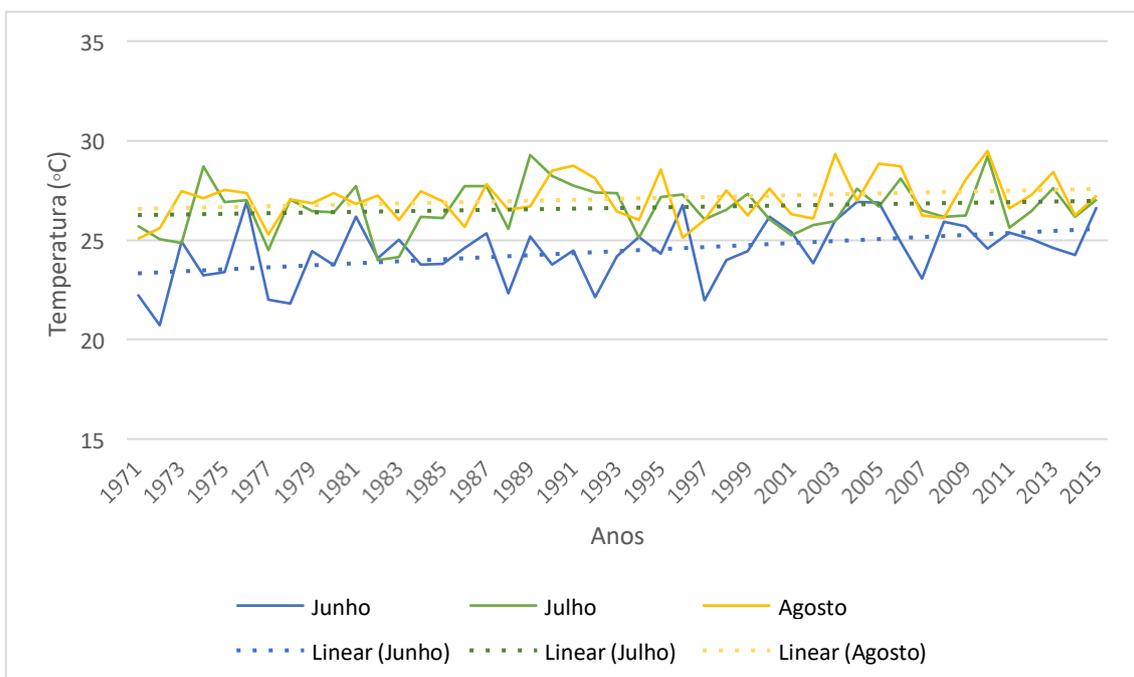


Figura 25 - Temperaturas Máximas, Médias e Mínimas Médias Mensais (°C) por ano no município da Amadora. Fonte dos dados de temperatura: Base de dados *Iberia01* (Herrera *et al.*, 2019)

Por último, é possível notar na Figura 26 que, existe uma leve inclinação positiva na tendência do EHF acumulado que sugere que, ao longo do tempo, a intensidade das ondas de calor tem aumentado, mesmo que ligeiramente, podendo querer dizer que as ondas de calor se estão a tornar mais intensas. Por outro lado, apesar do aumento do EHF acumulado, a temperatura média durante as ondas de calor apresenta uma ligeira tendência de diminuição (Figura 26).

De acordo com o Anexo 6, é possível observar o EHF diário e acumulado, por onda de calor, em que, o valor mais alto de EHF diário ocorreu no dia 15/06/1981, com o valor de $\approx 68,9$ e o valor de EHF acumulado mais alto ocorreu aquando da onda de calor de 13/06/1981, que durou 6 dias, com o valor de $\approx 238,7$ (HW16), (Figura 26).

O valor de EHF acumulado ao ser elevado significa que o impacto térmico da onda de calor se acumulou ao longo de vários dias, indicando uma prolongada e intensa exposição ao calor. Ou seja, o valor mais alto de EHF diário ocorreu durante a onda de calor com o EHF acumulado mais elevado, refletindo numa combinação entre temperaturas extremas e persistência do calor ao longo do tempo.

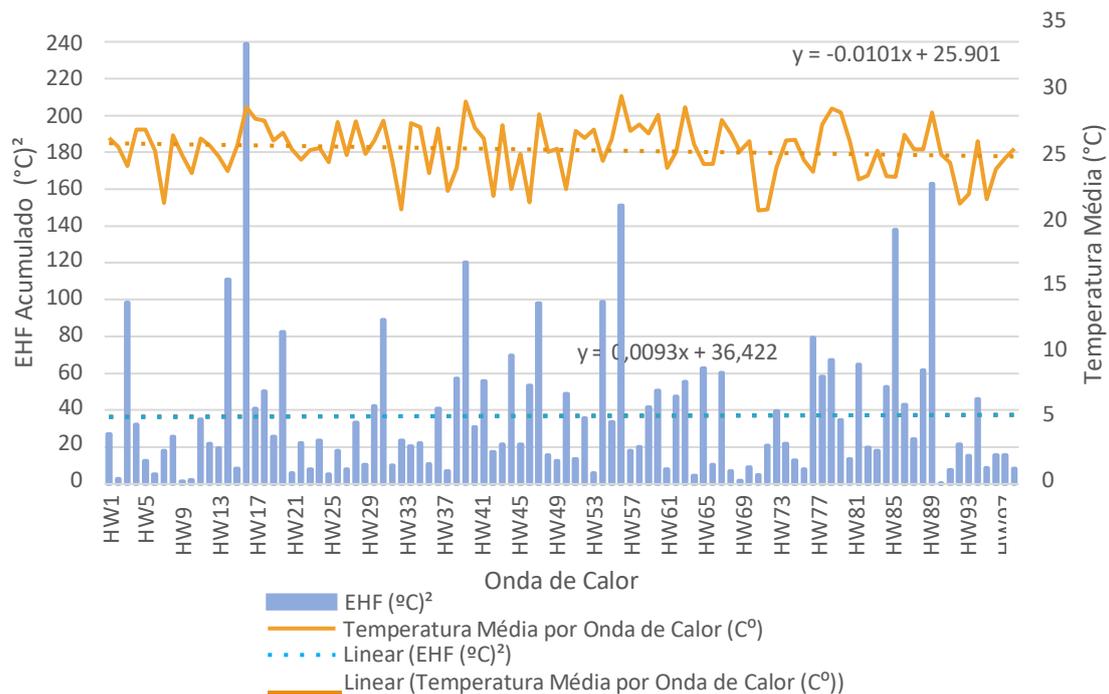


Figura 26 – Ondas de calor ocorridas e respectivas temperaturas médias por onda de calor (°C), por ano no município da Amadora. Fonte dos dados de temperatura: Base de dados *Iberia01* (Herrera et al., 2019)

No Quadro 7 apresentam-se os resultados obtidos através do *MAKESENS* para o Teste Z, o valor de Q (coeficiente de inclinação de tendência) e a sua significância. É possível observar que os valores para as três variáveis em análise, quanto ao teste Z e ao valor de Q – número de ondas de calor, a sua duração e frequência – são positivos ao longo do período em análise (Quadro 7). Para as variáveis HWN e HWF, por terem um asterisco como mencionado na secção V.2.1., significa que são tendências estatisticamente significativas, o que sugere que ambos têm aumentado consistentemente ao longo do tempo (Quadro 7). Quanto ao HWD, embora o teste seja positivo, a tendência não é estatisticamente significativa, ou seja, a duração das ondas de calor tem aumentado, mas não de forma conclusiva para o período analisado (Quadro 7). No que diz respeito ao valor de Q, observa-se uma tendência positiva tanto para o HWN e HWF, confirmando um aumento ao longo do tempo (Quadro 7). Em contraste, para o HWD, não se identifica uma tendência significativa, indicando que, embora a duração das ondas de calor esteja a aumentar, este crescimento não é estatisticamente relevante (Quadro 7).

Em suma, os resultados obtidos anteriormente estão em concordância com tendências observadas em estudos globais recentes sobre ondas de calor, que indicam um aumento na frequência, intensidade e, em alguns casos, duração desses eventos devido às mudanças climáticas (Perkins-Kirkpatrick & Lewis, 2020), (Quadro 7). É possível observar essas tendências pelas Figuras 20 e 21 apresentadas anteriormente, sendo visível uma crescente variabilidade ao longo do período em estudo. Este aumento, além de ser consistente com os estudos globais, projeta um cenário de crescente vulnerabilidade para o município da Amadora.

O aumento significativo no número de ondas de calor (HWN) e sua frequência (HWF) está em linha com a literatura, que aponta que o aquecimento global intensifica esses fenômenos em diversas regiões do mundo (Masson-Delmotte *et al.*, 2021), (Quadro 7 e Figuras 20 e 21).

Embora os resultados não tenham encontrado uma tendência estatisticamente significativa no aumento da duração das ondas de calor (HWD), (Quadro 7), é importante sublinhar que essa variável pode ser influenciada por outros fatores, como mudanças nos padrões atmosféricos, por exemplo. Pesquisas recentes sugerem que ondas de calor mais longas se estão a tornar comuns em determinadas áreas (Miralles *et al.*, 2019). A falta de uma tendência clara não nega a possibilidade de um aumento em eventos futuros, conforme sugerido por projeções climáticas (Perkins-Kirkpatrick & Lewis, 2020). Além disso, a identificação de ondas de calor em meses atípicos, como maio (Figura 22 e 23), reflete uma mudança sazonal que também foi observada em outros contextos. As ondas de calor estão a ocorrer cada vez mais fora dos meses de verão, um fenômeno que tem sido atribuído ao aquecimento global (Xu *et al.*, 2020).

Esses aumentos na intensidade e na frequência das ondas de calor têm implicações graves, especialmente para a saúde pública, impactando populações vulneráveis, como os idosos, crianças e pessoas com doenças crônicas. Durante ondas de calor fora dos meses de verão, como em maio e setembro, esses grupos tendem a sofrer mais devido à falta de aclimatização. Como mencionado por Kaltsatou *et al.* (2018a), essas ondas de calor "fora de época" podem aumentar significativamente as taxas de mortalidade, especialmente em populações com menor capacidade de adaptação fisiológica ao calor. Pode afetar também a agricultura, prejudicando colheitas e ciclos produtivos (Kaltsatou *et al.*, 2018a). Esses resultados reforçam a necessidade de adaptação e medidas de mitigação para enfrentar os impactos futuros das mudanças climáticas.

Quadro 7 - Resultados do Teste Z, valor de Q e sua significância, obtidos através do MAKESENS para o HWN, HWD e HWF

Série Temporal	Primeiro Ano	Último Ano	N	Teste Z	Significância	Q
HWN	1971	2015	45	2,15	*	0,04
HWD	1971	2015	45	1,56		0,00
HWF	1971	2015	45	2,33	*	0,20

Assim, os resultados para o município da Amadora confirmam uma tendência crescente na frequência e intensidade das ondas de calor, em linha com estudos globais e regionais que associam esses fenômenos ao aquecimento global. O aumento desses eventos climáticos extremos apresenta um desafio significativo para a saúde pública, para o planejamento urbano e para a gestão de recursos. Por isso, torna-se crucial implementar medidas de mitigação e adaptação no município, de modo a proteger a população e tornar a cidade mais resiliente face às futuras ondas de calor.

VI.3. Características do Território – Vulnerabilidade Social e Territorial

Como já referido anteriormente, os padrões de uso e ocupação do solo podem ser relevantes ao influenciarem as variações de temperatura observadas durante os fenómenos de ondas de calor. Em áreas urbanizadas, caracterizadas por alta densidade de edificações e população e baixa cobertura vegetal, os efeitos potenciais das ondas de calor serão maiores, contrariamente a áreas menos urbanizadas.

Relativamente à componente mais territorial procurou-se de forma muito simples, através do mapa do uso e da ocupação do solo (Figura 27), distinguir os espaços verdes dos não verdes (Anexo 2), podendo-se observar que a maior parte do território é artificializado e corresponde a 66,5% do território (Quadro 8). Existem certas áreas do município em que as áreas verdes se encontram concentradas, podendo haver áreas com maior acesso a áreas verdes do que outras (Figura 26). Existe, nitidamente, uma desigualdade ao nível da freguesia, sendo que nas periferias do município é onde se observa maior cobertura verde, em contraste com as freguesias mais centrais, que são provavelmente mais urbanizadas e, portanto, têm menor cobertura vegetal (Figura 27).

No Quadro 9 é possível observar a distribuição de áreas verdes e não verdes por freguesia. A freguesia que apresenta maior percentagem de área verde é a freguesia da Encosta do Sol (77,9%), seguida da freguesia de Mina de Água (77,6%) e da Venteira (76,2%), sendo que a freguesia que apresenta uma menor percentagem de área verde é a freguesia das Águas Livres (23,6%).

Assim, o impacto das ondas de calor na população pode variar dependendo do uso e ocupação do solo. Áreas com maior cobertura verde, como parques e áreas florestais, tendem a ter uma maior capacidade de atenuar os efeitos prejudiciais das ondas de calor, devido ao efeito de arrefecimento proporcionado pela vegetação e à maior evapotranspiração (Matthies *et al.*, 2008). Em contraste, áreas com alta cobertura de superfícies impermeáveis e construídas, como zonas urbanas densas (áreas "azuis" referidas como impermeáveis ou com menos vegetação), podem exacerbar os efeitos das ondas de calor devido ao efeito de ilha de calor urbano, onde as temperaturas são significativamente mais elevadas (Matthies *et al.*, 2008).

Quadro 8 - Percentagem de Espaços Verdes no Município da Amadora

Uso e Ocupação do Solo	Área (%)
Espaços Verdes	33,55
Espaços Não Verdes	66,45

Quadro 9 - Percentagem de Área Verde por Freguesia do Município da Amadora

Freguesias	% Área Verde	% Área Não Verde
Águas Livres	23,58	76,42
Alfragide	67,40	31,95
Encosta do Sol	77,85	22,15
Falagueira-Venda Nova	56,19	43,81
Mina de Água	77,55	22,45
Venteira	76,17	23,83

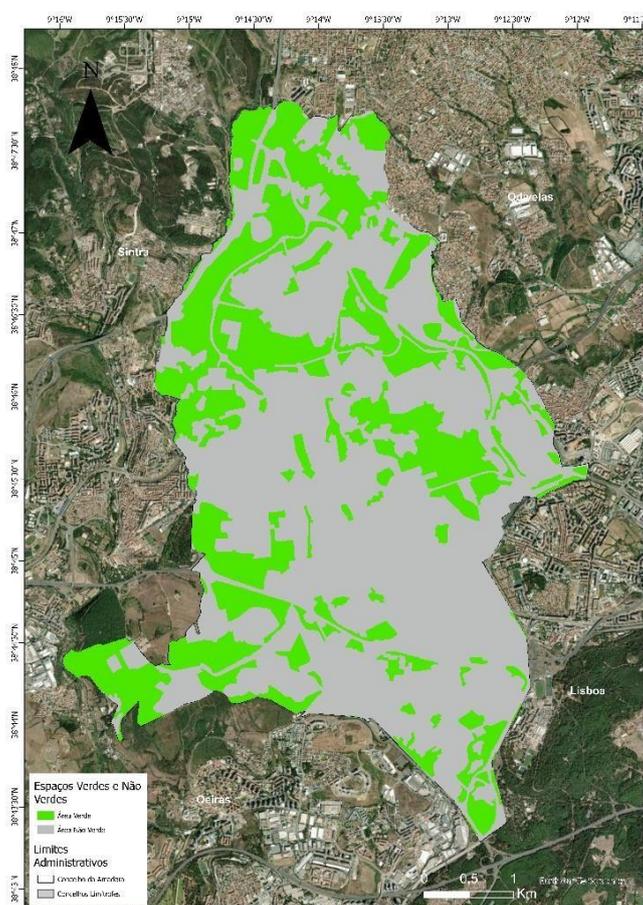


Figura 27 - Espaços Verdes e Não Verdes no município da Amadora. Fonte: Carta do Uso e Ocupação do Solo (2018). DGT (2022)

A vulnerabilidade da população teve por base a distribuição da população mais vulnerável no município: população com 65 ou mais anos e população dos 0 aos 14 anos. Importante ressaltar que os idosos estão particularmente suscetíveis a doenças respiratórias e cardiovasculares, que podem ser agravadas pelo calor extremo (Gamble *et al.*, 2016; Bunker *et al.*, 2016), enquanto as crianças enfrentam maior risco de

desidratação e exaustão térmica, especialmente em áreas sem sombra ou infraestrutura adequada, como parques e escolas (Kovats & Hajat, 2008).

Relativamente aos indivíduos com mais de 65 anos, segundo os Censos (2021), (Figura 8), podemos observar que as freguesias com maior percentagem de população nesta faixa etária são a Falagueira-Venda Nova e Venteira. No entanto, podemos observar que grande parte do município possui subsecções com uma população muito envelhecida, o que está de acordo com a tendência de envelhecimento observada anteriormente (Figura 8 e 28).

Há uma clara aglomeração de subsecções com elevada concentração de idosos na região central e sul do município (Figura 28). Por outro lado, nota-se uma descontinuidade espacial, principalmente, nas periferias do município (extremos norte e sul), onde existe uma baixa concentração de idosos (Figura 28). As áreas de alta concentração de idosos estão próximas de zonas muito urbanizadas, sugerindo que a população idosa prefere viver perto de serviços essenciais, como centros de saúde, farmácias e transportes públicos. Em contrapartida, as áreas com baixa concentração tendem a coincidir com áreas menos urbanizadas ou residenciais mais recentes, o que pode explicar a menor presença de idosos nessas zonas.

Adicionalmente, é importante destacar que bairros de rendas mais baixas ou áreas periféricas podem ter menos áreas verdes, menos equipamentos públicos e uma menor oferta de serviços de saúde, o que resulta numa infraestrutura inadequada para enfrentar as ondas de calor.

No âmbito das ondas de calor, as áreas de maior concentração de idosos coincidem em grande parte com as zonas mais urbanizadas do município da Amadora, onde há menor cobertura vegetal e mais superfícies impermeáveis, o que aumenta a intensidade das ondas de calor. Essas zonas sofrem com o efeito de ilha de calor, em que a retenção de calor é maior devido à baixa evapotranspiração e à elevada densidade de construções.

As freguesias de Falagueira-Venda Nova e Venteira exigem atenção prioritária, pois combinam alta densidade de idosos com uma infraestrutura que pode não ser adequada para suportar ondas de calor. A criação de áreas verdes, espaços sombreados e a melhoria dos serviços de apoio à saúde para essa população são fundamentais para reduzir a vulnerabilidade às ondas de calor.

Por fim, a análise revela uma disparidade espacial no município, onde as zonas periféricas, como Encosta do Sol e Mina de Água, têm menor concentração de idosos, mas podem também carecer de infraestruturas urbanas adequadas para mitigar os impactos das ondas de calor.

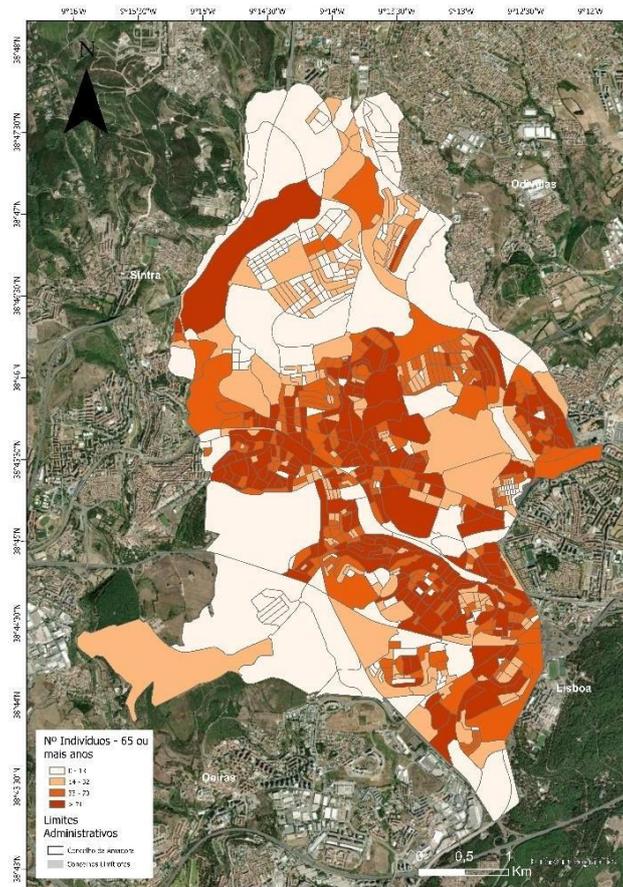


Figura 28 - Número de Indivíduos - 65 ou mais anos no município da Amadora. INE (2021)

Relativamente aos indivíduos com idades compreendidas entre os 0 e os 14 anos (Figura 29), segundo os Censos (2021), estes encontram-se dispersos por todo o município, sendo a freguesia de Mina de Água a que apresenta maior população desta faixa etária, seguida da freguesia de Encosta do Sol e de Alfragide, estando de acordo com o já referido anteriormente nos dados dos Censos (Figura 8).

A análise da espacialização dos jovens dos 0 aos 14 anos demonstra que as zonas mais densamente populadas por esta faixa etária se encontram principalmente em regiões urbanizadas (freguesias de Falagueira-Venda Nova, Águas Livres e Mina de Água), (Figura 29). Observa-se que as subsecções nas áreas centrais e algumas áreas periféricas, como zonas no sul e sudoeste, apresentam uma maior concentração de jovens (Figura 29), refletindo bairros com características demográficas possivelmente associadas a famílias jovens e com filhos.

No contexto das ondas de calor, a distribuição espacial dos jovens no município da Amadora revela fragilidades importantes. As freguesias mais urbanizadas, como Águas Livres, Falagueira-Venda Nova e Mina de Água, onde há uma concentração elevada de crianças e adolescentes, enfrentam desafios acentuados devido à falta de áreas verdes e à intensificação do efeito da ilha de calor urbana. Estas áreas precisam de intervenções urgentes para melhorar a resiliência da população juvenil às ondas de calor, como o aumento de espaços verdes, a criação de espaços públicos sombreados e a implementação de infraestruturas de arrefecimento.

Por outro lado, freguesias como Encosta do Sol, que possuem uma maior cobertura vegetal, oferecem uma proteção natural contra os efeitos do calor extremo, mas ainda assim requerem medidas de planeamento urbano que garantam o conforto térmico da população juvenil, sobretudo nos dias de temperaturas mais elevadas.

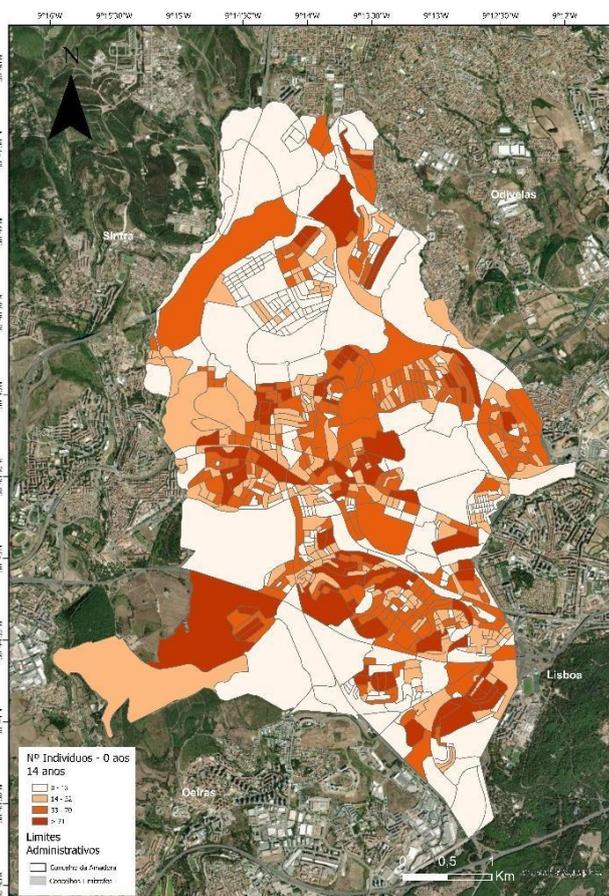


Figura 29 - Número de Indivíduos entre os 0 e os 14 anos no município da Amadora. INE (2021)

A capacidade de suporte é explicada, principalmente, pela cobertura geral de equipamentos e serviços, seguida pela disponibilidade de equipamentos com capacidade de abrigo temporário (Santos *et al.*, 2023). Observa-se, ao nível da subsecção, uma diversidade intrafreguesia, com diferentes capacidades de suporte em subsecções adjacentes dentro da mesma freguesia. Isso sugere que fatores com uso do solo, densidade populacional e qualidade da infraestrutura variam bastante significativamente dentro de pequenas áreas geográficas (Figura 30), (Santos *et al.*, 2023).

Observando a Figura 30, subsecções com alta capacidade de suporte tendem a concentrar-se em determinadas regiões, preferencialmente associadas a menor densidade populacional, maior presença de áreas verdes ou melhores infraestruturas urbanas. No entanto, é importante destacar que, dentro de uma freguesia com alta capacidade de suporte, pode haver subsecções com capacidade menor, que são vulneráveis a problemas como sobrecarga de serviços ou uma menor qualidade de vida.

Subsecções com maior capacidade de suporte estão mais bem preparadas para mitigar os efeitos das ondas de calor. Essas áreas, com melhor infraestrutura, maior

presença de vegetação ou menores densidades populacionais, são menos suscetíveis a sofrer impactos severos durante períodos de calor extremo. Em contrapartida, subsecções com menor capacidade de suporte enfrentam maiores dificuldades em gerir as temperaturas elevadas e os efeitos adversos associados, como o aumento do consumo de energia e o stress térmico na população.

Ao nível da freguesia, também é visível uma desigualdade espacial significativa (Figura 30). Algumas freguesias concentram subsecções com alta capacidade de suporte, tornando-as mais resilientes às ondas de calor. Outras, no entanto, são compostas por subsecções com capacidades de suporte mais baixas, o que aumenta a sua vulnerabilidade. Esta variação espacial sugere que as freguesias com menor capacidade de suporte necessitam de intervenções específicas, como o aumento da cobertura vegetal, a criação de zonas de sombra e o desenvolvimento de infraestrutura que ajudem a mitigar os efeitos do calor.

Em termos de capacidade de suporte ao nível da freguesia, as freguesias de Mina de Água, Falagueira-Venda Nova e Venteira apresentam os maiores valores, com 92,8%, 55,7% e 47,6%, respetivamente (Figura 30 e Quadro 10). Por outro lado, Encosta do Sol, Águas Livres e Venteira são as freguesias com menor capacidade de suporte, seguidas da Falagueira-Venda Nova, com valores de 24,6%, 24,5%, 14,3 e 7,9%, respetivamente (Figura 30 e Quadro 10).

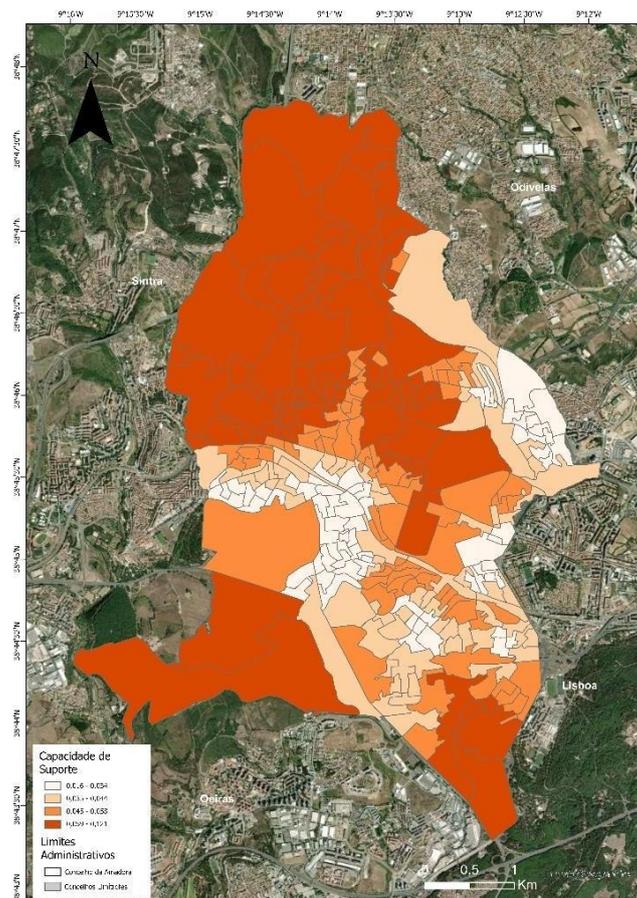


Figura 30 - Capacidade de Suporte no Município da Amadora. Fonte: Santos *et al.* (2023)

Quadro 10 - Percentagem de Capacidade de Suporte por freguesia no município da Amadora

Freguesia	Capacidade de Suporte			
	0,016 - 0,034	0,035 - 0,044	0,045 - 0,058	0,059 - 0,121
Águas Livres	24,46	41,01	34,53	0,00
Alfragide	0,05	21,89	33,81	44,25
Encosta do Sol	24,55	50,61	8,28	16,56
Falagueira-Venda Nova	7,88	7,79	28,63	55,70
Mina de Água	0,94	1,85	4,45	92,76
Venteira	14,29	15,52	22,62	47,57

De acordo com o Anexo 7, que apresenta o número de habitantes e secções estatísticas por classe de capacidade de suporte, conforme os Censos 2011 (Santos *et al.*, 2023), verifica-se que 141 secções (50,5% dos 279 existentes), estão classificadas como tendo uma capacidade de suporte elevada. Nessas secções residem 94 440 habitantes, representando 53,9% da população total no município da Amadora, que conta com 175 136 habitantes (Anexo 7).

Além disso, 80 696 habitantes (46,1% da população) vivem em secções estatísticas classificadas com uma capacidade de suporte muito elevada (Anexo 7). Essas secções oferecem uma infraestrutura e serviços excepcionais proporcionando alta qualidade de vida para uma grande parte dos residentes.

Em resumo, 53,9% da população vive em secções estatísticas com uma capacidade de suporte elevada, que oferecem um bom nível de serviços e infraestrutura adequados, enquanto, aproximadamente, 46,1% da população reside em secções com uma capacidade de suporte muito elevada, beneficiando de uma infraestrutura de ainda maior qualidade.

De acordo com Santos *et al.* (2023), a criticidade é mais baixa em zonas rurais e de áreas de campo, que correspondem a subsecções com menor densidade habitacional. Essas áreas podem ser classificadas em três tipologias geográficas distintas: áreas historicamente de baixa densidade urbana localizadas fora ou nas periferias das principais cidades; zonas de construção recentes de baixa densidade (correspondem a condomínios frequentemente fechados) e, por fim, áreas recém-construídas de elevada densidade urbana (edifícios altos).

No município da Amadora (Figura 31), observa-se uma variação significativa da criticidade entre subsecções, mesmo em pequenas áreas geográficas, revelando desigualdades na vulnerabilidade. Subsecções com criticidade mais elevadas estão mais vulneráveis aos efeitos negativos das ondas de calor, devido à alta densidade populacional, baixa cobertura vegetal e infraestruturas inadequadas, aumentando o risco para a população. Em contraste, subsecções com baixa criticidade estão menos expostas a esses riscos. Essa heterogeneidade sugere a necessidade de abordagens específicas para mitigar os riscos face às ondas de calor.

No geral, o município da Amadora apresenta uma criticidade elevada (Figura 31; Quadro 11), com as freguesias de Venteira, Alfragide e Mina de Água destacando-se com os valores mais altos, de 60,7%, 57,2% e 50,1%, respetivamente. Essas áreas de

criticidade elevada correspondem, em grande parte, a bairros antigos e zonas suburbanas com uma grande quantidade de edificações (Santos *et al.*, 2023).

Por outro lado, a freguesia de Encosta do Sol tem a menor criticidade, seguida da Falagueira Venda-Nova com valores de 51,5% e 42%, respetivamente (Quadro 11). Segundo Santos *et al.* (2023), isso pode ser explicado por fatores como o emprego e qualificações da população, idade, género, condições habitacionais e estrutura familiar. Essas freguesias têm menores taxas de desemprego, uma população menos envelhecida, menos edifícios antigos e uma estrutura familiar mais coesa. No entanto, há um número significativo de famílias unipessoais com pessoas com mais de 65 anos (Figura 10).

Assim, há uma desigualdade entre freguesias: freguesias com maior concentração de subsecções com elevada criticidade são mais expostas aos riscos das ondas de calor, enquanto as de criticidade mais baixa apresentam menor vulnerabilidade. Além disso, nas zonas de transição, onde freguesias de alta criticidade fazem fronteira com freguesias de menor criticidade, existe a necessidade de reforço de políticas face aos impactes das ondas de calor, visto serem áreas de maior pressão.

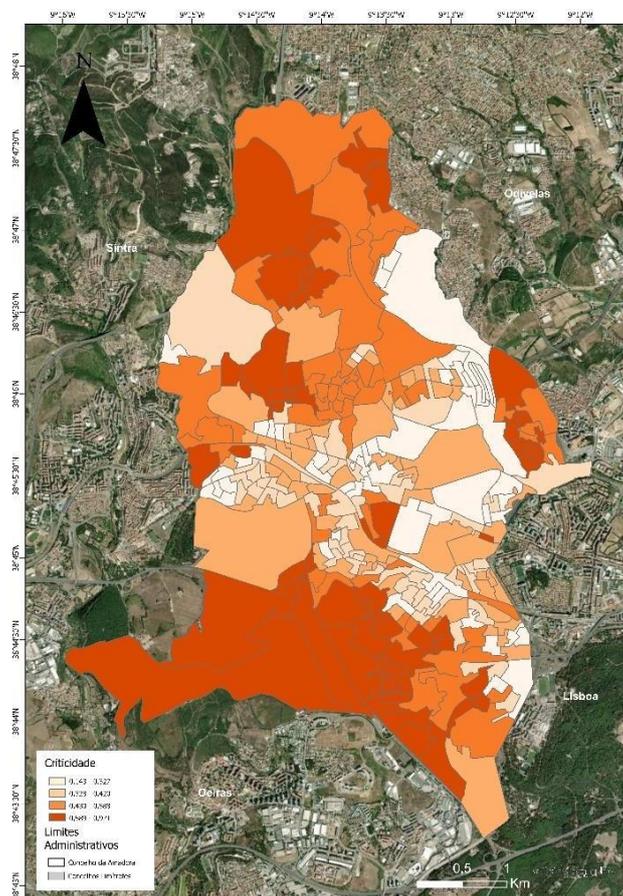


Figura 31 - Criticidade no Município da Amadora. Fonte: Santos *et al.* (2023)

Quadro 11 - Percentagem de Criticidade por freguesia no município da Amadora

Freguesia	Criticidade (%)			
	0,143 - 0,326	0,327 - 0,420	0,421 - 0,597	0,598 - 0,921
Águas Livres	20,94	22,04	31,79	25,23
Alfragide	9,21	17,73	15,85	57,21
Encosta do Sol	51,47	10,36	15,76	22,42
Falagueira-Venda Nova	42,00	14,04	39,03	4,92
Mina de Água	3,72	20,03	26,17	50,08
Venteira	5,05	9,00	25,29	60,66

De acordo com o Anexo 8, que relaciona o número de habitantes e secções estatísticas por classe de criticidade com base nos Censos 2011 (Santos *et al.*, 2023), verifica-se que 121 secções (43,4% dos 279 existentes) abrigam 75 450 habitantes na classe de criticidade elevada, representando 43,1% da população total do município.

Seguem-se as classes de criticidade moderada, reduzida e muito elevada, que correspondem a 38 083, 30 578 e 15 853 das secções e abrigam 21,7%, 17,5% e 9,1% da população no município, respetivamente (Anexo 8). A classe de criticidade muito reduzida abrange apenas 26 secções estatísticas (9,3% dos 276 existentes) com um total de 15 172 habitantes, o que representa 8,7% dos 175 136 residentes no município da Amadora (Anexo 8).

Em resumo, 43,1% da população do município da Amadora vive em áreas onde as características que aumentam a criticidade são mais prevalentes. Por outro lado, apenas 8,7% da população reside em áreas com criticidade muito reduzida, que tendem a oferecer melhores condições de suporte e menor vulnerabilidade.

É importante destacar que áreas com maior criticidade serão as mais afetadas pelas ondas de calor, enquanto áreas com maior capacidade de suporte terão maior adaptabilidade e capacidade de mitigação para enfrentar estes fenómenos de temperaturas extremas.

Quanto à vulnerabilidade social (Figura 32; Quadro 12), que resulta do produto entre a capacidade de suporte e a criticidade, em que os valores se encontram normalizados entre 0 e 1, verificou-se uma dispersão de valores entre 0,13 e 0,87. Observa-se que as freguesias de Alfragide e Venteira apresentam uma vulnerabilidade social mais elevada, com percentagens de classe muito elevada de 34,5% e 10,9%, respetivamente (Quadro 12). As freguesias com menor vulnerabilidade social são Encosta do Sol e Falagueira-Venda Nova, com valores de classe muito baixa de 6,3% e 3,5%, respetivamente (Quadro 12). Pode-se afirmar que as freguesias de Águas Livres, Falagueira-Venda Nova e Venteira são as freguesias que apresentam uma situação mais estável e favorável, por apresentarem uma predominância de áreas de baixa ou moderada vulnerabilidade social (Figura 32, Quadro 12). As freguesias de Encosta do Sol e Mina de Água apresentam uma distribuição mais equilibrada entre as diferentes classes (Figura 32; Quadro 12).

Relativamente à vulnerabilidade social às ondas de calor (Figura 32), observa-se que as áreas com maior vulnerabilidade social tendem a ter menos espaços verdes,

uma maior concentração de população vulnerável (principalmente, idosos e crianças até aos 14 anos) e, frequentemente, apresentam estruturas familiares fragilizadas, onde idosos vivem sozinhos e não têm os recursos financeiros ou médicos necessários para se adaptarem melhor ao calor. Além disso, as condições habitacionais podem não ser as mais adequadas, com falta de ar condicionado ou construções que não favorecem o conforto térmico, entre outros problemas. Nessas áreas, o acesso a equipamentos e serviços é dificultado, seja por questões financeiras, desemprego, ou até mesmo pela falta de qualificações académicas, o que pode fazer com que a população não tenha plena consciência dos possíveis efeitos nocivos do calor para a saúde.

De acordo com Santos *et al.* (2023), é essencial adotar políticas públicas que abordem a governança de risco, considerando as áreas que se sobrepõem entre freguesias com diferentes capacidades de suporte. Essas áreas sobrepostas geralmente incluem *hotspots*, ou pontos críticos, que apresentam maiores desafios sociais, mais pronunciados. Ao desenvolver políticas, é crucial focar nessas regiões, onde as desigualdades nas condições de suporte são mais evidentes, a fim de mitigar os impactos adversos e promover uma distribuição mais equitativa dos recursos.

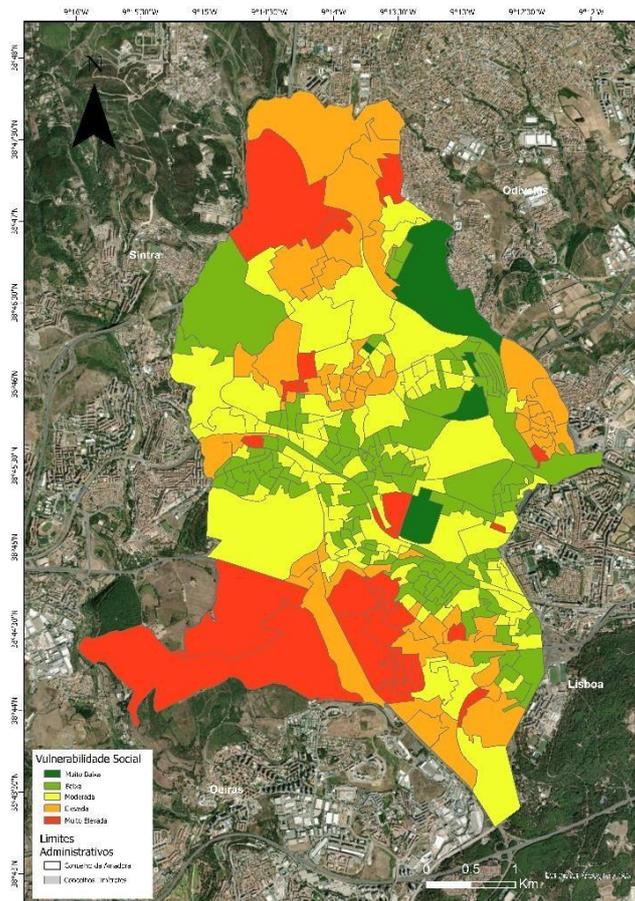


Figura 32 - Vulnerabilidade Social no Município da Amadora

Quadro 12 - Percentagem por classe de Vulnerabilidade Social no Município da Amadora

Freguesia	Vulnerabilidade social (%)				
	Muito Baixa	Baixa	Moderada	Elevada	Muito Elevada
Águas Livres	0,00	43,06	38,89	8,33	9,72
Alfragide	0,00	17,24	10,34	37,93	34,48
Encosta do Sol	6,25	37,50	25,00	29,17	2,08
Falagueira-Venda Nova	3,51	59,65	26,32	5,26	5,26
Mina de Água	2,50	31,25	28,75	31,25	6,25
Venteira	0,00	50,91	27,27	10,91	10,91

Desta forma, o método utilizado para avaliar a vulnerabilidade social às ondas de calor é fulcral no planeamento e ordenamento do território, podendo contribuir para ajudar a reduzir a vulnerabilidade da população a esses eventos, principalmente a mais idosa, que está mais exposta ao risco de mortalidade associado ao calor. A mitigação dos impactes adversos das ondas de calor, deve passar pela implementação de estratégias e medidas que protejam a saúde e o bem-estar dos grupos mais vulneráveis.

Ao analisar o peso das áreas verdes (Figura 33), verificou-se uma dispersão de valores entre 0,1 e 1, destacando a escassez de cobertura vegetal na maior parte do município. De acordo com os dados do Quadro 13, as freguesias de Águas Livres, Venteira e Falagueira-Venda Nova são as mais críticas quanto à falta de espaços verdes, apresentando percentagens de áreas sem vegetação relevantes de 96,5%, 92,4% e 89,6%, respetivamente. Freguesias como Encosta do Sol e Venteira, não possuem quase nenhuma área verde significativa, com 0% na classe “0-0,20” (Quadro 13).

É importante frisar que as áreas verdes desempenham um papel crucial na mitigação dos efeitos das ondas de calor, com sua densidade influenciando diretamente a capacidade de suporte dessas regiões. Nas áreas com peso de áreas verdes mais elevado, a concentração de vegetação é alta (Figura 33). Abrange parques, florestas ou zonas de vegetação densa. Essas áreas têm uma grande capacidade de suportar ondas de calor, fornecendo sombra e arrefecimento natural, além de ajudar a reduzir o efeito de ilhas de calor urbanas.

Já as áreas classificadas com verde-claro (Figura 33) não são tão densamente arborizadas quanto as anteriores, ainda são capazes de fornecer um bom suporte, ajudando a minimizar os impactes das ondas de calor.

Nas subseções a amarelo, a cobertura vegetal é moderada (Figura 33). Embora a vegetação nessas áreas ofereça alguns benefícios, a vulnerabilidade ao calor extremo começa a acentuar-se, pois essas áreas são menos eficazes no controlo da temperatura do que as regiões com mais vegetação.

As áreas a laranja possuem uma proporção muito baixa de vegetação (Figura 33). Nestas áreas, a capacidade de mitigar o efeito das ondas de calor é limitado, aumentando a vulnerabilidade da população a temperaturas elevadas. A escassez de

vegetação intensifica o efeito de ilha de calor, agravando os problemas associados ao calor extremo.

Por fim, as áreas marcadas a vermelho são praticamente desprovidas de cobertura vegetal, muitas vezes sendo zonas urbanizadas ou industriais (Figura 33). Essas áreas são extremamente críticas em termos de capacidade de suporte às ondas de calor, com a ausência de vegetação levando a aumentos significativos de temperatura. Consequentemente, o risco à saúde pública é elevado, e o consumo de energia para arrefecimento aumenta substancialmente, especialmente durante períodos de calor extremo.

Ao analisar por subsecção, é evidente a correlação clara entre a densidade de áreas verdes e a capacidade de resposta às ondas de calor. Áreas com maior cobertura vegetal proporcionam maior resiliência a eventos de calor extremo (zonas de refúgio naturais durante episódios de calor extremo, diminuindo diretamente o stress térmico) – é o caso, por exemplo, de subsecções nas freguesias da Mina de Água (a norte), Falagueira-Venda Nova (no centro da freguesia) e Venteira (a sul) –. Áreas com pouca ou nenhuma vegetação são mais vulneráveis, enfrentando maior risco de intensificação do efeito de ilha de calor – é o caso, por exemplo, da freguesia de Águas Livres, seguida de Alfragide –. São áreas onde o risco à saúde pública cresce significativamente, com maior exposição a problemas como desidratação e exaustão.

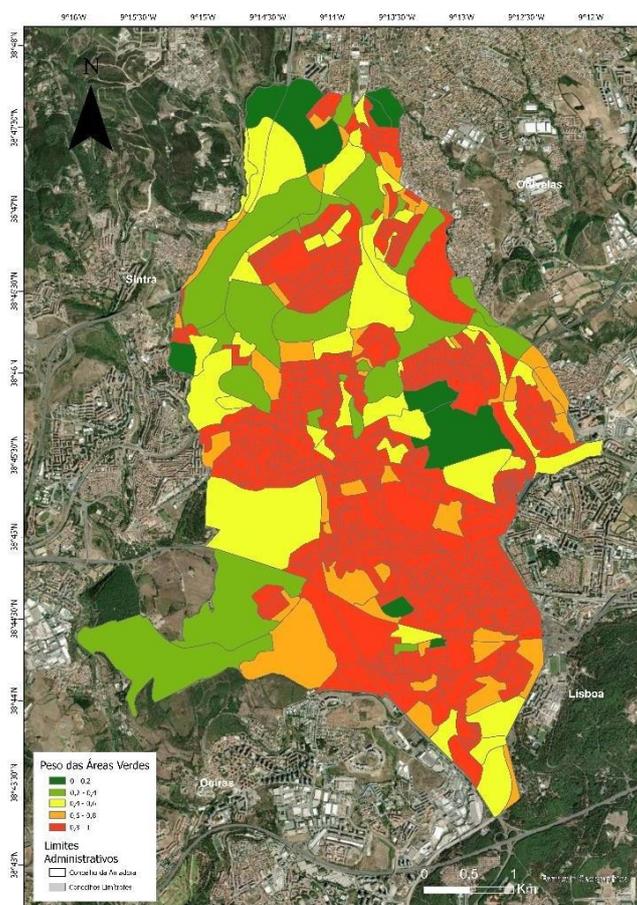


Figura 33 - Peso das Áreas Verdes no Município da Amadora

Em suma, a densidade de áreas verdes desempenha um papel não só na regulação da temperatura, mas também na melhoria da qualidade do ar e na redução do consumo de energia para arrefecimento artificial. Áreas com pouca vegetação, no entanto, têm uma capacidade de suporte limitada durante as ondas de calor, aumentando a necessidade de intervenções urbanísticas para expandir os espaços verdes.

Quadro 13 - Percentagem de peso de espaços verdes por freguesia no município da Amadora

Freguesia	Peso da área ocupada por espaços verdes (%)				
	0 - 0,20	0,20 - 0,40	0,40 - 0,60	0,60 - 0,80	0,80 - 1
Águas Livres	0,69	0,00	0,00	2,78	96,53
Alfragide	1,33	1,33	6,67	9,33	81,33
Encosta do Sol	0,00	3,77	6,60	6,60	83,02
Falagueira-Venda Nova	1,89	1,89	4,72	1,89	89,62
Mina de Água	1,83	4,76	8,79	5,49	79,12
Venteira	0,00	1,69	0,85	5,08	92,37

A partir da análise da Figura 34, observa-se que grande parte do município da Amadora combina uma alta vulnerabilidade social com uma baixa cobertura vegetal, especialmente nas áreas mais densamente urbanizadas. Nessas regiões, onde a vulnerabilidade social é mais pronunciada, a ausência de vegetação agrava a criticidade em termos de resposta a eventos climáticos extremos, sendo territórios classificados com maior vulnerabilidade territorial às ondas de calor.

As áreas a vermelho indicam locais com baixa capacidade de suporte e escassez de vegetação (Figura 34). Estas zonas, além de estarem expostas a temperaturas mais elevadas, enfrentam desafios socioeconómicos que aumentam os riscos à saúde pública e a dependência de sistemas de refrigeração artificial.

Por outro lado, as áreas verdes refletem regiões com maior cobertura vegetal, que desempenham um papel importante na mitigação dos efeitos do calor (Figura 34). Essas zonas possuem uma menor vulnerabilidade social e oferecem melhor capacidade de suporte, beneficiando-se do arrefecimento natural e da melhoria na qualidade do ar.

As áreas a amarelo e laranja, apresentam uma cobertura vegetal limitada (Figura 34). Embora ofereçam algum nível de suporte contra o calor, não são suficientes para garantir resiliência adequada em eventos de ondas de calor.

Em suma, o mapa revela uma clara relação entre a cobertura vegetal e a vulnerabilidade social. As áreas urbanizadas, com baixa presença de espaços verdes, são as mais críticas, enquanto as regiões com maior peso de cobertura vegetal apresentam uma resiliência significativamente superior. Isso reforça a importância de políticas de ampliação de áreas verdes, principalmente nas zonas mais vulneráveis,

para aumentar a resiliência do município diante de crises climáticas, como ondas de calor.

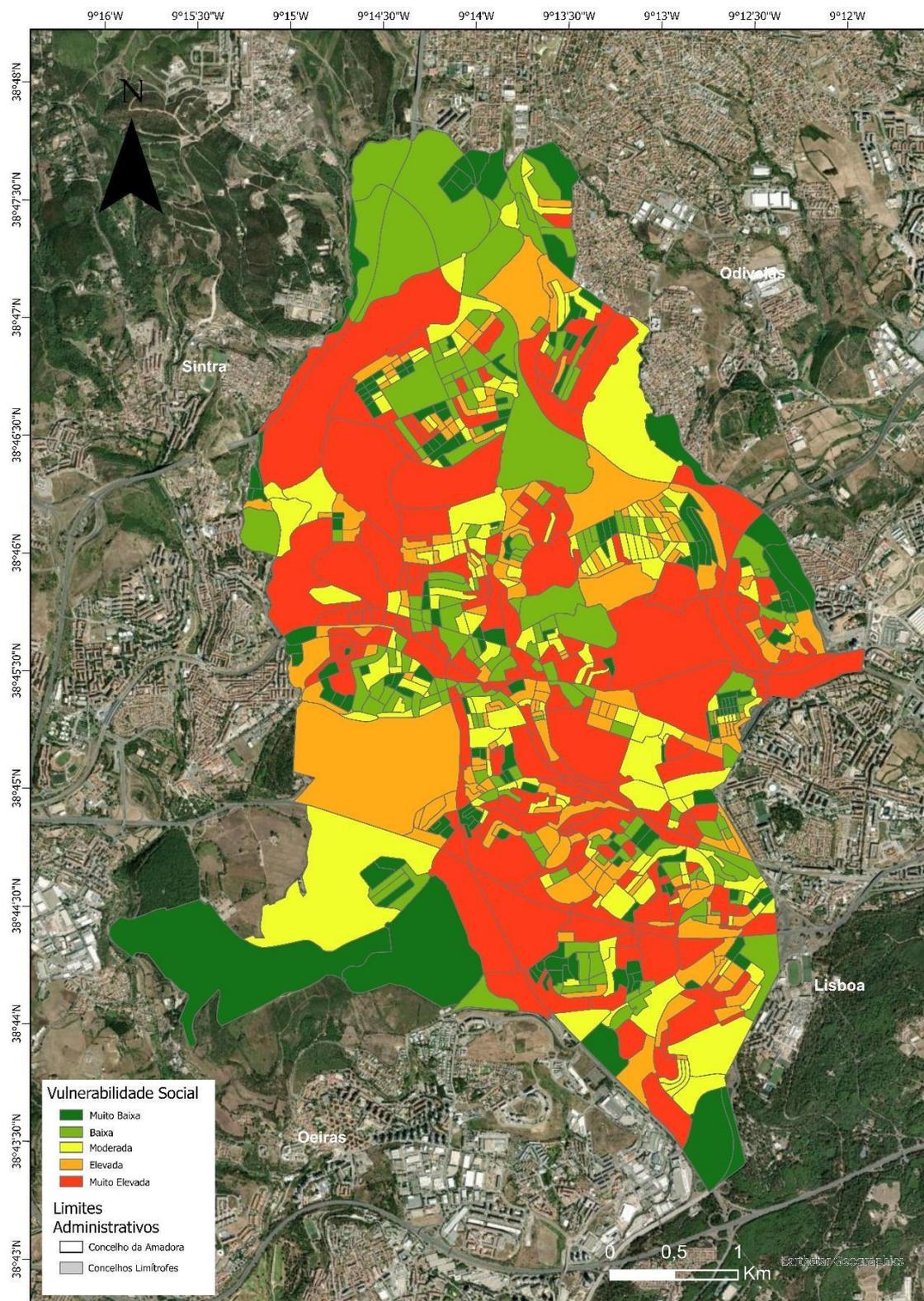


Figura 34 - Mapa de Vulnerabilidade Territorial a Ondas de Calor no Município da Amadora

A matriz (Quadro 14) desenvolvida para combinar a vulnerabilidade social com a disponibilidade de espaços verdes utiliza uma escala de cores que varia do verde ao vermelho para classificar as áreas do município da Amadora em cinco categorias distintas. Esta proposta de classificação expressa a vulnerabilidade territorial sendo essencial para entender a relação entre a vulnerabilidade social e o impacto das ondas de calor numa região específica.

Esta matriz é uma ferramenta crucial para identificar as áreas mais vulneráveis às ondas de calor e orientar políticas públicas. Ela ajuda a direcionar os esforços para melhorar o alívio térmico em áreas críticas e promove o planeamento urbano que considera a equidade social e a resiliência ao calor. A análise contínua dessas áreas é essencial para avaliar a eficácia das medidas implementadas e promover um ambiente urbano mais equilibrado e suportável durante eventos de calor extremo.

Quadro 14 - Matriz referente à classificação da vulnerabilidade territorial estabelecida pela relação entre as Áreas Verdes e a Vulnerabilidade Social para o município da Amadora

Ondas de Calor		Vulnerabilidade Social				
		Muito Baixa	Baixa	Moderada	Elevada	Muito Elevada
Espaços Verdes	0-20%	Amarelo		Alaranjado	Vermelho	
	20-40%	Verde claro	Amarelo		Vermelho	
	40-60%	Verde médio		Amarelo	Alaranjado	
	60-80%	Verde escuro		Verde médio	Amarelo	Alaranjado
	80-100%	Verde escuro		Verde médio		Amarelo

Em resumo, a análise realizada evidencia como diferentes grupos populacionais são afetados de maneira desigual pelas diferentes variáveis escolhidas, especialmente, em relação aos impactes climáticos. O mapeamento dessas vulnerabilidades para o município da Amadora permite a identificação de áreas e populações mais expostas, fornecendo uma base para intervenções que promovam maior resiliência e equidade. Políticas públicas que integrem esses dados poderão mitigar os riscos e proteger as populações mais vulneráveis, especialmente idosos e crianças, dos impactos gerados pelas ondas de calor.

VII. Considerações Finais

Nas últimas décadas, o aumento da intensidade e frequência das ondas de calor tem-se destacado como uma das principais manifestações das alterações climáticas, especialmente em áreas urbanas. A vulnerabilidade das populações frente a esses fenômenos é um tema de grande relevância, principalmente, para municípios como a Amadora, que se caracterizam por uma alta densidade populacional e áreas urbanizadas, onde a falta de infraestrutura adequada pode agravar os efeitos do calor extremo.

Este estudo teve como objetivo principal a avaliação da perigosidade e da exposição às ondas de calor no município da Amadora para o período 1971-2015, destacando a importância da vulnerabilidade social e da presença de áreas verdes como fatores determinantes para a resiliência local. O município da Amadora, caracterizado por uma alta densidade populacional e um nível significativo de urbanização, é particularmente vulnerável a eventos de calor extremo. A ausência de infraestrutura adequada, especialmente em zonas mais desfavorecidas, agrava a exposição da população aos efeitos nocivos das ondas de calor. Para isso, após uma rigorosa revisão da literatura científica e posterior análise de dados, foram analisados e selecionados diversos fatores socioeconômicos, demográficos e ambientais que influenciam diretamente a vulnerabilidade da população a esses eventos, que permitiram traçar um panorama detalhado da vulnerabilidade social às ondas de calor no município.

Ao longo do estudo, foi possível identificar padrões de vulnerabilidade social nas diferentes freguesias da Amadora, destacando-se as áreas mais suscetíveis às ondas de calor. Através da análise de variáveis como idade, condições habitacionais, nível de escolaridade e empregabilidade, foi possível mapear as regiões do município onde os impactos das ondas de calor tendem a ser mais severos. Crianças e idosos, em particular, foram identificados como os grupos mais vulneráveis, conforme a literatura recolhida. Essas faixas etárias são particularmente sensíveis aos impactos das ondas de calor, que podem causar desde desidratação severa e complicações respiratórias até um aumento da mortalidade em populações mais idosas.

Além das características sociodemográficas, foi avaliada a distribuição de áreas verdes no município, uma vez que a presença dessas áreas tem um papel mitigador essencial, diminuindo os efeitos do calor extremo. Com base na metodologia de Matthies *et al.* (2008), a informação sobre o uso do solo foi cruzada com os dados de vulnerabilidade social, revelando uma relação entre a presença de áreas verdes e a mitigação de certos impactos sociais. Embora, em rigor, a presença de espaços verdes não seja diretamente considerada na avaliação da vulnerabilidade social, a análise sugere que as zonas mais arborizadas podem contribuir para uma menor propensão aos efeitos negativos das ondas de calor, enquanto áreas densamente urbanizadas e desprovidas de cobertura vegetal tendem a apresentar uma vulnerabilidade territorial significativamente maior.

A caracterização climática do município, com base no método de Nairn e Fawcett (2014), permitiu a identificação de padrões relevantes relacionados à frequência, duração e intensidade das ondas de calor ocorridas entre 1971 e 2015, em que a frequência e intensidade estão claramente a aumentar, como demonstrado nos capítulos VI.1. e VI.2., e a duração, apesar de ter aumentado, os resultados não são

suficientemente conclusivos. Embora o estudo tenha sido limitado pela falta de dados meteorológicos mais recentes e completos, a utilização da base de dados *Iberia01* de Herrera *et al.* (2019) forneceu uma visão abrangente do comportamento climático da região ao longo do período estudado. Infelizmente, a indisponibilidade de dados mais detalhados sobre a mortalidade, internamentos hospitalares e outros indicadores de saúde pública dificultou uma análise mais aprofundada dos impactos diretos das ondas de calor sobre a população.

É importante destacar que as limitações relacionadas ao acesso a dados, tanto meteorológicos quanto de saúde, foram um desafio significativo para este estudo. O contacto com o IPMA resultou na obtenção de informações meteorológicas de estações próximas da Amadora (estações espalhadas pela AML), mas esses dados eram incompletos ou recentes demais para serem integrados de forma adequada à análise, não permitindo uma análise temporal abrangente. Da mesma forma, a falta de cooperação de hospitais e centros de saúde locais no fornecimento de dados relativos a internamentos, morbidade e mortalidade durante ondas de calor limitou a capacidade de quantificar, de maneira robusta, os impactos dessas ocorrências na população.

No entanto, este estudo conseguiu cumprir os objetivos principais ao avaliar a perigosidade das ondas de calor e ao mapear as zonas de maior vulnerabilidade social e territorial no município da Amadora. Os resultados alcançados demonstram que uma grande percentagem da população do município, especialmente em bairros com menores índices socioeconómicos, reside em áreas de vulnerabilidade social elevada a muito elevada, sobretudo em regiões com menor presença de áreas verdes e onde os fatores socioeconómicos agravam a exposição e a vulnerabilidade às ondas de calor. O aumento da frequência e intensidade das ondas de calor, como uma das manifestações mais significativas climáticas reforça a necessidade de implementação de medidas urgentes e eficazes (medidas preventivas e reativas) para mitigar os efeitos desses eventos, especialmente nas zonas mais críticas.

Entre as principais recomendações está o aumento da cobertura vegetal nas áreas urbanizadas, um fator chave para a mitigação dos efeitos do calor extremo. A criação de mais espaços verdes e sombreados pode ajudar a reduzir significativamente a vulnerabilidade social da população, proporcionando áreas de refúgio térmico em períodos de ondas de calor. Além disso, a renovação urbana, com foco na melhoria da infraestrutura habitacional, principalmente em áreas socioeconomicamente desfavorecidas, é fundamental para aumentar a resiliência da população a eventos climáticos extremos.

Assim sendo, a Proteção Civil, como organismo público, deve adotar uma série de medidas preventivas e reativas em caso de ondas de calor, de forma a proteger a população e minimizar os impactes negativos. Como medidas preventivas, deve-se monitorizar as previsões meteorológicas e alertar antecipadamente tanto a população como os serviços de emergência; divulgar informações e educar a população sobre os riscos associados às ondas de calor, nomeadamente, quanto à insolação e desidratação, e como se protegerem na eventualidade deste acontecimento, através de ações de formação em lares ou escolas, por exemplo; assegurar que os serviços de emergência e centros de saúde estão preparados para um possível aumento de atendimentos e, por fim, identificar e monitorizar grupos de risco, como idosos e

crianças, doentes crónicos ou pessoas sem abrigo, estabelecendo planos de contingência para evacuação ou assistência a essas pessoas.

A Proteção Civil, enquanto organismo público responsável pela gestão de emergências, deve coordenar esforços para garantir que a população esteja informada e preparada para agir em caso de eventos de ondas de calor. A implementação de ZCAPs (Zonas de Concentração e Apoio à População) em áreas públicas, equipadas com sombra, ventilação e água, é uma medida que pode ajudar a proteger as populações mais vulneráveis durante os picos de calor; manter a população informada sobre a evolução da onda de calor e as medidas de segurança a seguir através da utilização de diversos meios de comunicação, como os utilizados pelo Serviço Municipal de Proteção Civil da Amadora, os SMS's (Short Message Service), de forma a alcançar o maior número de pessoas; implementar medidas para reduzir atividades ao ar livre durante os horários mais quentes e, por fim, promover a distribuição de água potável em locais públicos e incentivar a população a consumir alimentos leves e ricos em água, evitando refeições pesadas.

A análise aqui desenvolvida reforça a importância da vulnerabilidade social e territorial como um fator determinante na avaliação dos riscos associados às ondas de calor. A utilização dessa abordagem no apoio ao planeamento de emergência e na gestão de risco a médio e longo prazo é essencial para identificar os fatores que contribuem para a propensão das comunidades a essa perda e para a dificuldade de recuperação após esses eventos. Como sugerido por Santos *et al.* (2023), a combinação de medidas preventivas e reativas pode contribuir significativamente para a mitigação dos efeitos das ondas de calor no município da Amadora.

A articulação entre as diversas entidades envolvidas – Proteção Civil, agências governamentais, ONGs e o setor privado – é fundamental para garantir a eficácia dessas medidas. A adoção de boas práticas, como o Plano de Ação de Calor da OMS, que inclui sistemas de alerta precoce e orientações sobre a proteção da saúde pública durante ondas de calor, pode servir como modelo para a criação de estratégias locais que protejam a saúde pública durante eventos de calor extremo. Após cada evento, a avaliação das respostas implementadas permitirá ajustar planos e protocolos, melhorando a capacidade de resposta a futuros eventos.

Conclui-se que este estudo oferece uma contribuição significativa para a preparação e a intervenção da Proteção Civil no município da Amadora em eventos futuros de ondas de calor. A identificação das áreas mais vulneráveis e a caracterização da exposição ao risco são passos fundamentais para a elaboração de estratégias de mitigação eficazes. O fortalecimento da infraestrutura urbana, a criação de mais áreas verdes e a implementação de sistemas de alerta precoce são medidas essenciais para reduzir os impactos negativos das ondas de calor na população, especialmente em comunidades mais vulneráveis. Assim, o município da Amadora poderá estar mais bem preparado para enfrentar os desafios impostos pelas alterações climáticas e proteger a sua população de forma mais eficaz.

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. <https://webstorage.cienciaviva.pt/public/pt.cienciaviva.www/divulgacao/Alter%C3%A7%C3%B5es%20Clim%C3%A1ticas%20e%20Sa%C3%BAde%20Humana%20-%20LVT.pdf>
- AEM & IM. (2011). *Atlas Climático Ibérico – Temperatura do Ar e Precipitação (1971-2000)*. Lisboa, Portugal: Agencia Estatal de Meteorología & Instituto de Meteorologia. https://www.ipma.pt/resources.www/docs_pontuais/ocorrencias/2011/atlas_clima_iberico.pdf
- Agência Europeia do Ambiente. (n.d.). Share of green and blue urban areas in cities as an indicator for heat waves (map 2.5)
- 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*, 10(1), 1-17. <https://doi.org/10.3390/ijerph10010001>
- Awasthi, A., Vishwakarma, K., & Pattnayak, K. C. (2021). Retrospection of heatwave and heat index. *Theoretical and Applied Climatology*. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03854-z>
- Amadora. (2019). Delimitação das áreas de suscetibilidade e de risco do concelho da Amadora. Câmara Municipal da Amadora. https://www.cm-amadora.pt/images/PROTECAO_CIVIL/PDF/TRAB_ACADEMICOS/2021/Delimitao_das_reas_de_Suscetibilidade_e_de.pdf
- Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil. (n.d.). *A Terra Treme*. <https://www.aterratreme.pt/>
- Baccini, M., Biggeri, A., Accetta, G., Kosatsky, T., Katsouyanni, K., Analitis, A., Anderson, H. R., 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*, 19(5), 711-719. <https://doi.org/10.1097/ede.0b013e318176bfcd>
- Barriopedro, D., García-Herrera, R., Ordóñez, C., Miralles, D. G., & Salcedo-Sanz, S. (2023). Heat waves: Physical understanding and scientific challenges. *Reviews of Geophysics*, 61, e2022RG000780. <https://doi.org/10.1029/2022RG000780>
- Bennett, J. L., & Zhi, L. (2022). The impact of extreme heat on mental health: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4), 1806. <https://doi.org/10.3390/ijerph19041806>

- Bogdanović, D. C., Milošević, Z. G., Lazarević, K. K., Dolićanin, Z. Ć., Randelović, D. M., & Bogdanović, S. D. (2013). The impact of the July 2007 heat wave on daily mortality in Belgrade, Serbia. *Central European Journal of Public Health*, 21(3), 140-145. <https://doi.org/10.21101/cejph.a3840>
- 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. Direcção Geral da Saúde, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge*. 36p
- Bouchama, A. (2004). The 2003 European heat wave. *Intensive Care Medicine*, 30(1), 1-3. <https://doi.org/10.1007/s00134-003-2062-y>
- Bouchama, A., & Knochel, J. P. (2002). Heat stroke. *New England Journal of Medicine*, 346(25), 1978-1988. <https://doi.org/10.1056/nejmra011089>
- Bunker, A., Wildenhain, J., Vandenberg, A., Henschke, N., Rocklöv, J., Hajat, S., & Sauerborn, R. (2016). Effects of air temperature on climate-sensitive mortality and morbidity outcomes in the elderly: A systematic review and meta-analysis of epidemiological evidence. *EBioMedicine*, 6, 258-268. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.02.034>
- Câmara Municipal da Amadora. (2022). CLIMA.AML | Estação meteorológica no edifício dos Paços de Concelho. Cm-Amadora.pt. <https://www.cm-amadora.pt/6091-clima-aml-estacaometeorologica-no-edificio-dos-pacos-de-concelho.html>
- Câmara Municipal da Amadora. (2022). Cm-Amadora.pt. <https://www.cm-amadora.pt/>
- 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>
- ClimPACT2. (2016). *Table of Contents*. <https://climimpact-sci.org/assets/climimpact2-user-guide.pdf>
- Costa, D., Antunes, J., Sequeira, A., Ferreira, F., Silva, J., Batista, M. & Pereira, S. (2018). Plano Diretor Municipal: estudos de caracterização e diagnóstico. Volume B.1 - biofísico
- Crucho, E. (2013). Caracterização Física do Concelho da Amadora e Susceptibilidade às Inundações. (Tese de Mestrado). Repositório da Universidade de Lisboa. https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/20515/1/igotul003940_tm.pdf
- 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 durante el período 1990-2009. *Revista Española de Salud Pública*, 87, 277-282
- Cunha, L., & Leal, C. (2013). Ondas de calor e ondas de frio no município de Torres Novas. *Cadernos de Geografia*, 32, 81-93

- Decreto-Lei n°45/2019, de 1 de Abril. Diário da República n° 64 – Série I. Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa
- Díaz, J., García, R., Velázquez de Castro, F., Hernández, E., López, C., & Otero, A. (2002b). Effects of extremely hot days on people older than 65 years in Seville (Spain) from 1986 to 1997. *International Journal of Biometeorology*, 46, 145-149
- Díaz, J., Jordán, A., García, R., López, C., Alberdi, J., Hernández, E., & Otero, A. (2002a). Heat waves in Madrid 1986-1997: Effects on the health of the elderly. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 75(3), 163-170. <https://doi.org/10.1007/s00420-001-0290-4>
- Direção-Geral da Saúde. (2013). Relatório da onda de calor de 23/06 a 14/07 de 2013 em Portugal continental
- Direção-Geral da Saúde. (2014). Plano de Contingência para Temperaturas Extremas Adversas - Módulo Calor 2014. <http://www.dgs.pt/documentos-e-publicacoes/plano-de-contingencia-para-temperaturas-extremas-adversas-modulo-calor-2014.aspx>
- Direção-Geral da Saúde. (2014). *Plano de Contingência para Temperaturas Extremas Adversas: Módulo Calor 2014*. Lisboa: Direção-Geral da Saúde. Disponível em <https://www.dgs.pt>
- Direção-Geral da Saúde. (2022). Ondas de calor - Recomendações para a população. [Www.dgs.pt](http://www.dgs.pt). <https://www.dgs.pt/saude-ambiental-calor/recomendacoes.aspx>
- Direção-Geral do Território. (2022). Dados abertos. [Dgterritorio.gov.pt](http://dgterritorio.gov.pt). <https://www.dgterritorio.gov.pt/dados-abertos>
- Ebi, K. L., Capon, A., Berry, P., Broderick, C., Richard de Dear, Havenith, G., Honda, Y., R Sari Kovats, Ma, W., Malik, A., Morris, N. B., Nybo, L., Seneviratne, S. I., Vanos, J., & Jay, O. (2021). Hot weather and heat extremes: health risks. *The Lancet*, 398(10301), 698-708. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(21\)01208-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(21)01208-3)
- Falcão, J. M., & Valente, P. (1997). Doenças cerebrovasculares em Portugal: alguns aspetos epidemiológicos. *Acta Médica Portuguesa*, 10, 537-542
- Fernandes, R. (2018). Avaliação da perigosidade e vulnerabilidade associadas a condições biometeorológicas adversas no município de Faro. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa. <https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/36239/1/TM-igotul011243.pdf>
- Fischer, E. M., & Schär, C. (2010). Consistent geographical patterns of changes in high-impact European heatwaves. *Nature Geoscience*, 3(6), 398-403. <https://doi.org/10.1038/ngeo866>
- Fischer, P. H., Brunekreef, B., & Lebreit, E. (2004). Air pollution related deaths during the 2003 heatwave in the Netherlands. *Atmospheric Environment*, 38, 1083-1085

- Gamble, J. L., Balbus, J., Berger, M., Bouye, K., Campbell, V., Chief, K., ... & Ogden, C. L. (2016). Populations of concern. In *The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment* (pp. 247-286). U.S. Global Change Research Program. <https://doi.org/10.7930/J0Q81B0T>
- Gasparri, A., Guo, Y., Hashizume, M., Lavigne, E., Antonella Zanobetti, Schwartz, J., Tobias, A., Tong, S., Joacim Rocklöv, Forsberg, B., Leone, M., Manuela De Sario, Bell, M. L., Yue-Liang Leon Guo, Wu, C., Kan, H., Yi, S.-M., Micheline, Nascimento, H., & Honda, Y. (2015). Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. *The Lancet*, 386(9991), 369-375. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(14\)62114-0](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(14)62114-0)
- Gilbert, R. O. (1987). *Statistical methods for environmental pollution monitoring*. Van Nostrand Reinhold
- Giorgi, F., & Lionello, P. (2008). Climate change projections for the Mediterranean region. *Global and Planetary Change*, 63(2-3), 90-104. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2007.09.005>
- Gosling, S. N., Lowe, H., & McGregor, G. R. (2022). Heat-related productivity losses: An analysis of the UK workforce. *Environmental Research Letters*, 17(5), 054028. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac6ff6>
- Haines, A., Kovats, R. S., Campbell-Lendrum, D., & Corvalan, C. (2006). Climate change and human health: Impacts, vulnerability and public health. *Public Health*, 120(7), 585-596. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2006.01.002>
- Hajat, S. & Kosatky, T. (2009). Heat-related mortality: a review and exploration of heterogeneity. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 64(9), 753-760. <https://doi.org/10.1136/jech.2009.087999>
- Hansen, A., Bi, P., Nitschke, M., Ryan, P., Pisaniello, D., & Tucker, G. (2008). The effect of heat waves on mental health in a temperate Australian city. *Environmental Health Perspectives*, 116(10), 1369-1375. <https://doi.org/10.1289/ehp.11339>
- Harlan, S. L., Prashad, S., & Brasell, A. (2014). Vulnerability to heat-related mortality in the elderly: A case study of Phoenix, Arizona. *Global Environmental Change*, 28, 124-137. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.003>
- Herrera, S.; Cardoso, Rita M.; Soares, Pedro M. M.; Espírio-Santo, F.; Viterbo, P.; Gutiérrez, J.M.; 2019; "Iberia01: Daily gridded (0.1° resolution) dataset of precipitation and temperatures over the Iberian Peninsula" [Dataset]; DIGITAL.CSIC; <http://dx.doi.org/10.20350/digitalCSIC/8641>
- Hutter, H.-P., Moshammer, H., Wallner, P., Leitner, B., & Kundi, M. (2007). Heatwaves in Vienna: Effects on mortality. *Wien Klin Wochenschr*, 119(7-8), 223-227

- Igreja, C. (2022). Avaliação da sinistralidade rodoviária no município da Amadora: Influência do encandeamento solar e declive da rede viária. (Dissertação de Mestrado). Universidade de Lisboa. https://www.cm-amadora.pt/images/PROTECAO_CIVIL/PDF/TRAB_ACADEMICOS/2022/Avali_ao_sinistralidade_rodoviria.pdf
- Instituto Nacional de Estatística. (2021). Censos 2021. https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=censos21_main&xpid=CENSOS21&lang=pt
- Instituto Nacional de Estatística. (2021). Página de download de informação geográfica. *Mapas*. Recuperado de <https://mapas.ine.pt/download/index2011.phtml>
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera. (2006). *Boletim climatológico anual: Continente, Região Autónoma dos Açores e Região Autónoma da Madeira (2006)*. https://www.ipma.pt/resources.www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20081014/EgbwJaVbWWNjjEJaalzF/cli_20060101_20061231_pcl_aa_co_pt.pdf
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera. (2013). *Boletim climatológico anual: Continente, Região Autónoma dos Açores e Região Autónoma da Madeira (2013)*. <https://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?idTema=pcl&cmbDep=cli&cmbTema=pcl&idDep=cli&cmbAno=2013&curAno=2013>
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera. (2022). Onda de calor. <https://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/clima/index.html?page=onda.calor.xml>
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera. (2023). *Ipma.pt*. <https://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=-1>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, & B. Rama (Eds.)]. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- 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*, 7(5). <http://link.springer.com/article/10.1186%2F1476-069X-7-5>
- Jegasothy, E., McGuire, R., Nairn, J., Fawcett, R., & Scalley, B. (2017). Extreme climatic conditions and health service utilisation across rural and metropolitan New South Wales. *International Journal of Biometeorology*, 61(8), 1359-1370. <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1313-5>

- Julião, R. P., Nery, F., Ribeiro, J. L., Branco, M. C., & Zêzere, J. L. (2009). Guia Metodológico para a Produção de Cartografia municipal de Risco e para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal. Autoridade Nacional de Proteção Civil. Instituto Geográfico Português. http://www.prociv.pt/bk/Documents/guia_metodologico_SIG.pdf
- Kaltsatou, A. C., Kouidi, E. I., & Deligiannis, A. P. (2018a). Heat waves and health impact in the elderly. *Health Science Journal*, 12(2). <https://doi.org/10.21767/1791-809X.1000546>
- Kaltsatou, A., Kenny, G., & Flouris, A. (2018b). The Impact of Heat Waves on Mortality among the Elderly: A Mini Systematic Review. *Journal of Geriatric Medicine and Gerontology*, 4(53). <https://clinmedjournals.org/articles/jgmg/journal-of-geriatric-medicine-and-gerontology-jgmg-4-053.pdf?jid=jgmg>
- Keatinge, 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*, 321(7262), 670-673. <https://doi.org/10.1136/bmj.321.7262.670>
- Kenny, G. P., Poirier, M. P., Metsios, G. S., Boulay, P., Dervis, S., Friesen, B. J., Malcolm, J., Sigal, R. J., Seely, A. J. E., & Flouris, A. D. (2016). Hyperthermia and cardiovascular strain during an extreme heat exposure in young versus older adults. *Temperature*, 4(1), 79-88. <https://doi.org/10.1080/23328940.2016.1230171>
- Kenny, G. P., Sigal, R. J., & McGinn, R. (2016). Body temperature regulation in diabetes. *Temperature*, 3(1), 119-145. <https://doi.org/10.1080/23328940.2015.1131506>
- Kinney, P. L., O'Neill, M. S., Bell, M. L., & Schwartz, J. (2008). Approaches for estimating effects of climate change on heat-related deaths: challenges and opportunities. *Environmental Science & Policy*, 11(1), 87-96. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2007.08.001>
- Kovats, R. S., & Hajat, S. (2008). Heat stress and public health: A critical review. *Annual Review of Public Health*, 29, 41-55. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.29.020907.090843>
- Kuglitsch, F., Toreti, A., Xoplaki, E., Della-Marta, P., Zerefos, C., Türkeş, M., & Luterbacher, J. (2010). Heat wave changes in the eastern Mediterranean since 1960. *Geophysical Research Letters*, 37
- Langlois, N., Herbst, J., Mason, K., Nairn, J., & Byard, R. W. (2013). Using the Excess Heat Factor (EHF) to predict the risk of heat related deaths. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 20(5), 408-411. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2012.12.005>
- Lei n°27/2006, de 3 de Julho. Diário da República n° 126 – Série I. Assembleia da República. Lisboa

- Lei nº80/2015, de 3 de Agosto. Diário da República nº 149 – Série I. Assembleia da República. Lisboa
- Lei Orgânica nº1/2011, de 30 de Novembro. Diário da República nº 230 – Série I. Assembleia da República. Lisboa
- Linares, C., & Díaz, J. (2008). Impact of high temperatures on hospital admissions: Comparative analysis with previous studies about mortality (Madrid). *European Journal of Public Health, 18*(3), 317-322
- Linares, C., Martinez-Martin, P., Rodríguez-Blázquez, C., Forjaz, M. J., Carmona, R., & Díaz, J. (2016). Effect of heat waves on morbidity and mortality due to Parkinson's disease in Madrid: A time-series analysis. *Environment International, 89–90*, 1-6
- Loughnan, M., Carroll, M., & Tapper, N. (2014). The relationship between housing and heat wave resilience in older people. *International Journal of Biometeorology, 59*(9), 1291-1298
- Marto, N. (2005). Ondas de calor. Impacto sobre a saúde. *Acta Médica Portuguesa, 18*, 467-474.
- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., & Connors, S. (Eds.). (2021). *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- Mateus, C. (2014). Ondas De Calor E Ondas De Frio Em Coimbra. Impactes Na Mortalidade Da População. *Universidade de Coimbra*
- Matthies, F., Bickler, G., Marín, N., & Hales, S. (2008). Heat-health action plans. *WHO*, 45p. Retrieved from http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/95919/E91347.pdf
- Matthies, F., Kovats, R. S., & L., E. (2008). Urban planning and heat stress: Implications for environmental planning and health. *Journal of Urban Climate, 4*(1), 52-64. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2008.01.003>
- Medeiros, C. (2005). Geografia de Portugal: O ambiente físico. *Círculo de Leitores*
- Meehl, G., & Tebaldi, C. (2004). More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science, 305*, 994-997
- Michelozzi, P., De' Donato, F. K., Bargagli, A. M., D'Ippoliti, D., De Sario, M., Marino, C., Schifano, P., Cappai, G., Leone, M., Kirchmayer, U., Ventura, M., Di Gennaro, M., Leonardi, M., Oleari, F., De Martino, A., & Perucci, C. A. (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, 7*(5), 2256-2273. <https://doi.org/10.3390/ijerph7052256>

- Miralles, D. G., Gentine, P., Seneviratne, S. I., & Teuling, A. J. (2019). Land-atmospheric feedbacks during droughts and heatwaves: State of the science and current challenges. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1436(1), 19-35. <https://doi.org/10.1111/nyas.13912>
- Moço, S. (2014). O (Des)conforto térmico no Verão em Portugal Continental e a Perceção populacional para as alterações climáticas - comportamentos adotados aquando de vagas de calor. Dissertação de Doutoramento. Universidade Aberta de Lisboa. 325pp
- Morais, L., Lopes, A., & Nogueira, P. (2020). Which heatwave measure has higher predictive power to prevent health risks related to heat: EHF or GATO IV? – Evidence from modelling Lisbon mortality data from 1980 to 2016. *Weather and Climate Extremes*, 30, 100287. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2020.100287>
- Município da Amadora. (2014). Amadora em números. www.cm-amadora.pt
- Nairn, J., & Fawcett, R. (2013). Defining heatwaves: Heatwave defined as a heat-impact event servicing all community and business sectors in Australia (CAWCR technical report No. 551.5250994)
- Nairn, J., & Fawcett, R. (2014). The Excess Heat Factor: A Metric for Heatwave Intensity and Its Use in Classifying Heatwave Severity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(1), 227-253. <https://doi.org/10.3390/ijerph120100227>
- Nairn, J., Ostendorf, B., & Bi, P. (2018). Performance of Excess Heat Factor Severity as a Global Heatwave Health Impact Index. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Advance online publication. <https://doi.org/10.3390/ijerph15112494>
- Nishant, N., Ji, F., Guo, Y., Herold, N., Green, D., Di Virgilio, G., Beyer, K., Riley, M. L., & Perkins-Kirkpatrick, S. (2022). Future population exposure to Australian heatwaves. *Environmental Research Letters*, 17(6), 064030. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac6dfa>
- Nitschke, M., Tucker, G. R., & Bi, P. (2007). Morbidity and mortality during heatwaves in metropolitan Adelaide. *Medical Journal of Australia*, 187(11-12), 662-665. <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.2007.tb01466.x>
- NOAA's National Weather Service - Glossary. (2022). Heat wave. In *National Weather Service Glossary*. Retrieved June 16, 2024, from <https://forecast.weather.gov/glossary.php?letter=h>
- Nogueira, H. (2008). Saúde (d)nos lugares - a problemática dos territórios promotores de saúde. *Cadernos de Geografia*, 26/27, 85-99
- Nogueira, P., Nunes, B., Nunes, A., & Ferrinho, P. (2005). Mortality in Portugal associated with the heat wave of August 2003: Early estimation of effect, using a rapid method. *Eurosurveillance*, 10(7), 313-317

- Nogueira, P., Nunes, B., Nunes, A., & 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*, 27(2), 87-102
- Nunes, T. (2017). Caracterização de Ondas de Calor Ocorridas em Portugal no Século XXI (Doctoral dissertation). Universidade Aberta de Lisboa. Retrieved from <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/23010/1/Telma-Sofia-Santos-Nunes.pdf>
- O'Neill, M. S., & Ebi, K. L. (2009). Temperature Extremes and Health: Impacts of Climate Variability and Change in the United States. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 51(1), 13-25. <https://doi.org/10.1097/jom.0b013e318173e122>
- Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), 1-24. <https://doi.org/10.1002/qj.49710845502>
- Organização Meteorológica Mundial. (2012). *Climate data and monitoring* (WMO No. 1093). Geneva, Switzerland: WMO
- Paixão, E., & Nogueira, P. (2003). Efeitos de uma onda de calor na mortalidade. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 21(1), 41-54
- Perkins, S. E. (2015). A review on the scientific understanding of heatwaves—Their measurement, driving mechanisms, and changes at the global scale. *Atmospheric Research*, 164-165, 242-267. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.05.014>
- Perkins, S. E., & Alexander, L. V. (2013). On the Measurement of Heat Waves. *Journal of Climate*, 26(13), 4500-4517. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-12-00383.1>
- Perkins-Kirkpatrick, S.E., Lewis, S.C. Increasing trends in regional heatwaves. *Nature Communications* 11, 3357 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16970-7>
- Peterson, T., Folland, C., & Plummer, N. (1998). Report on the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs Chair, Working Group on Climate Change Detection and CCI Rapporteur on Statistical Methods with emphasis on analyses of extreme events CCI Rapporteur on Climate Change Detection Methodologies and Indices. Retrieved from <http://etccdi.pacificclimate.org/docs/wgccd.2001.pdf>
- PLANO DIRETOR MUNICIPAL. (2018a). Caracterização de nível municipal. B.1, biofísico. CM-Amadora;
- PLANO DIRETOR MUNICIPAL. (2018b). Estudos de caracterização e diagnóstico. Volume B.2 - demografia

- PROCIV. (2023). Ondas de Calor. Proteção Civil. Retrieved from <http://www.prociv.pt/pt-pt/RISCOSPREV/RISCOSNAT/ONDASCALOR/Paginas/default.aspx>
- Quinn, A., Tamerius, J., Perzanowski, M., Jacobson, J., Goldstein, I., Acosta, L., & Shaman, J. (2014). Predicting indoor heat exposure risk during extreme heat events. *Science of The Total Environment*, 490, 686-693
- Robine, J.-M., Lan, S., Sophie Le Roy, Herman Van Oyen, Griffiths, C., Michel, J.-P., & François Richard Herrmann. (2007). Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. *Comptes Rendus Biologies*, 331(2), 171-178. <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2007.12.001>
- Robinson, P. (2001). On the definition of a heat wave. *Journal of Applied Meteorology*, 40, 762-775
- Santos, P. P., & Ferreira, T. M. (2023). Social vulnerability in the Lisbon Metropolitan Area. In T. M. Ferreira (Ed.), *Multi-risk interactions towards resilient and sustainable cities* (pp. 27-48). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-99-0745-8_3
- Salmi, T., Määttä, A., Anttila, P., Ruoho-Airola, T., & Amnell, T. (2002). Publications on air quality ATMOSPHERIC POLLUTANTS BY THE MANN-KENDALL
- Silva, S., Roquette, R., Nunes, B., & Dias, C. (2016). A onda de calor de junho e julho de 2013: análise dos seus impactes na mortalidade por distrito de Portugal Continental. *Observações: Boletim Epidemiológico*, 15(Vdm), 27-29. Retrieved from http://repositorio.insa.pt/bitstream/10400.18/3700/1/Boletim_Epidemiologico_Observacoes_N15_2016_artigo8.pdf
- Sirois, A. (1998). A Brief and Biased Overview of Time Series Analysis or How to Find that Evasive Trend. In WMO report No. 133: WMO/EMEP workshop on Advanced Statistical methods and their Application to Air Quality Data sets (Helsinki, 14-18 September 1998)
- Smith, K., Woodward, A., Campbell-Lendrum, D., Chadee, D., Honda, Y., Aranda, C., Sutherland, J., Yamamoto, S., Confalonieri, U., Brazil, Haines, A., Smith, K., Woodward, A., Campbell-Lendrum, D., Chadee, D., Honda, Y., Liu, Q., Olwoch, J., Revich, B., & Sauerborn, R. (2014). *Human Health: Impacts, Adaptation, and Co-Benefits Coordinating Lead Authors: Lead Authors: Contributing Authors: Review Editors: Human health: impacts, adaptation, and co-benefits. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap11_FINAL.pdf

- Steul, K., Schade, M., & Heudorf, U. (2018). Mortality during heatwaves 2003-2015 in Frankfurt-Main - the 2003 heatwave and its implications. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 221(1), 81-86. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.10.005>
- Stone, B., Vargo, J., & Habeeb, D. (2010). Management of the urban heat island effect. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(3), 109-114. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.06.001>
- Sun, Z., Chen, C., Yan, M., Shi, W., Wang, J., Ban, J., Sun, Q., He, M. Z., & Li, T. (2020). Heat wave characteristics, mortality and effect modification by temperature zones: A time-series study in 130 counties of China. *International Journal of Epidemiology*, 49(6), 1813-1822. <https://doi.org/10.1093/ije/dyaa104>
- Sunita, Kumar, D., Shahnawaz, & Shekhar, S. (2023). Evaluating urban green and blue spaces with space-based multi-sensor datasets for sustainable development. *Computational Urban Science*, 3(1). <https://doi.org/10.1007/s43762-023-00091-0>
- UNDRO. (1979). Natural Disasters and Vulnerability Analysis, Report of Expert Group Meeting 9-12 July 1979. Office of the United Nations Disaster Relief Coordinator, Geneva
- US EPA. (2021, February 4). Climate change indicators: Heat waves. US EPA. <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-heat-waves>
- World Health Organization. (2009). Improving public health responses to extreme weather/heat-waves – EuroHEAT. Retrieved from <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/107935/E92474.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Xu, Y., Ramanathan, V., & Victor, D. G. (2020). Global warming will happen faster than we think. *Nature*, 564(7734), 30-32. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-07586-5>
- Xu, Z., FitzGerald, G., Guo, Y., Jalaludin, B., & Tong, S. (2016). Impact of heatwave on mortality under different heatwave definitions: A systematic review and meta-analysis. *Environment International*, 89-90, 193-203. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.02.007>
- Zêzere, J., Pereira, & Morgado. (2006). PERIGOS NATURAIS E TECNOLÓGICOS NO TERRITÓRIO DE PORTUGAL CONTINENTAL
- Zuo, J., Pullen, S., Palmer, J., Bennetts, H., Chileshe, N., & Ma, T. (2015). Impacts of heat waves and corresponding measures: A review. *Journal of Cleaner Production*, 92, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.078>

Anexos

Anexo 1 - Layout da aplicação Excel com os dados retirados do *Climpack* para as variáveis HWN, HDW e HDF

ANNUAL DATA				
Test data		CALCULATE TREND STATISTICS		
Number of time series in the calculation:	3			
Number of annual values in the calculation:	45	45	45	0
Select the FIRST YEAR of the calculation:	1971	1971	1971	
Select the LAST YEAR of the calculation:	2015	2015	2015	
Year	HWN	HDW	HWF	
1971	0	0	0	
1972	1	3	3	
1973	1	3	3	
1974	4	4	14	
1975	2	3	6	
1976	0	0	0	
1977	2	3	6	
1978	3	6	15	
1979	1	4	4	
1980	1	3	3	
1981	2	6	9	
1982	2	4	8	
1983	3	4	11	
1984	1	3	3	
1985	2	4	7	
1986	1	3	3	
1987	4	9	21	
1988	2	5	8	
1989	4	6	17	
1990	1	7	7	
1991	5	6	25	
1992	2	5	9	
1993	0	0	0	
1994	2	3	6	
1995	2	6	11	
1996	2	4	7	
1997	1	3	3	
1998	1	3	3	
1999	0	0	0	
2000	3	4	10	
2001	1	6	6	
2002	0	0	0	
2003	5	5	20	
2004	2	4	7	
2005	3	4	10	
2006	6	6	23	
2007	1	3	3	
2008	0	0	0	
2009	5	4	19	
2010	5	5	21	
2011	4	16	30	
2012	3	8	17	
2013	4	7	20	
2014	3	4	12	
2015	4	3	12	

Anexo 2 - Reclassificação do Uso e Ocupação do Solo em Áreas Verdes e Não Verdes

Uso e Ocupação do Solo	Reclassificação COS	
	Área Verde	Área Não Verde
Tecido edificado contínuo predominantemente vertical		X
Tecido edificado contínuo predominantemente horizontal		X
Tecido edificado descontínuo		X
Tecido edificado descontínuo esperso		X
Áreas de estacionamentos e logradouros		X
Espaços vazios sem construção		X
Indústria		X
Comércio		X
Infraestruturas de produção de energia não renovável		X
Infraestruturas para captação, tratamento e abastecimento de águas para consumo		X
Infraestruturas de tratamento de resíduos e águas residuais		X
Rede viária e espaços associados		X
Rede ferroviária e espaços associados		X
Lixeiras e Sucatas		X
Áreas em construção		X
Instalações desportivas		X
Equipamentos culturais		X
Cemitérios		X
Outros equipamentos e instalações turísticas		X
Parques e jardins	X	
Culturas temporárias de sequeiro e regadio	X	
Mosaicos culturais e parcelares complexos	X	
Agricultura com espaços naturais e seminaturais	X	
Pastagens espontâneas	X	
SAF de pinheiro manso	X	
Florestas de eucalipto	X	
Florestas de outras folhosas	X	
Florestas de pinheiro-bravo	X	
Florestas de pinheiro manso	X	
Florestas de outras resinosas	X	
Matos	X	

Anexo 3 - Lista de Variáveis usadas para Avaliar a Criticidade na AML

Código	Descrição da Variável
Vacant	Unidades habitacionais vagas (%)
No Water	Unidades habitacionais sem abastecimento de água (%)
No Sewage	Unidades habitacionais sem sistema de esgoto (%)
Rented	Unidades habitacionais alugadas (%)
1or2Div	Unidades habitacionais com 1 ou 2 divisões (%)
5plusDiv	Unidades habitacionais com cinco ou mais divisões (%)
Less 50 m2	Unidades habitacionais com menos de 50 m ² (%)
Plus 200 m2	Unidades habitacionais com mais de 200 m ² (%)
Plus 100 m2	Unidades habitacionais com mais de 100 m ² (%)
With Bath	Unidades habitacionais com instalações de banho (%)
Owner	Unidades habitacionais ocupadas pelo proprietário (%)
Before 1970	Edifícios construídos antes de 1970 (%)
1 or 2 floors	Edifícios com 1 ou 2 andares (%)
5 plus floors	Edifícios com cinco ou mais andares (%)
Concrete	Edifícios com estrutura de concreto (%)
Stone	Edifícios com estrutura de adobe e pedra solta (%)
Study 9th	Indivíduos a estudar (1º ao 9º ano) (%)
Study muni	Indivíduos a estudar no município de residência (%)
Complete 9th	Indivíduos com o 9º ano completo (%)
Higher edu	Indivíduos com ensino superior completo (%)
Illiter	Indivíduos analfabetos (%)
Primary sector	Indivíduos empregados no setor primário (%)
Secondary sector	Indivíduos empregados no setor secundário (%)
Tertiary sector	Indivíduos empregados no setor terciário (%)
Unemployed	Indivíduos entre 25 e 64 anos desempregados ou à procura do primeiro emprego (%)
Employed	Indivíduos entre 25 e 64 anos empregados (%)
Work muni	Indivíduos a trabalhar no município de residência (%)
Work study muni	Indivíduos a trabalhar ou estudar no município de residência (%)
No activ	Indivíduos sem atividade económica (%)
Work study out	Indivíduos a trabalhar ou estudar fora do município de residência (%)
Indiv family	Nº de indivíduos por família (Nº)
5plusfamily	Famílias com cinco ou mais elementos (%)
1or2family	Famílias com 1 ou 2 elementos (%)
65 plus family	Famílias com elementos com 65 ou mais anos (%)
All employed	Famílias sem elementos desempregados (%)
Childinfamily	Famílias com crianças com menos de 15 anos (%)
Pop0to4	Indivíduos com menos de cinco anos (%)
Pop15to24	Indivíduos entre 15 e 24 anos (%)
Pop65plus	Indivíduos com 65 anos ou mais (%)
Indiv per dwell	Nº de indivíduos por habitação (Nº)
Masculi rate	Taxa de masculinidade (%)
Retired	Indivíduos aposentados (%)
Women pop	População feminina (%)

Anexo 4 - Lista de Variáveis usadas para Avaliar a Capacidade de Suporte na AML

Código	Descrição da Variável
Hotel housing	Cobertura por hotéis com capacidade para abrigo temporário
Fire sta	Cobertura por corporações de bombeiros
Pharm	Cobertura por farmácias
Road nodes 34	Cobertura pela rede viária principal
Hospital	Cobertura por hospitais
Health centre	Cobertura por centros de saúde
Gas sta	Cobertura por postos de combustível e energia para automóveis
Police	Cobertura por esquadras de polícia
Grocery	Cobertura por mercearias

Anexo 5 - Lista Final de Variáveis usadas na Avaliação da Criticidade, após Eliminação da Redundância

Código	Descrição da Variável
Rented	Famílias alugadas (%)
Less 50 m2	Unidades habitacionais com menos de 50 m ² (%)
With bath	Unidades habitacionais com instalações de banho (%)
Before 1970	Edifícios construídos antes de 1970 (%)
Concrete	Edifícios com estrutura de concreto (%)
Complete 9th	Indivíduos com nove anos de escolaridade completados (%)
Higher edu	Indivíduos com ensino superior completo (%)
Secondary sector	Indivíduos empregados no setor secundário (%)
Employed	Indivíduos entre 25 e 64 anos empregados (%)
5 plus family	Famílias com cinco ou mais elementos (%)
Pop 65 plus	Indivíduos com 65 anos ou mais (%)
Women pop	População feminina (%)

Anexo 6 – Ondas de calor registadas pelo *ClimPACT2* e de acordo com Nairn e Fawcett (2014) e valores correspondentes de EHF diário e EHF acumulado. Fonte dos dados de temperatura: Base de dados *Iberia01* (Herrera *et al.*, 2019)

Dia/Mês/Ano	Onda de Calor	EHF Diário	EHF Acumulado
18/08/1972		5,87	
19/08/1972	HW1	15,17	26,83
20/08/1972		5,79	
31/08/1973		0,18	
01/09/1973	HW2	0,65	2,82
02/09/1973		1,99	
21/05/1974		9,34	
22/05/1974	HW3	42,62	98,43
23/05/1974		44,29	
24/05/1974		2,18	
10/07/1974		0,22	
11/07/1974	HW4	14,64	32,26
12/07/1974		15,46	
13/07/1974		1,95	
21/07/1974		1,41	
22/07/1974	HW5	6,86	12,33
23/07/1974		4,05	
23/08/1974		1,91	
24/08/1974	HW6	2,69	4,94
25/08/1974		0,34	
02/05/1975		0,47	
03/05/1975	HW7	8,59	17,87
04/05/1975		8,81	
26/08/1975		9,49	
27/08/1975	HW8	11,50	25,40
28/08/1975		4,42	
11/09/1977		0,29	
12/09/1977	HW9	0,69	1,29
13/09/1977		0,31	
29/09/1977		0,12	
30/09/1977	HW10	0,94	1,88
01/10/1977		0,83	
23/08/1978		0,54	
24/08/1978	HW11	12,29	34,93
25/08/1978		18,47	
26/08/1978		3,62	

10/09/1978		1,54	
11/09/1978		3,24	
12/09/1978	HW12	7,54	21,66
13/09/1978		6,89	
14/09/1978		2,44	
22/09/1978		0,17	
23/09/1978		2,17	
24/09/1978	HW13	8,39	19,30
25/09/1978		7,06	
26/09/1978		1,43	
27/09/1978		0,07	
12/05/1979		17,29	
13/05/1979	HW14	39,28	110,93
14/05/1979		37,11	
15/05/1979		17,25	
15/09/1980		0,90	
16/09/1980	HW15	4,43	8,22
17/09/1980		2,89	
13/06/1981		13,38	
14/06/1981		55,19	
15/06/1981	HW16	68,92	238,73
16/06/1981		65,50	
17/06/1981		24,75	
18/06/1981		10,99	
14/07/1981		12,42	
15/07/1981	HW17	19,65	40,69
16/07/1981		8,62	
09/08/1982		2,70	
10/08/1982	HW18	18,72	50,27
11/08/1982		23,39	
12/08/1982		5,47	
02/09/1982		4,80	
03/09/1982	HW19	12,33	25,71
04/09/1982		6,66	
05/09/1982		1,92	
15/06/1983		10,27	
16/06/1983	HW20	42,92	82,34
17/06/1983		25,31	
18/06/1983		3,84	
06/09/1983		0,93	
07/09/1983	HW21	3,59	5,81
08/09/1983		1,29	

26/09/1983		3,37			
27/09/1983	HW22	9,99	22,18		
28/09/1983		7,97			
29/09/1983		0,85			
30/08/1984		1,36			
31/08/1984	HW23	4,76	7,71		
01/09/1984		1,59			
14/09/1985		1,59			
15/09/1985	HW24	11,13	23,29		
16/09/1985		10,07			
17/09/1985		0,49			
29/09/1985		1,03			
30/09/1985	HW25	2,16	5,18		
01/10/1985		1,99			
19/07/1986		2,54			
20/07/1986	HW26	7,58	17,75		
21/07/1986		7,63			
29/06/1987		2,06			
30/06/1987		1,73			
01/07/1987	HW27	0,84	7,87		
02/07/1987		2,24			
03/07/1987		1,00			
01/08/1987		0,07			
02/08/1987	HW28	13,25	33,16		
03/08/1987		18,24			
04/08/1987		1,60			
08/09/1987		7,33			
09/09/1987	HW29	2,77	10,26		
10/09/1987		0,16			
12/09/1987		1,46			
13/09/1987		5,15			
14/09/1987		8,20			
15/09/1987		7,89			
16/09/1987	HW30	3,47	42,23		
17/09/1987		5,07			
18/09/1987		5,96			
19/09/1987		4,33			
20/09/1987		0,69			
06/09/1988				9,04	
07/09/1988				23,14	
08/09/1988		HW31		27,81	88,86
09/09/1988	23,05				
10/09/1988	5,82				

27/09/1988		0,97	
28/09/1988	HW32	6,14	9,98
29/09/1988		2,87	
03/05/1989		0,47	
04/05/1989		0,32	
05/05/1989	HW33	4,85	23,33
06/05/1989		10,49	
07/05/1989		7,20	
12/07/1989		5,63	
13/07/1989	HW34	8,47	20,37
14/07/1989		6,28	
27/07/1989		4,95	
28/07/1989		6,88	
29/07/1989	HW35	4,11	21,97
30/07/1989		1,21	
31/07/1989		2,95	
01/08/1989		1,87	
29/09/1989		4,66	
30/09/1989	HW36	4,57	10,68
01/10/1989		1,45	
18/07/1990		12,05	
19/07/1990		13,02	
20/07/1990		10,25	
21/07/1990	HW37	0,48	40,90
22/07/1990		1,20	
23/07/1990		0,58	
24/07/1990		3,32	
19/05/1991		0,02	
20/05/1991	HW38	2,80	6,66
21/05/1991		3,41	
22/05/1991		0,44	
24/05/1991		5,14	
25/05/1991		10,50	
26/05/1991	HW39	17,01	57,07
27/05/1991		16,29	
28/05/1991		8,12	
15/07/1991		11,14	
16/07/1991		18,47	
17/07/1991	HW40	26,10	120,16
18/07/1991		42,94	
19/07/1991		21,51	
11/08/1991		3,54	
12/08/1991	HW41	7,62	30,66
15/08/1991		0,87	

16/09/1991		6,52	
17/09/1991		13,39	
18/09/1991	HW42	15,42	55,54
19/09/1991		12,18	
20/09/1991		6,64	
21/09/1991		1,40	
17/05/1992		9,18	
18/05/1992	HW43	7,43	17,25
19/05/1992		0,64	
03/08/1992		1,35	
04/08/1992		3,00	
05/08/1992	HW44	4,23	21,44
06/08/1992		8,73	
07/08/1992		4,12	
01/05/1994		24,10	
02/05/1994	HW45	26,84	69,73
03/05/1994		18,79	
10/06/1994		2,38	
11/06/1994	HW46	13,34	21,23
12/06/1994		5,51	
03/05/1995		3,69	
04/05/1995		13,15	
05/05/1995	HW47	22,91	53,42
06/05/1995		13,24	
07/05/1995		0,44	
25/08/1995		3,36	
26/08/1995		12,36	
27/08/1995	HW48	22,45	98,08
28/08/1995		28,78	
29/08/1995		23,17	
30/08/1995		7,96	
15/06/1996		7,52	
16/06/1996	HW49	7,33	15,41
17/06/1996		0,56	
26/06/1996		0,37	
27/06/1996	HW50	4,37	12,32
28/06/1996		4,25	
29/06/1996		3,34	
30/04/1997		3,30	
01/05/1997	HW51	17,18	48,93
02/05/1997		21,29	
03/05/1997		7,16	

06/08/1998		6,41	
07/08/1998	HW52	6,04	13,55
08/08/1998		1,10	
15/06/2000		4,35	
16/06/2000	HW53	8,59	35,53
17/06/2000		14,30	
18/06/2000		8,30	
08/08/2000		0,92	
09/08/2000	HW54	2,30	5,81
10/08/2000		2,59	
28/05/2001		8,11	
29/05/2001		26,64	
30/05/2001	HW55	30,14	98,76
31/05/2001		22,01	
01/06/2001		10,37	
02/06/2001		1,48	
20/06/2003		9,74	
21/06/2003	HW56	18,84	33,46
22/06/2003		4,88	
31/07/2003		5,95	
01/08/2003		30,49	
02/08/2003	HW57	55,45	151,15
03/08/2003		45,39	
04/08/2003		13,87	
07/08/2003		7,45	
08/08/2003	HW58	9,24	17,83
09/08/2003		1,14	
12/08/2003		1,93	
13/08/2003	HW59	7,92	19,94
14/08/2003		7,67	
15/08/2003		2,41	
12/09/2003		1,02	
13/09/2003		13,05	
14/09/2003	HW60	18,21	41,52
15/09/2003		7,92	
16/09/2003		1,31	
25/07/2004		6,14	
26/07/2004	HW61	20,23	50,37
27/07/2004		17,67	
28/07/2004		6,33	

23/09/2004		0,98	
24/09/2004	HW62	5,05	7,92
25/09/2004		1,86	
26/09/2004		0,02	
07/06/2005		4,71	
08/06/2005	HW63	19,29	47,28
09/06/2005		18,59	
10/06/2005		4,69	
05/08/2005		17,09	
06/08/2005	HW64	26,26	55,27
07/08/2005		11,93	
14/08/2005		0,18	
15/08/2005	HW65	4,10	4,41
16/08/2005		0,14	
28/05/2006		14,15	
29/05/2006	HW66	26,64	62,66
30/05/2006		18,91	
31/05/2006		2,96	
04/06/2006		0,74	
05/06/2006	HW67	4,83	10,41
06/06/2006		4,84	
13/07/2006		4,17	
14/07/2006		7,05	
15/07/2006	HW68	14,24	60,31
16/07/2006		15,36	
17/07/2006		14,50	
18/07/2006		4,99	
11/08/2006		1,40	
12/08/2006	HW69	4,52	6,98
13/08/2006		1,05	
30/08/2006		0,15	
31/08/2006	HW70	1,05	1,65
01/09/2006		0,45	
04/09/2006		0,05	
05/09/2006	HW71	3,81	9,01
06/09/2006		4,27	
07/09/2006		0,88	
09/05/2007		1,09	
10/05/2007	HW72	3,53	4,85
11/05/2007		0,23	

04/05/2009		3,64	
05/05/2009	HW73	7,44	20,60
06/05/2009		7,18	
07/05/2009		2,34	
29/05/2009		1,67	
30/05/2009	HW74	16,88	39,23
31/05/2009		16,60	
01/06/2009		4,09	
19/06/2009		2,64	
20/06/2009	HW75	7,04	21,69
21/06/2009		7,67	
22/06/2009		4,33	
13/08/2009		3,66	
14/08/2009	HW76	5,43	12,81
15/08/2009		3,30	
16/08/2009		0,42	
24/09/2009		0,57	
25/09/2009	HW77	3,95	7,72
26/09/2009		3,21	
20/05/2010		13,24	
21/05/2010		25,89	
22/05/2010	HW78	25,95	79,12
23/05/2010		13,71	
24/05/2010		0,32	
06/07/2010		16,14	
07/07/2010	HW79	28,62	58,11
08/07/2010		13,35	
26/07/2010		5,31	
27/07/2010		20,29	
28/07/2010	HW80	24,10	67,10
29/07/2010		13,04	
30/07/2010		4,37	
09/08/2010		1,95	
10/08/2010	HW81	6,56	34,42
11/08/2010		14,33	
12/08/2010		11,57	
30/08/2010		0,67	
31/08/2010	HW82	6,53	13,35
01/09/2010		5,89	
02/09/2010		0,25	

12/05/2011		4,24	
13/05/2011		13,49	
14/05/2011		14,18	
15/05/2011	HW83	14,80	64,62
16/05/2011		9,21	
17/05/2011		6,46	
18/05/2011		2,24	
25/05/2011		5,76	
26/05/2011	HW84	10,70	19,66
27/05/2011		3,09	
28/05/2011		0,12	
26/06/2011		0,12	
27/06/2011	HW85	13,63	17,90
28/06/2011		4,15	
29/09/2011		0,32	
30/09/2011		1,79	
01/10/2011		1,58	
02/10/2011		3,60	
03/10/2011		3,61	
04/10/2011		4,13	
05/10/2011		4,79	
06/10/2011		6,17	
07/10/2011		5,39	
08/10/2011		1,18	
09/10/2011	HW86	0,25	52,44
10/10/2011		0,01	
11/10/2011		0,50	
12/10/2011		1,21	
13/10/2011		1,92	
14/10/2011		4,86	
15/10/2011		4,45	
16/10/2011		2,13	
17/10/2011		1,34	
18/10/2011		1,40	
19/10/2011		1,22	
20/10/2011		0,60	

11/05/2012		3,04	
12/05/2012		19,66	
13/05/2012		31,26	
14/05/2012	HW87	23,72	137,99
15/05/2012		18,81	
16/05/2012		17,11	
17/05/2012		19,25	
18/05/2012		5,15	
26/06/2012		5,73	
27/06/2012	HW88	24,44	43,03
28/06/2012		12,85	
02/09/2012		0,95	
03/09/2012		6,11	
04/09/2012	HW89	6,81	24,22
05/09/2012		5,92	
06/09/2012		2,98	
07/09/2012		1,44	
26/06/2013		6,30	
27/06/2013		15,91	
28/06/2013		9,12	
29/06/2013	HW90	7,02	61,65
30/06/2013		9,32	
01/07/2013		12,63	
02/07/2013		1,36	
05/07/2013		1,47	
06/07/2013		26,80	
07/07/2013		43,50	
08/07/2013	HW91	42,72	162,73
09/07/2013		31,76	
10/07/2013		15,57	
11/07/2013		0,91	
01/09/2013		0,02	
02/09/2013	HW92	0,20	0,37
03/09/2013		0,14	
22/09/2013		1,43	
23/09/2013	HW93	4,49	7,39
24/09/2013		1,48	
03/05/2014		2,28	
04/05/2014	HW94	7,18	21,33
05/05/2014		9,91	
06/05/2014		1,96	
15/05/2014		0,61	
16/05/2014	HW95	6,99	15,22
17/05/2014		6,41	
18/05/2014		1,22	

14/06/2014		3,89	
15/06/2014	HW96	15,33	45,83
16/06/2014		19,79	
17/06/2014		6,83	
12/05/2015		1,51	
13/05/2015	HW97	4,31	8,70
14/05/2015		2,88	
27/05/2015		2,30	
28/05/2015	HW98	7,28	15,58
29/05/2015		6,00	
08/06/2015		4,33	
09/06/2015	HW99	8,06	15,60
10/06/2015		3,21	
28/06/2015		0,39	
29/06/2015	HW100	3,54	8,10
30/06/2015		4,17	

Anexo 7 - Classe de Capacidade de Suporte, no Município da Amadora, por número de secções estatísticas e de habitantes. Fonte: Santos *et al.* (2023)

Capacidade de Suporte		
Classe	Parâmetro	Nº
Muito Reduzido	Nº Secções Estatísticas	0
	Nº Habitantes	0
Reduzido	Nº Secções Estatísticas	0
	Nº Habitantes	0
Moderado	Nº Secções Estatísticas	0
	Nº Habitantes	0
Elevado	Nº Secções Estatísticas	141
	Nº Habitantes	94 440
Muito Elevado	Nº Secções Estatísticas	138
	Nº Habitantes	80 696
Total	Nº Secções Estatísticas	279
	Nº Habitantes	175 136

Anexo 8 - Classe de Criticidade, para o Município da Amadora, por número de secções estatísticas e de habitantes. Fonte: Santos *et al.* (2023)

Classe	Criticidade	
	Parâmetro	Nº
Muito Reduzido	Nº Secções Estatísticas	26
	Nº Habitantes	15 172
Reduzido	Nº Secções Estatísticas	46
	Nº Habitantes	30 578
Moderado	Nº Secções Estatísticas	58
	Nº Habitantes	38 083
Elevado	Nº Secções Estatísticas	121
	Nº Habitantes	75 450
Muito Elevado	Nº Secções Estatísticas	28
	Nº Habitantes	15 853
Total	Nº Secções Estatísticas	279
	Nº Habitantes	175 136