



Escola Nacional de Saúde Pública

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Dissertação de Mestrado em Gestão da Saúde

João Diogo Raimundo Mesquita

Abril de 2024



**Escola Nacional
de Saúde Pública**

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Impacto na mortalidade por ondas de calor na União Europeia e no
Reino Unido**

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão da Saúde, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Christopher Millett

Abril de 2024

Agradecimentos

A dissertação aqui exposta significa o culminar de dois anos de trabalho e de muita aprendizagem. Combina elementos letivos lecionados durante o período curricular, mas também um tema pelo qual me interessa e o qual acredito que seja muito importante não só para o mundo, mas também particularmente para o nosso país e para a Europa.

Desta forma, gostaria de agradecer a quem me fez crescer, aprender e atingir os meus objetivos:

- Ao meu orientador, Professor Doutor Christopher Millett, por todo o apoio que me prestou desde o momento inicial, por todos os conselhos e abertura. Por me inspirar e por me fazer interessar cada vez mais por este tema;
- Ao Professor Doutor Paulo Boto, pela disponibilidade e ajuda sempre que necessário;
- Ao Professor Doutor Pedro Aguiar, o qual permitiu desenvolver parte desta análise;
- Aos meus pais e avós por todo o amor e ternura e por me ensinarem a ser tenaz, dedicado e por acreditarem sempre em mim, mesmo quando eu não acredito;
- A toda a minha família, pelo incentivo, por serem incansáveis e estarem sempre prontos a ajudar;
- A todos os meus amigos, seja em Lisboa, quer seja no Porto, pois estão sempre presentes para me apoiar;
- E à Marta, que diariamente me faz ser uma pessoa melhor, com quem eu aprendo todos os dias. Porque me faz bem, pelo carinho e dedicação e por ser o meu porto de abrigo.

A todos estes e a muitos mais,

O meu muito obrigado!

Resumo

Introdução: Devido às alterações climáticas, várias regiões estão mais vulneráveis a efeitos nocivos no seu ecossistema, incluindo na Europa. Nesta área, uma maior frequência de eventos extremos de calor extremo, cada vez mais intensos, combinando com uma demografia cada vez mais envelhecida pode potenciar um aumento considerável dos óbitos e criar uma pressão significativa sobre os sistemas de saúde.

Objetivo: Analisar a literatura existente para entender o impacto das ondas de calor na mortalidade de países integrantes da União Europeia.

Metodologia: Esta dissertação pretendeu efetuar uma revisão sistemática, com meta-análise, através da análise PRISMA para obtenção de artigos válidos. A meta-análise foi efetuada através do programa estatístico SPSS, a partir dos artigos enquadráveis na mesma.

Resultados: Foram obtidos 35 artigos, que analisaram a mortalidade após impacto destes eventos em diversos países da União Europeia e Reino Unido, em determinados momentos, por vezes avaliando algumas componentes secundárias. A meta-análise efetuada obteve um aumento de 11,6% em mortalidade por ondas de calor.

Conclusão: Existe concordância entre a grande maioria dos estudos selecionados a nível do aumento da mortalidade, sobretudo para os idosos a partir dos 65 anos. O risco está presente em todas as regiões observadas. Efeitos como a ilha urbana de calor podem exacerbar este acréscimo na mortalidade, porém programas de prevenção e adaptação podem, por sua vez, ajudar a atenuar os efeitos do calor extremo. Também o nível socioeconómico e o género podem intensificar os *outcomes* destes eventos.

Palavras-Chave: Ondas de Calor; Mortalidade; Europa.

Abstract

Introduction: Because of climate change, many regions, including Europe, are beginning to suffer extreme weather effects. Here, more frequent hot weather events, with increasing intensity, combined with an aging demographic can exacerbate mortality and create big pressures on health systems.

Objectives: Our goal was to investigate existing literature and observe the impact of heatwaves on mortality, within countries of the European Union and the United Kingdom

Methodology: This dissertation is a systematic review of literature, with meta-analysis. Prisma statement was used to filter the articles and meta-analysis was done with IBM SPSS, from the studies with eligibility to such.

Results: 35 studies were obtained, which analysed the impact of heatwaves on mortality in various nations, sometimes evaluating other components. Meta-analysis found a 11.6% increase in mortality due to this weather event.

Conclusion: We were able to obtain a high level of agreement among most of the selected studies regarding increase in mortality, especially above 65 years of age. There is risk in all the regions we observed. We also detected that the Urban Heat Island (UHI) effect can aggravate this increase in mortality although plans might help in bringing the effects of extreme heat down. Other variables like socioeconomic status, quality of life, level of education, household characteristics and gender can also influence the effect of heat on mortality.

Keywords: Mortality; Heatwaves; Europe.

Índice

1. Introdução	1
2. Enquadramento teórico	3
2.1 O Ser Humano e o Ambiente	3
2.2 Ondas de Calor.....	4
2.3 Alterações Climáticas e as ondas de Calor.....	5
2.4 Porque é urgente aprofundar conhecimento sobre ondas de calor?.....	6
2.5 Ondas de Calor num clima em mudança	6
2.6 Porquê a Europa?	7
3. Impacto do calor na saúde individual e pública.....	10
3.1 Saúde Pública.....	10
3.2 Saúde Individual.....	11
3.3 Fatores de Risco em Relação ao Calor Extremo.....	12
3.4 Prevenção e Vigilância	12
3.5 Doenças Relacionadas com o Calor	13
3.6 Sistemas de Saúde – Impactos e Necessidades	14
3.7 A diferença entre ambientes rurais e ambientes urbanos	15
4. Metodologia.....	17
4.1 Revisão Sistemática	17
4.2 Pergunta de Investigação.....	17
4.3 Objetivos.....	17
4.4 Pesquisa e Termos	18
4.5 Critérios de Inclusão e Exclusão.....	19
4.7 Processo de Seleção.....	21
4.8 Artigos Identificados	21
4.9 Meta-Análise.....	25
4.10 Questões Éticas.....	25
5. Resultados	26
5.1 Análise breve dos artigos.....	26
5.2 População	26
5.3 Características dos Estudos	26
5.4 Tipo de Análise.....	27
5.5 Definição de ondas de calor.....	27
5.6 Resultados	29
5.6.1 Impacto na Mortalidade.....	29
5.6.1.1 Estudos a Nível Europeu	30
5.6.1.2 Estudos a Nível Nacional.....	30
5.6.1.3 Estudos a Nível Local.....	33
5.6.2 Associação do Nível Socioeconómico.....	35
5.6.3 Preponderância da idade e do sexo	36
5.6.4 Efeito da Ilha Urbana de Calor e diferenças entre ambiente rural e urbano	38
5.6.5 Impacto medidas de prevenção	39
5.6.6 Ideias Relevantes.....	39
5.6.7 Resultados Meta-Análise.....	40
5.6.8 Análise de Qualidade.....	42
6. Discussão	45
6.1 Relações Geográficas	45
6.2 Relações Etárias e de Sexo.....	46
6.3 Relações Socioeconómicas	46

6.4	Prevenção	47
6.5	Meta-Análise: Como se compara?	48
6.7	Limitações	50
6.8	Recomendações.....	51
7.	Conclusão.....	52
	<i>Referências Bibliográficas.....</i>	53
	<i>Anexos</i>	66

Lista de Figuras e Tabelas

Lista de Figuras:

Figura 1: Número de eventos de ondas de calor na Europa, por regiões.....	8
Figura 2: Termorregulação numa onda de calor.....	11
Figura 3: Diagrama Prisma.....	21
Figura 4: Análise Prima.....	24
Figura 5: Gráfico de Floresta e Tabela de Análise dos Artigos.....	42
Figura 6: Modelo Aplicado de Governância de Risco	48

Lista de Tabelas:

Tabela 1: Análise por Motor de Busca.....	23
Tabela 2: Resultado Geral Meta-Análise.....	40
Tabela 3: Análise individual das variáveis.....	41
Tabela 4: Teste de Homogeneidade.....	41
Tabela 5: Teste de Heterogeneidade.....	41

Lista de Abreviaturas

- AVC: Acidente Vascular Cerebral;
- DPOC: Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica;
- EHF: *Excess Heat Factor*;
- EU: *European Union*;
- EUA: Estados Unidos da América;
- EPHPP: *Effective Public Health Practice Project*
- ICU: Ilha de Calor Urbano;
- IPCC: *The Intergovernmental Panel on Climate Change*;
- HWI: *Heatwave Index*;
- NU: Nações Unidas;
- OC: Ondas de Calor;
- OR: Odds Ratio;
- RR: Risco Relativo;
- RU: Reino Unido;
- UE: União Europeia.

1. Introdução

No verão de 2022, vários jornais europeus reportavam uma situação comum nos seus países. Várias ondas de calor extremas tinham atingido os seus, quebrando recordes de temperatura e de dias seguidos com temperaturas acima do normal para a época. A atenção mediática rapidamente se focou nas alterações climáticas e em como as combater da melhor forma e com mais celeridade.

Uma das consequências destas alterações, o aquecimento global, é um fenómeno que consiste na premissa de que tem existido, desde o último século, um aumento global da temperatura aérea média do planeta terra. Esta alteração é acompanhada por outras transformações em diversos fenómenos naturais e meteorológicos (Selin, Mann, 2023). Uma das alterações mais pronunciadas resultantes destas modificações ambientais manifestam-se através de ondas de calor extremas.

Estas podem resultar em consequências muito graves, sobretudo ao nível da saúde do indivíduo, especialmente o mais vulnerável (Arbutnott et al, 2016). Na Europa, é um dos principais perigos mais letais relacionados com as alterações meteorológicas (Naumann et al, 2020) e são consideradas, pelo painel intergovernamental para as mudanças climáticas (IPCC), como o evento mais relevante e perigoso fruto das mudanças climáticas, sendo a sua mitigação fulcral (Smid et al, 2019).

Na Europa, o aumento da frequência e intensidade das ondas de calor e a alteração da pirâmide demográfica em curso fará com que exista um número de pessoas com fatores de risco em relação a estes eventos meteorológicos cada vez maior, criando, assim, uma grande necessidade de preparação para estes eventos extremos.

Desta forma, este trabalho pretendeu analisar o impacto que as ondas de calor têm na mortalidade dentro das regiões europeias. Apresenta-se em sete partes: através de uma introdução ao tema, do enquadramento teórico que nos ajuda a entender como é que o Ser Humano se relaciona com o ambiente, o porquê da necessidade de criar mais literatura e investigação a nível europeu sobre ondas de calor e como estas se relacionam com as alterações climáticas. Após este segmento, é aprofundado o impacto do calor na saúde individual e pública, quais são os fatores de risco em relação a esta temática e quais as patologias que podem estar adjacentes a este evento meteorológico.

Também são investigadas as características que podem dinamizar o impacto numa região, como afetam o sistema de saúde e os seus recursos. Os capítulos finais apresentam a estratégia de investigação e os resultados da mesma, sendo, de seguida, elaborada uma discussão em que são interpretados os mesmos e, posteriormente, é apresentada uma conclusão dos dados que foram obtidos neste trabalho.

Encontra-se no final do artigo, toda a bibliografia usada e os anexos que, devido ao desenho do trabalho, não foram possíveis de incluir de forma escrita, mas que pretendem ajudar a simplificar a visualização do trabalho.

O trabalho foi executado de acordo com a Norma Portuguesa por decisão pessoal do autor.

2. Enquadramento teórico

2.1 O Ser Humano e o Ambiente

"Every breath of air we take, every mouthful of food that we take, comes from the natural world. And if we damage the natural world, we damage ourselves."

David Attenborough

A relação do Ser Humano com o ecossistema do planeta Terra é uma ligação imensamente peculiar. O Homem, como ser vivo que é, depende do mesmo para manter os seus padrões de vida e a sua saúde. No entanto, acontecimentos como a revolução industrial e tecnológica, com todos os seus aspetos positivos para o desenvolvimento humano, trouxeram consigo uma ideia de que é possível controlar o clima, utilizar recursos naturais sem limites e de forma insustentável.

O ambiente e, em particular, o clima, está relacionado de forma muito próxima com a saúde humana, sendo esta associação tanto positiva como negativa, estando estes últimos normalmente associados a eventos climatéricos extremos (Muthers, Matzarakis e Koch, 2010).

Desde o século XX, que as alterações climáticas se tem tornado um dos aspetos mais importantes da vida humana e das questões da vida política e social.

Dados assinalam que a revolução industrial, uma grande impulsionadora da humanidade, que levou a um grande avanço tecnológico e que trouxe aspetos positivos em relação à modernização da sociedade, fez com que as atividades humanas e industriais começassem a adquirir uma influência crescente sobre o clima e os ecossistemas. Atualmente, está largamente estabelecido pela comunidade internacional, política e científica, que as ações andrógenas têm exacerbado a variação do clima e têm causado danos, não só ao meio ambiente, como também à saúde humana. Estas alterações do meio ambiente trouxeram e vão trazer novas ameaças à saúde humana, sobretudo nas populações mais pobres, nomeadamente em países mais desfavorecidos, que são os mais vulneráveis à ameaça climática. É o caso de doenças propagadas por vetores, que representam um impacto na taxa de mortalidade 300x maior em países em desenvolvimento do que desenvolvidos, o que aumenta a desigualdade social e aumenta os custos da saúde e a pressão nos sistemas de saúde (Rossati, 2017).

As consequências das alterações climáticas, tais como as secas, os incêndios florestais ou as temperaturas altas afetam a saúde e as vidas dos indivíduos. Existe um aumento de várias patologias, como doenças respiratórias, infecciosas ou cardiovasculares e, por

consequente, o agravar da mortalidade e da morbidade. Esta associação entre mudanças no clima e a deterioração da saúde demonstra a necessidade da procura de uma relação mais adequada entre a espécie humana e os elementos naturais, uma vez que, no futuro, mantendo-se as condições de evolução destas alterações, o princípio é que os *outcomes* na saúde humana sejam cada vez piores (Rocque et al, 2021).

2.2 Ondas de Calor

Uma onda de calor é um fenómeno meteorológico extremo e de grande impacto que afeta, entre muitos aspetos, a saúde do Ser Humano e o funcionamento normal da sociedade. A definição desta é no entanto, já de si, de uma grande variabilidade.

A sua definição depende da realidade climática e dos parâmetros de temperatura para cada país e das características demográficas, variáveis que dificultam a análise da temática. Sem uma boa definição, transversal e compreensiva é mais difícil incidir na prevenção das mesmas (Tong et al, 2015).

Em termos meteorológicos, pode ser definida de forma simples, como um período de dias com temperaturas mais altas que o normal. Outras definições variam desde quando a temperatura excede 32°C durante pelo menos 3 dias, quando surgem pelo menos 6 dias consecutivos com as temperaturas máximas a excederem o nonagésimo percentil de temperatura para determinada localidade, quando atingem o nonagésimo-quinto percentil de temperatura pelo menos 2 dias no verão, quando as temperaturas estão no nonagésimo-nono e meio percentil ou mais alto por dois dias ou mais ou quando ocorre um período de pelo menos 3 dias em que o calor em excesso e o stress causado pelo calor é pouco usual para o clima da região (Dimitriadou, Nastos, Zerefos, 2021).

No Reino Unido, segundo o Met Office, uma onda de calor acontece quando uma determinada localidade tem, pelo menos, 3 dias consecutivos com as temperaturas máximas a atingir ou ultrapassar o limiar de temperatura para onda de calor, limiar este que varia de região para região.

Estes eventos estão associados a um aumento de curto prazo da mortalidade, mas também ao desconforto e à menor produtividade laboral (Kovats, Kristie, 2006; Ebi et al, 2021).

Em anos recentes, este fenómeno meteorológico tem sido associado, cada vez mais, às alterações climáticas. O planeta tem visto a sua temperatura média a aumentar progressivamente e, à medida que este aumento se acentua, é notório que a frequência e intensidade dos episódios de ondas de calor extremas tem aumentado.

2.3 Alterações Climáticas e as ondas de Calor

O impacto humano, tanto nas alterações climáticas, como no posterior surgimento das ondas de calor, é bastante significativo e muitas vezes subestimado.

Grande parte das revisões sistemáticas afirmam que este impacto no clima está associado a danos à saúde humana (Rocque et al, 2021).

A nível climático vemos os efeitos andrógenos da atividade e desenvolvimento humano em áreas como a Amazónia, onde estes eventos se associam a fenómenos de desflorestação. Noutras latitudes, tornando mais provável o acontecimento destas ocorrências, acabam por intensificar muitas vezes uma situação hidrológica já de si dramática, com pouca precipitação e seca extrema (AghaKouchak et al, 2014).

As ondas de calor, eventos que sempre foram raros, com o acelerar da mudança climática e, por conseguinte, da temperatura média, para além de se tornarem mais frequentes e intensas, irão tornar-se cada vez mais longas (Stefanon, D'Andrea, Drobinski, 2012).

Outros estudos mostram como as mudanças ambientais, regionais e globais associadas às alterações climáticas, podem justificar o intensificar do calor e da sua frequência em outras regiões. Neste sentido, existem evidências de uma ligação entre a redução da concentração de gelo marítimo do Oceano Ártico, da redução da fração de cobertura de neve euroasiática e das ondas de calor que ocorrem na Europa (Zhang et al, 2020).

Normalmente, as ondas de calor acontecem quando os sistemas de alta pressão atmosféricos ficam estacionários. Desta forma, com o enfraquecimento da corrente de jato polar, causado pelas alterações no clima, podemos ver o aumento da ocorrência de clima estacionário. Esta corrente é um dos fatores que influencia mais o clima na América do Norte, Ásia e Europa (Marx, Haunschild, Bornmann, 2021).

Assim, pode estimar-se que a mudança global do clima vai impactar diretamente a probabilidade de eventos extremos acontecerem e que impactem, assim, diferentes setores da atividade humana e ecossistemas. Com todos estes efeitos antrópicos gerados pelo Homem, nas últimas décadas, a probabilidade de ocorrência de um evento deste género é 50 a 100 vezes mais provável (Kenney, Craighead, Alexander, 2014).

2.4 Porque é urgente aprofundar conhecimento sobre ondas de calor?

O calor extremo é um dos resultados mais devastadores do aquecimento global, uma vez que, para além de impacto direto sobre a população e a sua saúde, impacta também diversas infraestruturas como redes elétricas e agravam outras crises ambientais do ecossistema, nomeadamente incêndios florestais (Callahan, Mankin, 2022) e provocam quebras graves na produção agrícola (Rousi et al, 2022).

Apesar do prognóstico negativo em relação ao futuro no que concerne ao aparecimento de ondas de calor, a nível literário e científico, existe ainda uma carência considerável de literatura e investigação, sendo as sínteses atuais ainda pouco consistentes em relação ao tema (Conti et al, 2022). Outro problema com estes eventos é que ainda não são avaliados da devida forma, seja a nível meteorológico ou de saúde pública (Kovats, Kristie, 2006).

Para além desta problemática, estes eventos extremos afetam ainda de forma desproporcional as populações mundiais.

Os indivíduos mais afetados por estas condições ambientais são trabalhadores em zonas exteriores e condições de vidas mais precárias (Marx, Haunschild, Bornmann, 2021). Regiões com maior capacidade económica podem sentir menos o impacto destas alterações climáticas ao contrário de regiões mais pobres que, por si, já estão associadas a temperaturas de base mais altas e a menor variabilidade térmica, notando primeiro o aumento da temperatura e sentindo os efeitos mais intensos, causando maior desigualdade entre as populações tanto a nível de saúde como a nível económico (Callahan, Mankin, 2022).

2.5 Ondas de Calor num clima em mudança

Desde 1970 que é notório que a frequência e intensidade das ondas de calor é cada vez maior, no entanto, para o futuro, existe evidência que esta tendência irá agravar-se. Esta dinâmica possui uma tendência a alargar-se para além de áreas mais tradicionalmente afetadas, tais como zonas mediterrânicas ou a Península Ibérica e estender-se ao resto dos países europeus. Globalmente, as capitais europeias terão uma maior probabilidade de existências de ondas de calor, assim, como da sua intensidade (Smid et al, 2019). Outros estudos mostram a necessidade de adaptação a esta mudança climática e que os impactos nos indicadores serão dependentes do

resultado desta adaptação. Sem adaptação, a nível global, a mortalidade em excesso causada pelas ondas de calor será expectável de aumentar consideravelmente.

Também a intensidade das ondas de calor e a exposição ao calor vai aumentando à medida que a temperatura média do planeta vai subindo. Apenas um aumento da temperatura de 1.5°C (meta do acordo de Paris) para um aquecimento global de 2°C pode fazer com que a frequência de ondas de calor extremas duplique globalmente. A fração da população exposta a este fenómeno meteorológico será quase três vezes maior, colocando milhares de milhões de pessoas em risco. Quase 700 milhões de pessoas estarão expostas às ondas de calor extremas uma vez a cada vinte anos, mas mais de 2 mil milhões de pessoas irão sofrer esta consequência com o aumento para 2°C de aquecimento (Dosio et al, 2018).

Desta forma, com o envelhecimento da população humana, a progressiva centralização urbana das sociedades e o intensificar das alterações climáticas, as ondas de calor vão ter um impacto cada vez mais severo para a humanidade, podendo variar as suas consequências de região para região (Xu et al, 2016).

2.6 Porquê a Europa?

A Europa, fruto da mudança climática a decorrer, estará cada vez mais à mercê de uma maior frequência de eventos climáticos extremos e com isto existe um aumento do risco para a população em relação a estes episódios. Os mais letais destes eventos são as ondas de calor. No futuro, estes eventos irão traduzir-se em 99% das mortes por desastres relacionados com o clima e o número de fatalidades com uma subida de 5400% nas mortes associadas ao calor (Forzieri et al, 2017).

No continente Europeu, para além da continuação do aumento da população urbana, vemos também um envelhecimento gradual da sua população à medida que a temperatura vai subindo ao longo dos últimos anos (Smid et al, 2019).

Uma população a envelhecer pode causar um maior peso no que toca a mortes relacionadas com o calor, devido ao maior nível de risco quando expostos a estes extremos climatéricos (Li et al, 2016). Nas últimas três décadas, as temperaturas de verão foram anormalmente altas, comparando com os últimos dois milénios, espaço temporal em que nunca se atingiu os níveis de calor dos recentes anos. No futuro, é

sobretudo no Sul da Europa que os efeitos do aumento da temperatura vão ser notados em primeiro lugar e com maior intensidade (Luterbacher et al, 2004).

Assim, apesar das ondas de calor se espalharem a nível global, a Europa, um continente com centenas de milhões de pessoas, é um dos mais visados para o impacto desta temática, uma vez que a sua população envelhecida faz com que um grande número de pessoas esteja em risco aquando do acontecimento destes fenómenos. A longo prazo, o aumento da exposição de milhões de Europeus a ondas de calor poderá amplificar gravemente doenças de foro cardiovascular, cerebrovascular ou respiratórias, assim como a nível psicológico, nomeadamente o stress pós-traumático ou a depressão que poderão aumentar (Forzieri et al, 2017).

O calor em excesso é uma das maiores causas de morte em países de renda alta (Ebi et al, 2021) e como visto anteriormente, as ondas de calor, são o evento meteorológico mais letal na UE (Forzieri et al, 2017). Neste continente, a tendência para a ocorrência de ondas de calor tem acontecido três a quatro vezes mais rápido, comparativamente às restantes latitudes intermédias gerais, resultado, em parte, de alterações na dinâmica da atmosfera e da presença, persistência e frequência de duas correntes de jato situadas acima do atlântico norte.

Annex 2. Extended results

A2.2 Description of impact estimates at country scale

The following section presents the detailed statistics on persons exposed and expected fatalities for the regions analysed.

Table A3. Summary of reported heat and cold wave impacts in Europe. Number of reported heat- and cold- wave events and related fatalities from MunichRe's NatCatSERVICE and EM-DAT over the period 1980-2017.

Region	heat		cold	
	nr events	fatalities	nr events	fatalities
Northern Europe	4	32	47	163
UK and Ireland	3	2,747	47	175
Central Europe N.	17	14,017	78	2,266
Central Europe S.	25	25,589	94	1,060
Southern Europe	33	41,686	99	315
EU+UK	82	84,071	365	3,980

Figura 1 - Número de eventos de ondas de calor na Europa, por regiões. Retirado de Naumann et al (2020)

Para além disto, outros fatores como a seca persistente, são potencializadores dos efeitos extremos das ondas de calor, particularmente no sul da Europa, onde o número de eventos é maior e com um maior número de fatalidades (figura 1).

É também no Sul da Europa que o risco destes acontecimentos meteorológicos é maior e onde o aumento da intensidade e das frequências das ondas de calor irá ser mais notado (Forzieri et al, 2017). Na área mediterrânica, muitos países já são afetados por condições de seca, estimando-se que as ondas de calor aumentaram a sua frequência de uma média de 2 dias por verão no período de 1961 a 1990, para 13 dias no espaço temporal de 2021-2050 e no futuro, até 2100, irá passar para 40 dias. Nestas localizações, muitos centros urbanos densamente povoados serão afetados, sendo que as condições de calor vão aumentar de forma mais rápido e intensa (Fischer, Schär, 2010).

Podemos ser tentados a acreditar que os países do Norte da Europa não possuem um risco considerável para efeitos significativos na saúde humana devido ao seu clima mais frio, no entanto, o fenómeno da falta de aclimatização ao tempo quente em indivíduos provenientes de áreas com climas mais frescos afirma que estes são mais vulneráveis a estes fenómenos extremos quando eles ocorrem, podendo sofrer dos mesmos riscos em termos de saúde (Campbell et al, 2018).

3. Impacto do calor na saúde individual e pública

3.1 Saúde Pública

As ondas de calor extremas são um fenómeno raro, mas a sua maior frequência é uma consequência grave diretamente resultado das alterações climáticas (Witze, 2022).

Os efeitos destas ondas intensas podem ser sentidos globalmente de várias formas. Estimativas apontam para dezenas de milhares de mortes em excesso em geografias como a europeia, em eventos no início do século XXI e que, no final do mesmo, em vários pontos globais, a capacidade máxima de sobrevivência pode ser atingida, fruto da combinação das temperaturas elevadas e elevados níveis de humidade. Nos Estados Unidos, nenhuma outra exposição ambiental causa tantas mortes (Marx, Haunschild e Bornmann, 2021), sendo os efeitos na mortalidade apenas a “ponta do icebergue”. Estes aumentam sobretudo em grupos de patologias cardiorrespiratórias, saúde mental, situações de gravidez de risco e nascimentos e custo geral da saúde (Ebi et al, 2018).

A mortalidade e a morbilidade relacionada com o calor podem ser prevenidas com alguns cuidados básicos a nível de preparação ou a não-exposição ao calor. A exposição a este é particularmente perigosa em indivíduos com mais de 65 anos, indivíduos com doenças crónicas ou cardiopulmonares, crianças muito jovens, independentemente da sua região ou estatuto socioeconómico. Existem mais dados sobre este fenómeno em países de elevada renda, mas as relações mencionadas são transversais a países de baixa e média renda de forma igual.

No Brasil, em janeiro de 2019, um evento de calor extremo causou um incremento de internamentos hospitalares por várias patologias, nomeadamente AVC, Diabetes Mellitus, Gastroenterite, Enfarte Agudo do Miocárdio, DPOC e até mesmo dengue (Sarra e Mülfarth, 2021).

Em zonas como a Área Metropolitana do Porto, foi demonstrado que a Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica responde diretamente a fenómenos como as ondas de calor, sendo esta resposta e, por conseguinte, a sua admissão no serviço hospitalar, mais afetada por períodos de calor mais longos. Também o calor extremo está correlacionado com a poluição, condição que afeta esta doença, estando também a baixa qualidade do ar associada a um maior número de casos reportados (Silveira et al, 2019).

Nos países tropicais, as ondas de calor extremas também estão igualmente associadas a uma maior taxa de mortalidade e morbilidade. Estes efeitos na saúde humana

sujeitos com hipertensão (Kim et al, 2012) sendo que, em mulheres idosas, por cada aumento de 1°C em temperatura corporal existe um decréscimo de 4,5% em capacidade funcional (Michelozzi et al, 2003).

A principal causa de morte é o golpe de calor, uma emergência médica traduzida numa disfunção neurológica central com uma instalação súbita de hipertermia, tendo como consequência uma mortalidade elevada e geralmente causa sequelas neurológicas a quem sobrevive (Marto, 2005). Assim evidencia-se que os *outcomes* de saúde pioram significativamente com alterações meteorológicas deste género (Kenney, Craighead Alexander, 2014).

3.3 Fatores de Risco em Relação ao Calor Extremo

Nos países da Europa, a população tem envelhecido de forma consistente ao longo dos últimos anos. Os nados-vivos têm vindo a diminuir significativamente de ano para ano, o que cria vários problemas a nível social, nomeadamente a nível de gestão da saúde e financeira.

A literatura investigada associou a maior vulnerabilidade ao calor em indivíduos com mais de 65 anos, pessoas que possuam doenças crónicas ou psiquiátricas e ainda outros fatores socioculturais tais como o local onde reside, ausência de ar condicionado, quais os medicamentos que toma, se pertence a um segmento social mais baixo, isolamento, falta de autonomia e até a comportamentos como o alcoolismo (Marto, 2005). Estes dados são corroborados por outros estudos, os quais obtiveram como dois dos maiores fatores de risco para um indivíduo numa onda de calor, a idade e baixo nível socioeconómico (Li et al, 2015). A distribuição de riqueza global que faz com que a existência de dados e sistemas de alerta e previsão seja menor em países com menores condições monetária conduz a uma menor capacidade de resposta a estas ameaças meteorológicas (Li, Chen e Cai, 2022).

3.4 Prevenção e Vigilância

Atualmente assistimos a uma intervenção científica na vida humana cada vez maior. Com o perigo crescente causado pelas alterações climáticas, serão necessários mais e melhores sistemas que consigam compreender o impacto de eventos meteorológicos extremos e, por outro lado, conseguir fazer chegar à população informação que forneça ferramentas para uma maior proteção individual e social.

Para a temática em estudo, Portugal criou um sistema de vigilância, em 1999, para a monitorização das ondas de calor. Este sistema, através do índice ÍCARO, estuda a relação entre a temperatura elevada e a mortalidade, respetivamente, sendo um método

que auxilia na previsão da mortalidade associada a eventos termais intensos. Neste, o numerador da fração, é o número de óbitos esperados com o efeito do calor, tendo em conta as temperaturas projetadas e obtidas. No denominador o número médio de óbitos esperados no verão sem a ocorrência de uma onda de calor. (Nogueira, Paixão, Morais, 2013) (Bulhosa, 2019).

A nível laboral pode existir espaço para prevenir as consequências das ondas de calor sobre os trabalhadores. A capacidade física e aeróbica tem um papel crítico na redução da carga por calor, sendo expectável que trabalhos com alta exposição a ar quente, sejam executado por trabalhadores com capacidade física adequada (Aliabadi et al, 2022). Esta é uma opção importante, uma vez que trabalhos expostos a condições climatéricas de elevado calor, causam problemas graves de saúde e riscos na execução do trabalho (de Camargo, Furlan, 2011).

Atualmente, muitas estratégias passam pela distribuição de informação, seja a nível de posters ou folhetos, em vários *stakeholders*, como escolas, profissionais de saúde, agentes políticos, *etc*, que transmitam recomendações gerais e para grupos de risco, fáceis de interpretar ou transmissões audiovisuais que alertam para a ocorrência de ondas de calor. Todos estes métodos de informação pretendem educar a população para a realização de procedimentos que mantenham a temperatura corporal adequada ou que aumentem a literacia em saúde, no que toca a doenças relacionadas com o calor. Outro método preventivo passa pela execução adequada de planeamento hospitalar e local que permita ao indivíduo obter esclarecimentos e assistência médica, se necessário. Outros métodos de prevenção podem envolver o cancelamento de atividades culturais ou desportivas, se necessário (Pascal et al, 2021).

3.5 Doenças Relacionadas com o Calor

As doenças provocadas pelo calor podem manifestar-se de diversas formas, desde as mais ligeiras, como o edema e as câibras, até às mais graves, como a exaustão por calor e o golpe de calor, sendo que esta última, requer assistência médica imediata, uma vez que não tratada pode resultar em morte.

Mais de metade da população global e mil milhões de trabalhadores estão expostos a episódios de condições de calor intenso, com um terço destes trabalhadores a sentirem efeitos negativos na sua saúde. Apesar desta grande vulnerabilidade, grande parte das patologias por calor podem ser evitadas através de sistemas de prevenção (Ebi et al, 2021).

Estes *outcomes* podem existir na sua forma mais grave como o golpe de calor (já mencionado anteriormente) e a exaustão por calor, ou em formas mais ligeiras, como síncope por calor, câibras por calor e edema por calor.

Está também associado ao calor extremo um *output* negativo a nível de saúde mental, com tendência a piorar devido ao agravamento das alterações climáticas (Liu et al, 2021).

A forma como o calor impacta e se traduz em consequências diretas também muda de região para região. Na Europa, o limiar para a mortalidade por efeitos do calor é de 29.4°C nas cidades localizadas na área do mediterrâneo, ao contrário das cidades do Norte da Europa em que este limiar se situa nos 23,3°C. Globalmente existe uma relação entre este limiar ser consistentemente mais alto nas cidades com clima mais quente (Kapwata, Gebreslasie, Wright, 2022).

Os elevados rácios de mortalidade são, também, normalmente associados a noites de temperaturas quentes que por si só podem traduzir-se em má qualidade de sono, fator associado a mais *outcomes* de saúde negativos. (Macintyre et al, 2018).

3.6 Sistemas de Saúde – Impactos e Necessidades

Traduzindo-se em grandes impactos para a população, as ondas de calor vão também afetar o desempenho e os recursos de saúde de um determinado país.

O calor extremo e eventos semelhantes estão associados a uma maior admissão hospitalar (Ebi et al, 2021).

Em Portugal, a onda de calor de 2003, que durou 19 dias, resultou em impactos diretos no serviço nacional de saúde em grande escala. Posteriormente, estudos apontaram para uma estimativa de 5% a taxa de excesso de hospitalização, globalmente, e em relação a pessoas com 75 ou mais anos esta taxa aumentou mais de 20% em relação aos anos anteriores, sendo que o excesso neste grupo representa quase 50% do excesso de internamentos para toda a população. Os setores mais afetados foram o das doenças do aparelho respiratório, glândulas endócrinas, nutrição e metabolismo e aparelho genitourinário (Nogueira et al, 2009).

Na Austrália, existe evidência que este impacto vai além do que apenas a unidade de saúde central afetada, estando afetados vários pontos do sistema, desde os trabalhadores até ao consumo de água. Também na população geral, durante a ocorrência destes eventos climatéricos, a procura e, por conseguinte, a utilização de vários recursos de saúde é crescente, desde a resposta com ambulâncias a admissões hospitalares e emergências médicas (Mason et al, 2022).

A pressão provocada pela onda de calor também afeta os trabalhadores da área da saúde, sejam eles médicos, técnicos, enfermeiros ou assistentes. Para além desta pressão aos recursos humanos, o calor extremo também exerce uma carga forte sobre as características dos edifícios, sendo este um fator influenciável para a prestação de cuidados de saúde. O sobreaquecimento afeta a execução dos cuidados de saúde, sendo as experiências gerais dos utentes mais negativas, resultando num nível acentuado de cansaço e stress. Se a nível do utente exacerba a sua condição já mais delicada, ao nível dos profissionais de saúde, o sobreaquecimento dificulta o seu trabalho. Para além do lado humano, questões técnicas estão à mercê destes eventos de calor, como é o caso dos medicamentos que necessitam de ser mantidos a temperaturas adequadas de forma a manterem as suas propriedades químicas (Brooks et al, 2023).

Edifícios adaptados e construídos em épocas de climas diferentes não estão preparados para lidar com o aumento da temperatura média e da frequência e intensidade das ondas de calor. Falhas ao nível da falta de planeamento em situações de calor extremo ou dificuldades técnicas com equipamentos de refrigeração, não funcionando de forma adequada, também dificultam o arrefecimento das instalações de saúde, promovendo uma experiência negativa (Brooks et al, 2023).

Pelo contrário, ambientes hospitalares bem equipados podem ajudar a evitar um impacto maior na mortalidade. O uso de ar condicionado pode evitar as mortes em excesso em 40% (Trigo et al, 2009).

3.7 A diferença entre ambientes rurais e ambientes urbanos

Ao longo dos séculos, a concentração das populações humanas em condições urbanas tem-se verificado de forma crescente. O aumento da atividade humana resultante desta concentração vai ter um efeito sobre o clima da mesma área. Em cidades como o Cairo, o aquecimento originado por este efeito causou um aumento entre 2º a 3ºC.

Ao reflexo da atividade humana urbana no clima, denominamos de efeito ilha de calor urbano (ICU), causado pela presença residual de elementos naturais como vegetação, elemento arbóreos e massas de água que provocam um arrefecimento evaporativo. Para além disto, a poluição criada pela atividade humana, ruas expostas e estreitas e toda a construção urbana promove a absorção e a radiação solar (Guerreiro, 2020).

Na cidade do Porto, verifica-se que a temperatura de superfície na cidade varia consideravelmente entre as áreas mais e menos urbanas (ou frentes ribeirinhas), com uma amplitude de 20ºC. Nesta mesma cidade verifica-se também que o território artificializado possui características negativas para arrefecimento e que espaços verdes

sem presença arbórea reduzem também a capacidade reguladora da temperatura, ao contrário de florestas e massas de água que estão associadas a uma maior capacidade de arrefecimento (Lopes et al, 2022).

As ondas de calor possuem um maior impacto na mortalidade em localidades com maior densidade populacional, tradicionalmente cidades cujo calor é amplificado pelo efeito da ilha de calor urbana (Campbell et al, 2018).

Pesquisas efetuadas também confirmam que este efeito da ilha de calor urbano pode contribuir para metade da mortalidade relacionada com o calor extremo, fazendo com que o aumento urbanístico e a progressão do aquecimento global aumente o risco para a saúde humana em áreas urbanas (Macintyre et al, 2018).

4. Metodologia

4.1 Revisão Sistemática

Uma revisão sistemática é uma análise ampla e imparcial de um determinado tema, cujos procedimentos transparentes, rigorosos, abrangentes e replicáveis normalmente traduzem-se em evidência de alta qualidade (Donato, H e Donato, M, 2019).

Em relação ao tema em questão, vemos que existe uma quantidade escassa de revisões sistemáticas que tratem a questão abordada nesta dissertação, nomeadamente a nível europeu. Daí sendo esta uma metodologia de investigação que prima pela evidência de alta qualidade, novas revisões sistemáticas têm uma importância relevante no que toca a entender as ameaças e as consequências das ondas de calor.

4.2 Pergunta de Investigação

Uma vez que as alterações climáticas estão a provocar fenómenos meteorológicos extremos com maior frequência e intensidade que irão impactar a saúde do Ser Humano, foi formulada a seguinte pergunta de investigação:

- Qual tem sido o impacto das ondas de calor na mortalidade em países da União Europeia e no Reino Unido?

Optou-se por não segmentar a população em idade específica, para perceber de forma mais heterogénea o efeito sobre a população, incluindo o maior número de grupos populacionais e perceber de que forma este evento climático afeta uma cidade ou um país.

4.3 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho foi efetuar uma revisão sistemática que permitisse entender qual o impacto das ondas de calor na mortalidade em países da União Europeia e Reino Unido.

Pretende-se analisar qual é o impacto que este tipo de evento climático possui, quais os fatores que mais influenciam essas alterações nos dados, se existem diferenças regionais dentro da UE, onde são mais fortes estes episódios extremos e, secundariamente, se existem diferenças consideráveis quando considerados género, idade, nível socioeconómico ou a localização geográfica e quais os efeitos de planos mitigadores.

É também ambicionado fazer um levantamento de todas as definições de ondas de calor utilizadas nos vários estudos observados, uma vez que as características desta definição podem alterar os desfechos finais dos mesmos artigos.

4.4 Pesquisa e Termos

Realizou-se um trabalho de pesquisa em língua inglesa, uma vez que existem artigos em quantidades superiores em relação ao idioma português, obtendo assim resultados mais completos que procurassem responder de forma adequada e compreensiva à nossa pergunta de investigação. (Na investigação com os termos em português, apenas o Google Scholar apresentou artigos dentro do objetivo desta dissertação. Estes 4 artigos, tinham já sido encontrados na pesquisa em Inglês e passado pelo processo PRISMA. Assim não foram apresentados dados para a pesquisa na língua portuguesa).

A pesquisa foi efetuada entre Dezembro de 2022 e Julho de 2023. As bases de dados utilizadas foram a Pubmed, Scopus, B-On, Nature e Google Scholar. Existe evidência na literatura que associar uma combinação da Pubmed, Google Scholar, Web of Science e Embase a melhores resultados numa revisão sistemática (Bramer et al, 2017). Como este é um tópico que contém componentes muito vincadas em relação à meteorologia e ao clima, optou-se por utilizar o motor de pesquisa Nature e, para incluir uma base de dados nacional, recorreu-se, também, à B-On. Inicialmente também foram feitas pesquisas na Cochrane e na Web of Science mas como o número de artigos obtidos foi muito reduzido estes motores de busca não foram incluídos nesta revisão sistemática.

Sendo a Embase condicionada a uma criação de conta, utilizou-se a Scopus, motor de pesquisa compreensivo da mesma editora, acessível pela escola, tal como a B-On.

No final da pesquisa, então, apenas foram incluídas a Pubmed, B-On, Nature, Scopus e Google Scholar.

A ferramenta Google Scholar foi usada como complemento de pesquisa, uma vez que no final da mesma ficou evidenciado, a partir de pesquisas simples, a falha em resgatar alguns artigos que se incluíam adequadamente neste tema. Apesar de todos os filtros utilizados, esta ferramenta de pesquisa apresentou constantemente um número elevado de resultados. Então, segundo a evidência observada na literatura, foram utilizados os 200 resultados iniciais de cada pesquisa neste motor de busca, uma vez que a partir deste número, os artigos já possuem pouca relação ao tema previsto e este é o número de resultados adequado para incluir na revisão sistemática segundo a biblioteca de Harvard (Harvard Countway Library, 2023).

4.5 Critérios de Inclusão e Exclusão

Em primeiro lugar, como referido anteriormente, foram seleccionados apenas países da União Europeia uma vez que são todos países pertencentes à Europa, apresentando climas variáveis entre si, mas com demografias predominantemente semelhantes, nomeadamente ao nível de uma população cada vez mais envelhecida e menos nascimentos, cada um com uma realidade económica geralmente estagnada ao longo do século XXI. Por pertencerem a esta organização, existem regras e mecanismos, dentro da união, partilhadas entre os estados-membros.

Muitas das políticas, como a distribuição de fundos da UE poderão ser melhoradas sabendo quais as regiões que são mais afetadas a nível de saúde, neste caso no impacto na mortalidade, podendo melhorar a gestão do investimento, a alocação de recursos aos países com maiores necessidades nesta ótica e criar uma reorganização de políticas de saúde e dos serviços de saúde.

Artigos realizados no Reino Unido foram também incluídos para maior representação do Norte da Europa e porque no período inicial de investigação este país estava presente como elemento da comunidade europeia, sendo útil a sua inclusão.

Artigos prévios a 2010 foram excluídos, uma vez que é pretendida a última evidência disponível, fruto da evolução recente da pesquisa sobre este tema nos últimos 13 anos, em que as ondas de calor aumentaram a sua frequência e intensidade. Foram, também, excluídos artigos que não possuíssem o seu texto integral disponível gratuitamente, ou que só apresentassem o resumo.

A nível da população de estudo, incluíram-se estudos que apresentassem dados da população total, podendo ser segmentados por idade.

Foram incluídos artigos que abordassem, nos países acima referidos, a problemática das ondas de calor e como tem impacto na mortalidade. Foram também incluídos artigos que exibissem a relação mortalidade-temperatura relacionada com o nível socioeconómico da população ou o seu sexo. Também se aceitaram artigos que medissem o impacto na mortalidade antes e após intervenções a nível social para avaliar a redução deste efeito. Em artigos que preenchiam todos os critérios de inclusão, mas que, para além do que se pretendia analisar, secundariamente investigavam mais relações, como a associação a agentes poluidores no aumento da mortalidade ou que investigavam o efeito do calor extremo, mas também o efeito do frio, apenas se contabilizaram os dados relativos da exposição ao calor com a mortalidade.

Foram excluídos artigos cujo objetivo principal não passava por analisar a relação mortalidade com onda de calor. Artigos em que o seu propósito passava por relacionar a mortalidade nas ondas de calor com patologias específicas e não avaliassem a mortalidade como um todo. Que apesar de avaliarem a relação da mortalidade com a evolução da temperatura não o fizessem especificamente para ondas de calor. Artigos que apesar de relacionarem a mortalidade com ondas de calor, apenas o fizessem para estabelecimento de sistemas de alerta ou apenas serviam de base como plataforma de estudos para método preventivos.

Foram também excluídos artigos que não retratavam a realidade de Estados dentro da União Europeia e do Reino Unido.

Artigos que mencionavam a análise de países extra-europa foram excluídos. Artigos que possuíam vários países europeus, frutos de análises de instituições como o Eurostat, foram aceites, analisando apenas os dados relativos a países integrantes da UE.

A nível de desenho de estudo, incluíram-se apenas estudos com metodologia quantitativa, uma vez que se pretendeu utilizar uma metodologia que permitisse estabelecer relações de causa-efeito mensuráveis entre as ondas de calor e o efeito na mortalidade a nível concreto, ou seja, obter de forma objetiva o efeito na mortalidade que as ondas de calor provocam.

Foram excluídas fontes como resumos de apresentações orais, artigos de opinião, editoriais e artigos inacessíveis na íntegra por não apresentarem a informação e qualidade necessária para a melhor evidência.

4.7 Processo de Seleção

Para auxiliar ao processo de seleção, foi utilizado como método para filtração dos artigos o diagrama PRISMA, como se vê na seguinte figura:

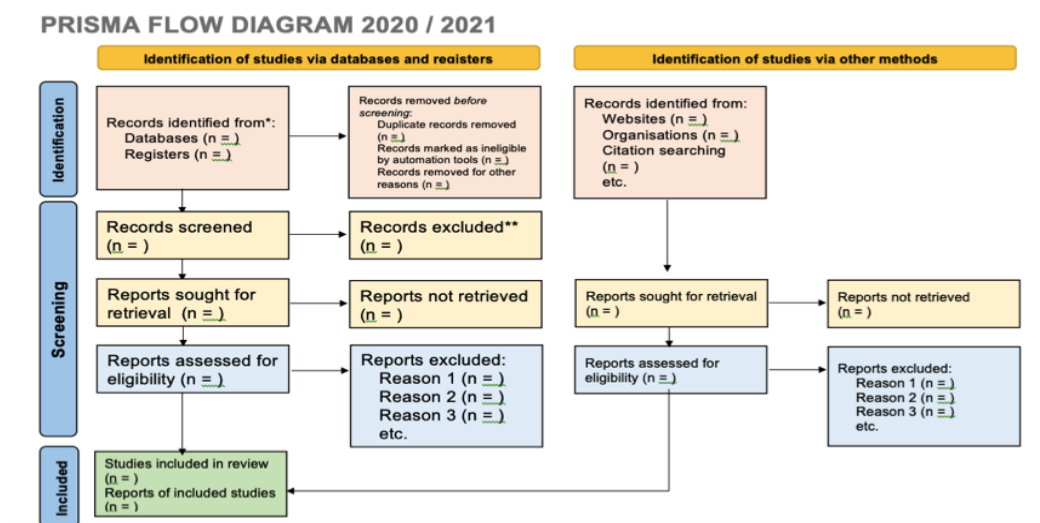


Figura 3 - Diagrama Prisma. Retirado de Moher et al. (2009)

4.8 Artigos Identificados

Assim, foi efetuada uma busca em vários motores de pesquisa. Ao longo desta mesma pesquisa foram efetuadas várias alterações aos termos para que fosse possível obter o melhor número de resultados. O formato final passou por uma combinação entre “heatwaves AND mortality AND europe”, “extreme hot weather AND mortality AND europe”, “extreme heat AND excess deaths AND europe”. Os termos “extreme heat” e “extreme hot weather” foram incluídos a par do termo “heatwaves” porque quando da pesquisa bibliográfica foi notório que muitas vezes eram usados estes termos como sinónimos de onda de calor e, portanto, para englobar de forma mais ampla toda a literatura científica ambicionada, foram também usados nesta pesquisa. O mesmo raciocínio lógico foi utilizado para o termo “excess deaths” e “mortality”, uma vez que ao pesquisar pelo impacto na mortalidade das ondas de calor, o termo de “excess deaths” também surgiu várias vezes como resultado do impacto na mortalidade das ondas de calor. Inicialmente, estes termos foram também usados para a língua portuguesa no sentido de avaliar o número de resultados possíveis de obter.

Tendo sido acordado quais os termos de pesquisa a serem utilizados, foi feita a investigação. Em primeiro lugar foram analisados *Mesh terms*, na PubMed, utilizando os termos de pesquisa anteriormente mencionados, mas como os termos *Mesh* não apresentavam resultados consistentes foi feita nova pesquisa inicial.

Iniciou-se assim uma pesquisa avançada no website da PubMed, onde foi pesquisado o tema em estudo de acordo com os temas presentes abaixo, filtrados para artigos nos últimos 13 anos e com o texto totalmente disponível e gratuito.

Na B-On, optou-se apenas por artigos revistos por pares, com texto integral e disponíveis na coleção para que fosse obtida a melhor qualidade de evidência possível.

Na Nature executou-se uma pesquisa com os mesmos termos referidos, nos últimos 13 anos, onde os termos de pesquisa estavam presentes no título.

A plataforma do Google Scholar foi utilizada por ser um meio mais compreensivo, como já mencionado, possuindo uma maior base de dados. Então, seguindo as recomendações da biblioteca de Harvard, foram analisados os primeiros 200 resultados iniciais para cada combinação de operadores booleanos.

Devido à pergunta de investigação deste trabalho ser focada, geograficamente, na União Europeia, inicialmente este era o termo de pesquisa principal. No entanto, devido à falta de resultados ao investigar com estas palavras, o objetivo passou por pesquisar com o termo “Europa” e, a partir daí, filtrar para países que estejam dentro das leis e regras desta organização.

Foi colocado nos termos de pesquisas a designação individual de cada país para a pesquisa, mas ao realizar essa tarefa e comparando com o termo “europa” foi compreendido que os artigos pesquisados estariam simplesmente a ser duplicados porque usando o nome do país ou o termo mencionado, o resultado seria o mesmo e apareceria o mesmo artigo de independentemente. Então, para uma melhor gestão da pesquisa e para evitar redundâncias, decidiu-se optar apenas por “Europa”. A única exceção a esta regra aconteceu no Google Scholar, onde colocar o nome do país aparentava alterar os resultados, então pesquisou-se com duas estratégias diferentes para maior inclusão. No primeiro cenário, utilizaram-se os seguintes termos de pesquisa: "heatwaves" AND "IMPACT" AND "mortality" AND Austria OR Belgium OR Bulgaria OR Croatia OR Republic of Cyprus OR Czech Republic OR Denmark OR Estonia OR Finland OR France OR Germany OR Greece OR Hungary OR Ireland OR Italy OR Latvia -drought -marine; no segundo: "heatwaves" AND "IMPACT" AND "mortality" AND Lithuania OR Luxembourg OR Malta OR Netherlands OR Poland OR Portugal OR Romania OR Slovakia OR Slovenia OR Spain OR Sweden -droughts -marine. Esta pesquisa permitiu encontrar alguns artigos que a pesquisa principal não conseguiu decifrar. Tendo estabelecido todos os termos e condições de pesquisa, realizou-se todo o processo, estabelecido na tabela a seguir apresentada.

Motor de Pesquisa	Termos	Condições	Resultados (n=1016)
Pubmed	“heatwaves” and “europe” and “mortality” Extreme hot weather and mortality and “europe”; “extreme heat” and “excess deaths” and “Europe”.	Artigos gratuito com texto completo. 2010-2023	N=70
Nature	“extreme hot weather” and “mortality”; Extreme hot weather and mortality and “europe”; “extreme heat” and “excess deaths” and “Europe”.	2010-2023 Título conter os termos de pesquisa.	N=238
B-On	“heatwaves” and “mortality”; “extreme hot weather” and “mortality”; Extreme hot weather and mortality and “europe”; “extreme heat” and “excess deaths” and “Europe”.	2010-2023 Duplicados já removidos; Termos de pesquisa presentes no resumo. Artigos gratuitos e completos.	N=56
Scopus	“heatwaves” and “mortality”; “extreme hot weather” and “mortality”; Extreme hot weather and mortality and “europe”; “extreme heat” and “excess deaths” and “Europe”.	Termos de pesquisa no título, abstrato ou palavras chave; Acesso ao artigo aberto. 2010-2023	N=44
Google Scholar	Heatwaves Mortality Europe; "heatwaves" AND "IMPACT" AND "mortality" AND Austria OR Belgium OR Bulgaria OR Croatia OR Republic of Cyprus OR Czech Republic OR Denmark OR Estonia OR Finland OR France OR Germany OR Greece OR Hungary OR Ireland OR Italy OR Latvia -drought -marine; no segundo: "heatwaves" AND "IMPACT" AND "mortality" AND Lithuania OR Luxembourg OR Malta OR Netherlands OR Poland OR Portugal OR Romania OR Slovakia OR Slovenia OR Spain OR Sweden -droughts -marine	2010-2023	N=600

Tabela 1- Análise por Motor de Busca

Foram identificados 1016 artigos na fase inicial de pesquisa, sendo de seguida dado início ao método PRISMA.

Os artigos que possuíam informação no título e abstrato dentro do proposto para esta revisão foram de seguida estudados e, incluídos para a revisão final, onde 35

permaneceram. Entre os motivos que levaram à exclusão destes documentos, estavam razões como a língua utilizada não ser o inglês, foco em outros *outcomes* como a hospitalização, o propósito da mortalidade ser usada de forma associada a sistemas de prevenção e avaliação de ondas de calor. Quando se obtinham, no estudo, países extra UE em grande quantidade ou que não permitiam a leitura dos dados de forma independente também eram recusados. Apreciação de políticas em relação às ondas de calor, a presença apenas do resumo foram outros dos motivos que levaram à recusa na inclusão de certos trabalhos. Devido à impossibilidade de, no motor de busca do Google Scholar, filtrar artigos que só estavam disponíveis após pagamento, obtiveram-se bastantes estudos restringidos e, portanto, não incluídos devido a esse mesmo motivo.

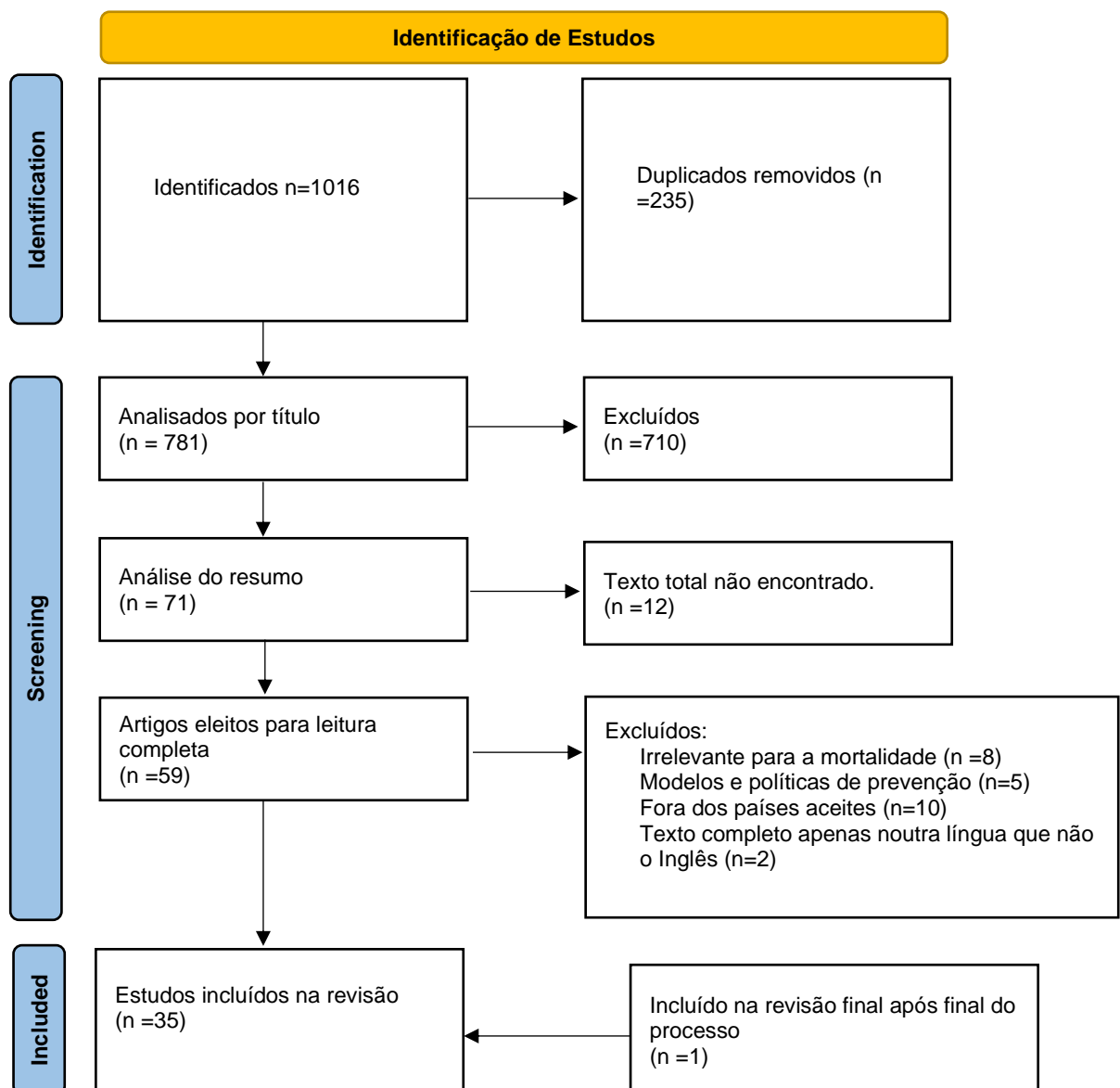


Figura 4 - Análise Prisma

4.9 Meta-Análise

Para auxiliar a responder à pergunta de investigação proposta, foi efetuada uma meta-análise. Dos artigos analisados, foram escolhidos os que apresentavam maior homogeneidade de investigação entre si, ou seja, população e medição semelhante. Foram extraídos os riscos relativos (RR) de artigos que avaliassem o *outcome* relativamente à população na sua generalidade, sem qualquer sub-grupo, em que fosse mencionado também o intervalo de confiança, neste caso de 95%. Não foram incluídos outros efeitos ou outras medidas, relativos ao impacto da onda de calor. Assim, foram incluídos apenas 6 artigos. Estes artigos foram integrados devido ao seu maior nível de homogeneidade em termos de características de estudo. Pretendeu-se incluir estudos que analisassem a população na sua generalidade (estudo ecológico), com valores de desfasamento mais curtos até no máximo 4 dias, com exposição a uma onda de calor e um *outcome* semelhante em que a leitura e análise dos mesmos permitisse resgatar valores de risco relativo e respetivo intervalo de confiança a 95%. O valor de risco relativo pretendido seria o valor para toda a mortalidade, toda a população, sem qualquer tipo de filtragem, seja por idade, comorbilidade, sexo ou estado socioeconómico. Após extração de dados de risco relativo e intervalo de confiança para 95%, foi calculado o logaritmo de base e (ln) e calculado o erro padrão, sendo de seguida executada a análise dos artigos incluídos.

Como foi detetada muita heterogeneidade na primeira análise, optou-se posteriormente pelo modelo de efeitos-aleatórios e não de efeitos-fixos.

Estes estudos possuíam áreas climáticas diferentes e, portanto, definições de ondas de calor e temperaturas de exposição possivelmente diferentes.

Foi utilizado o software SPSS versão 28.0.0.0 (190) (IBM Corp. Released 2021. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 28.0. Armonk, NY: IBM Corp).

4.10 Questões Éticas

Nesta dissertação não existiram quaisquer tipos de questões éticas, uma vez que toda a pesquisa efetuada pelo autor não envolveu recolha de consentimentos ou dados pessoais. Toda a informação presente foi levantada, como é habitual, em revisões sistemáticas, através de artigos pré-existentes, dos quais os seus autores originais não mantêm qualquer tipo de ligação com o autor deste trabalho, sendo apenas utilizada para elaboração de uma investigação na temática em estudo.

5. Resultados

5.1 Análise breve dos artigos

A investigação nas bases de dados mencionadas nesta dissertação resultou na obtenção de um total de 1016 artigos.

Depois do processo de filtração, pelo sistema PRISMA, foram incluídos 35 artigos que foram, de seguida, estudados e incluídos para revisão final. Estes artigos estão analisados de forma resumida nas tabelas 1 e 2 em anexo.

5.2 População

De forma geral, a população dos artigos selecionados representava, na grande maioria dos casos, a população do país inteiro, das cidades ou regiões avaliadas, uma vez que a mortalidade foi analisada em grande escala, para estados ou cidades. Foram poucos os artigos que segmentaram esta população, mas quando segmentado permitiram investigar grupos etários em específico, diferenças entre género, estado socioeconómico ou diferenças urbanas.

5.3 Características dos Estudos

São apresentados estudos de metodologia quantitativa. Uma fatia considerável dos estudos incluídos possuem desenho de padrão ecológico, uma vez que as unidades de análise são populações.

Apenas alguns estudos descrevem com exatidão o seu desenho no estudo, como é o caso de Ranhoff et al (2019), que mencionam ter efetuado um estudo epidemiológico descritivo, Åström et al (2020) que referem o seu trabalho como um estudo *case-crossover*, Arbuthnott et al (2017) no qual efetuaram uma revisão de literatura em que analisaram de forma compreensiva o impacto das ondas de calor na mortalidade e também em subgrupos específicos. Já Pascal et al (2020) mencionam ter realizado um estudo observacional e Pfeifer et al (2020) um estudo ecológico longitudinal retrospectivo, tal como López-Bueno et al (2020) (2021) e Gabriel et al (2011).

Laaidi et al (2012) realizaram um estudo de caso controlo coorte retrospectivo.

5.4 Tipo de Análise

Grande parte dos artigos incluídos optaram por analisarem a relação da taxa de mortalidade com a temperatura elevada. Alguns, incluíram mais medições, tais como o evoluir desta relação para períodos futuros e compararam a mesma antes e depois de uma intervenção a nível de prevenção. Também foram incluídos artigos com a relação da mortalidade com o efeito da ilha urbana de calor e o nível socioeconómico. Outros artigos analisaram a resposta da mortalidade para o aumento gradual das temperaturas à medida que ficariam mais quentes e intensas.

5.5 Definição de ondas de calor

Como abordado ao longo deste trabalho, uma das problemáticas da temática das ondas de calor passa pela falta de uma definição unificada do que é uma onda de calor. Deste modo, foi analisado, para cada artigo, qual a definição que cada trabalho utilizou, uma vez que esta também pode ser muito variável em cada localização e, por conseguinte, obter resultados distintos. Apenas os artigos de Ranhoff et al (2019), Åström et al (2016), Laaidi et al (2021), Graczyk et al (2019), Ballester et al (2023), Zaninović e Matzarakis (2013), Van Steen et al (2018), Muthers, Laschewski e Matzarakis (2017), Muthers, Matzarakis e Koch (2010) e Gabriel e Endlicher (2011) não estabeleceram claramente que definição foi utilizada no respetivo projeto.

Neste aspeto, observou-se uma grande variabilidade de definições. Algumas das investigações utilizaram definições estabelecidas pelos próprios países. Neste caso, os estudos efetuados no Reino Unido, de Arbutnott e Hajat (2017) e Green et al (2012), utilizaram a regra do MetOffice para esse mesmo Estado, que já de si varia para cada região, pois depende do limiar de temperatura para cada mesma região. Isto é, define-se como onda de calor quando uma localização possui um período de três dias consecutivos com as temperaturas máximas diárias a atingir ou a exceder o limiar de temperatura para onda de calor.

No caso de França, como mencionado por Pascal et al (2021), ondas de calor são caracterizadas por 3 dias em que a temperatura mínima e máxima excedem o seu limiar.

Pfeifer et al (2020) utilizaram dois sistemas de alerta para calor diferentes da região Báltica, neste caso da Letónia e da Suécia, para definir as categorias de ondas de calor. Relativamente ao sistema sueco, este possui 3 categorias. Na primeira, uma mensagem é enviada como alerta quando as temperaturas atingem pelo menos 26°C e até 30°C em 3 dias consecutivos. No segundo nível, as temperaturas têm de ser de pelo menos 30°C por 3 dias consecutivos e no terceiro nível, as temperaturas têm de ser de pelo

menos 30°C ou mais por 5 dias ou 33°C por 3 dias. Também este sistema foi utilizado no artigo de Åström et al (2020). Já a Letónia, divide em 2 categorias. Na primeira, quando as temperaturas estão entre os 27°C e 32°C por pelo menos 2 dias consecutivos e na categoria mais elevada, quando a temperatura máxima diária é igual a 33°C ou excede este valor. Hunova et al (2017) para a população checa, consideraram como dias com temperatura máxima diária maior que 30°C. Já para uma medição em vários países, Merte (2017) baseou-se em considerar ondas de calor nos dias que ultrapassam determinados limiares para cada país em específico, da mesma forma que em López-Bueno et al (2021), com a temperatura máxima.

Muitos dos outros artigos optam por definir as ondas de calor tendo em conta o ultrapassar de um determinado percentil. Segundo Urban et al (2017), com base nas orientações da organização mundial da saúde e de variados estudos de saúde pública, o nonagésimo quinto percentil é associado a um limiar para definição de onda de calor e o nonagésimo oitavo é usada quando uma onda de calor envolve no mínimo um dia de temperatura extremamente alta. Kollanus, Tiittanen e Lanki (2021), definiram onda de calor como um período para uma região específica as temperaturas médias diárias excediam o nonagésimo percentil de um determinado período temporal. Percentil este que está na temperatura média diária que a mortalidade relacionada com o calor aumenta na população finlandesa (+20°C). Por sua vez, Pyrgou e Santamouris (2018), definiram como períodos onde a temperatura média diária excedia o nonagésimo percentil (31.1°C) para um determinado período temporal por 4 ou mais dias consecutivos. Výberčí et al (2015) optaram por não definir onda de calor, mas para eventos na mesma ordem de categoria e sim utilizar um critério para dias de calor, sendo esse quando a temperatura diária média excede o valor normal o nonagésimo percentil para o período de interesse. Acima do nonagésimo quinto, definidos como eventos de calor intensos. Rocklov, Barnett e Woodward (2012), definiram as ondas de calor como no mínimo dois dias acima do nonagésimo oitavo da temperatura diária máxima da temperatura do período selecionado. 28arde t28 al (2017), definiram como períodos de pelo menos 3 dias com a temperatura média excedendo o nonagésimo quinto percentil da distribuição anual (21.2°C), com 1 dia no mínimo a exceder o nonagésimo oitavo (23.2°C). Åström et al (2015) utilizaram a máxima temperatura aparente e definem como 2 dias consecutivos com o nonagésimo quinto percentil deste a ser ultrapassado e também consideraram os 2 dias seguintes a uma onda de calor, como pertencentes à mesma. Por último, Linares et al, (2015), mencionam as ondas de calor quando as temperaturas máximas diárias ultrapassam o nonagésimo quinto percentil das temperaturas máximas durante os meses de verão de um determinado período.

Vários artigos definiram os períodos de ondas de calor que avaliaram através da ultrapassagem de valores referência. Błażejczyk et al (2022), para além de caracterizarem a intensidade dos dias de calor, utilizaram uma definição de onda de calor como uma sequência de 3 dias com temperaturas máximas acima de 30°C, sendo este valor uma causa para aumento súbito das taxas de mortalidade em várias cidades europeias. Heudorf e Schade (2014) utilizaram a definição de 2 ou mais dias com uma carga severa ou extrema de calor, de temperatura maior ou igual a 38°C respetivamente. Arsenović et al (2019), referem que uma onda de calor é definida como um período contínuo em que a temperatura máxima diária atinge pelo menos os 30°C por, no mínimo 3 dias ou que durante todo o período a temperatura máxima média atinge pelo menos 30°C e nunca é menos do que 25°C durante todo o período.

Outras definições possuem grande especificidade e contexto, de acordo com o método de investigação de cada autor. Mitchell et al (2016) definiram todo o verão de 2003 como um evento de onda de calor, ou seja, o período de Junho a Agosto, devido a ter existido uma temperatura consistentemente muito elevada. Graczyk, Pińskwar e Choryński (2022) explicaram como 3 dias consecutivos com a temperatura máxima diária acima dos 30°C. Monteiro et al (2013) utilizaram um período de pelo menos 2 dias consecutivos com um índice de calor (Percepção de um indivíduo da temperatura aérea, humidade e temperatura máxima, que mede o calor evaporativo entre um humano típico e ambiente, eficaz para estimar os efeitos no corpo humano da temperatura) igual ou acima do grau III ($41 < HI < 54$). D'Ippoliti et al (2010) tiveram em conta máxima e a mínima temperatura aparente, classificada por intensidade, duração e inserção temporal. Já Roye et al (2020) utilizaram um EHF, um índice de 2 componentes, baseado numa média de 3 dias da média diária da temperatura. Uma comparação da média de 3 dias de temperatura média com o nonagésimo quinto percentil e segunda, medida das temperaturas atingidas durante o período de 3 dias, comparado aos últimos 30 dias. Roldán et al (2016) e López-Bueno et al (2020), basearam-se na determinação, para a área de estudo, da temperatura à qual a mortalidade começa a aumentar.

5.6 Resultados

5.6.1 Impacto na Mortalidade

Os estudos apresentados nesta revisão sistemática apontam, de uma forma geral, para um aumento da mortalidade associada ao calor intenso e à ocorrência das ondas de calor, à exceção de Ranhoff et al (2019). Este, teve como objetivo executar um estudo epidemiológico descritivo em que foi analisada informação acerca da temperatura e da mortalidade para os meses de Junho, Julho e Agosto entre os anos de 2008 a 2018,

para os distritos da Noruega. Os resultados da mortalidade foram agrupados para menor de 75 anos, 75-84 anos e mais de 84 anos. Dados por distrito e 4 regiões de saúde foram analisados através de uma regressão de Poisson, foi modelada a tendência da mortalidade para os meses de verão de 2018 e de seguida, tentou-se obter o risco relativo para morte. Apesar do verão investigado ter sido 1.5°C mais quente do que os prévios não houve registo de mortalidade em excesso para a população mais idosa.

Todos os restantes artigos confirmam, entre si, algum aumento da mortalidade total, do aumento do excesso de mortalidade, do risco de mortalidade e do risco relativo em relação à mortalidade. Assim, entende-se que a grande parte dos estudos mediu o *outcome* relacionado com a mortalidade através da análise por aumento da mortalidade ou pelo cálculo dos riscos relativos. Existiram também estudos que apresentaram mortes/mortalidade em excesso ou como esta evoluía com o aumento dos graus celsius.

5.6.1.1 Estudos a Nível Europeu

Ballester et al (2023) apresentam os países do Sul da Europa, entre os quais Portugal, Espanha, Grécia e Itália como, proporcionalmente, os mais afetados. D'Ippoliti et al (2010) corroboram esta investigação, apresentando, no seu estudo uma relação mais intensa na área mediterrânica (+21.8% contra um aumento de mortalidade de 12.4% nas cidades do Norte Europeu), assim como Åström et al (2015), que comparando Roma e Estocolmo, obtiveram um aumento na mortalidade diária, neste caso para a população com mais de 50 anos, de 22%, comparando com os 8% de Estocolmo. Merte (2017) descobriu que os países menos afetados são os da Escandinávia e países com uma população mais reduzida. No caso, na soma dos 27 países analisados, 0.61% da mortalidade total pode ser explicada pelas ondas de calor e, neste caso, Portugal possui o pior resultado, apresentando uma estimativa de 1.14% da mortalidade relacionada a ondas de calor. De forma geral, os outros países no topo desta lista são países do sul ou com componente mediterrânica como Espanha (1.07) ou França (1.03) e os menos afetados, países mais a Norte do Continente Europeu, Escandinavos ou Bálticos, como a Finlândia (0.22), Dinamarca (0.28), Suécia (0.28), Letónia (0.28), Noruega (0.26) ou Estónia (0.24). Mitchell et al (2016) investigaram a influência antropogénica nas mortes num momento de onda de calor e, comparando Paris, cidade no coração da Europa e Londres, no Norte, obteve um maior fator de mortes na cidade francesa.

5.6.1.2 Estudos a Nível Nacional

Em primeiro lugar, a revisão de Arbutnot et al (2017), menciona vários estudos para o aumento da mortalidade em ondas de calor em Inglaterra, em que é afirmado que Londres viu um aumento de mortalidade de 10.8% em 1995 e 42% em 2003. Na onda

de calor de 2003, Inglaterra viu um excesso de 2091 mortes, um 17% de aumento relativamente ao esperado. Em relação ao período entre 2003 e 2013 afirmam que em 2013 o excesso de mortalidade é menor que nos anos anterior. O ano de 2013 teve 195 excesso de mortes em maiores de 65 anos, com um excesso de 10 mortes por dia de onda de calor. Em 2003, estes números eram 2234 excesso de mortes e 102 mortes por dia respetivamente. Em 2006, os números foram registados como 2323 e 89. Analisados estes dados, os autores mencionam a possibilidade de adaptação ao longo dos anos da população. Apesar disto, outros artigos indicaram uma subida da mortalidade entre 1976 e 1995. Também no Reino Unido, Green et al (2012) detetaram 367 mortes em excesso com ondas de calor, mas não vê resultados estatisticamente significativos.

O estudo de Kollanus, Tiittanen, Lanki (2021) obteve, no total, um aumento de 9.9% para mortalidade não-acidental, na Finlândia, e estima-se que as ondas de calor mais longas possuíam efeitos mais intensos. Błażejczyk et al (2022), na Polónia, ao compararem o impacto de onda de calor em Junho de 2019 com os restantes anos dessa década, conseguiu entender que a mortalidade foi 10% maior e que a mortalidade relacionada com o calor imenso foi 5 vezes maior.

Na Europa Central, em relação ao artigo de Muthers, Laschewski e Matzarakis (2017), que incidiu no sudoeste alemão, foram encontrados resultados que se traduziram no aumento de mortalidade em 2003 e 2015 de 7.9% e 5.8% respetivamente, sendo estes os períodos com mais impacto. Nestes verões, a anomalia chegou a mais 70% e 56% respetivamente. Arsenovic et al (2019), para a República Checa, notaram taxas de mortalidade mais altas para todas as cidades que investigou, em períodos de ondas de calor. No verão de 2015, onde 4 ondas de calor ocorreram, para todas as cidades, o número médio de mortes foi de 75 por dia e em 2016, onde apenas uma onda de calor ocorreu, o número médio de mortes foi de 71 por dia e aqui a relação entre temperatura e mortalidade não foi significativa. Nestes eventos (na sua totalidade, 5) o número de mortos ficou por volta de 83, o maior número de mortes num dia foi de 89 e aconteceu na primeira onda de calor da época. Um número alto de mortos (87), também foi detetado quando a onda de calor atingiu a temperatura máxima. Também na República Checa, Štáhl et al (2017) analisaram o impacto da onda de calor de 2015, que quebrou recorde na intensidade e duração desse evento, comparando-a com as passadas. Em relação a 1994, existiu um aumento de 265% em excesso de mortalidade, comparando com um excesso de 240% em 2015.

Graczyk, Pińskwar e Choryński (2022), estimaram os riscos relativos em várias dimensões de localidades, nas duas regiões de Małopolska e Wielkopolska. As populações com menos de 10,000 habitantes, na primeira região, durante a onda de calor de 2006, viram o número de mortes subir até 18% e em Cracóvia, a maior cidade da região, a mortalidade aumentou 4%. Também na Polónia, Graczyk et al (2019), ao analisarem os 4 verões com ondas de calor em 10 cidades da Polónia, notou que o maior aumento, no ano de 1994, causou 1076 mortes adicionais, nesse período. O maior número de mortes, numa cidade, ocorreu em Varsóvia, com 397 mortes. Este estudo justifica que cidades com mais habitantes são mais vulneráveis.

Výberčí et al (2015), para a Eslováquia, estudaram um período de 17 anos. Neste, 2160 mortes em excesso foram observadas durante 157 eventos de calor. Um aumento de 9.9% em relação ao esperado. Para a mortalidade total, 13.9%, mais de 1530 mortes, ou seja, 70% das mortes em excesso por ondas de calor, foram observadas em eventos fortes de calor.

Åström et al (2016), ao medirem as diferenças em risco relativo para mortalidade nas faixas costeiras e interiores da Estónia, obtiveram um resultado de 1.18 para um desfasamento de 2 dias e 1.13 para um desfasamento de 10 dias. Hunova et al (2017), obtiveram, também na República Checa, para uma população total, não-estratificada e para todas as causas, um valor de risco relativo de 1.412.

Pascal et al (2021), ao estimarem a informação, em França, sobre a mortalidade e morbidade durante ondas de calor e acompanhada do período da pandemia da Covid-19, reportaram um aumento de 18.2% nas mortes, ou seja, mais 1921 mortes nas ondas de calor de 2020, do que nos anos anteriores, com menos de 100 mortes a serem atribuídas, nas ondas de calor de 2020, à COVID-19. Este resultado não é comparável com o total excesso de mortalidade neste período até porque algumas das mortes por Covid-19 podem ter sido potenciadas pelo calor extremo.

No Sul da Europa, Royé et al (2020), para Espanha, estimaram o efeito da mortalidade para quatro das suas maiores cidades. Aqui, o maior risco passou por Sevilha, com um risco relativo de 2.73, seguido de Madrid, com 1.82 e posteriormente com Barcelona e Bilbao, 1.78 respetivamente.

Também em Espanha, por Linares et al (2015), foi medido impacto em várias cidades para a avaliação de sistemas de prevenção. É mencionado que apesar de algumas ondas de calor pós-2003 terem um maior HWI que as anteriores a 2003, tiveram menor impacto na mortalidade. No entanto, algumas ondas de calor após 2003, com menor HWI, tiveram maior impacto na mortalidade e para estas menciona resultados obtidos

em Cidade Real em particular, em 1995, numa onda de calor com um “*heatwave index*” de 15.9°C, que teve um impacto na mortalidade de 6.7 mortes por grau centígrado e em 2008, uma OC com HWI de 1.3°C teve um maior impacto, neste caso de 7.8 mortes por grau centígrado. Segundo os autores, o mesmo aconteceu em Guadalajara, ao comparar o impacto da mortalidade entre 2007 com o que aconteceu em 1995 ou 2001.

Na área do mar mediterrânico, Zaninović e Matzarakis (2013), ao avaliarem o impacto das ondas de calor na mortalidade da Croácia, entenderam que a mortalidade aumenta 2% por cada aumento de graus centígrados de temperatura fisiológica equivalente (baseada na equação de balanço de energia entre o corpo humano e o ambiente, definindo como equivalente à temperatura aérea à qual um homem de 35 anos, 1.75m e 75kg, sentado numa área interior, se sentiria igual às condições reais de temperatura).

As maiores alterações estão na cidade de Split (2.7%). Para Rijeka e Zagreb, aumenta 1.4% e 1.3% por cada aumento de um máximo de 1 grau centígrado na máxima temperatura. A mortalidade, nos dias de extremo stress por calor, ocorre nos primeiros três dias. Nas cidades continentais da Croácia, Zagreb e Osijek, a mortalidade cumulativa em excesso ronda os 20%, existindo um período de 4 dias desde o início da onda de calor onde existe um excesso de mortalidade positivo. Na parte costeira, em Rijeka e Split, este indicador possui um intervalo entre 49% e 92% e o período desde o início da onda de calor onde existe um excesso positivo da mortalidade situa-se em 7 dias em Rijeka e 11 dias em Split. Neste estudo, verifica-se que a carga de calor é mais forte na zona continental que na costeira.

5.6.1.3 Estudos a Nível Local

Também na Alemanha, mas desta vez em Berlim e na região circundante, Gabriel e Endlicher (2011) observaram o impacto das ondas de calor nos períodos de 1990 a 2006 e entenderam que a taxa de mortalidade pode ser 67.2% mais alta durante ondas de calor extremas, ao contrário dos verões amenos que não indicam aumento neste indicador. Já Laaidi et al (2012) verificando o efeito do calor urbano na cidade de Paris, resgataram para uma temperatura média mínima no intervalo analisado, um *odds ratio* de 2.17 para a temperatura mínima média no dia da morte e, nos últimos 6 dias, um aumento de 0.41°C e 2.24 para um aumento de 0.51°C.

Åström et al (2020) efetuaram uma medida por risco relativo na Suécia com base em definições de ondas de calor variáveis. Relativamente aos resultados obtidos, com 2 definições de ondas de calor, na primeira, o RR nacional e para todas as causas foi de 1.08 e obteve maiores valores no Norte que no Sul do país. Na segunda definição, o RR foi de 1.15 a nível nacional, mas analisando por regiões, só Estocolmo apresentava

significância estatística. Nesta mesma cidade, Rocklov, Barnett e Woodward (2012) calcularam um risco relativo semelhante de 1.112 associado a dias de ondas de calor e mencionam um aumento estatisticamente significativo de 8.1 a 11.6% no excesso de mortes por dia de onda de calor e relativamente à duração destes eventos, foi encontrado um excesso de mortes por dia de 2.0 a 3.9%.

Em relação a Riga, capital da Estónia, Pfeifer et al (2020) obtiveram, para todas as causas de mortalidade, um aumento de 10 a 20% em relação a este último indicador, tendo em conta a definição de onda de calor aplicada. Nas três definições de ondas de calor aplicadas, observou-se, para a definição número 1, com base em regras da Letónia, um risco relativo de 1.1 e para a definição número 2, com base em regras da Suécia, um risco relativo de 1.2, para a mortalidade total.

Monteiro et al (2013), na cidade do Porto, na onda de calor de 2006, depreenderam, para cada grau de aumento da temperatura média aparente, um aumento de 2.7% da mortalidade por todas as causas. Nesta mesma cidade, um excesso de 107 foram observadas, correspondentes a 52% da mortalidade expectável, com a maior associação entre o índice de calor e mortalidade, três dias após o início da onda de calor. Também na Península Ibérica, Roldán et al (2016), para a cidade de Saragoça, estimaram um risco relativo de 1.28.

Muthers, Matzarakis e Koch (2010) ao estudarem a população de Viena, Áustria, notaram que esta demonstra uma sensibilidade considerável ao stress térmico e revela que a mortalidade relativa aumenta em dias com forte carga de calor 5.8% e em carga extrema carga de calor, aumenta 13.0%.

Os autores Heudorf e Schade (2014) estudaram duas ondas de calor em Frankfurt, no ano de 2003 e de 2010, e concluíram um aumento de mortalidade significativo de 78% e 23%, respetivamente. Relativamente às ondas de calor dos anos de 2006 e 2013 já não se obteve aumento significativos (12% e 14%). Os autores concluem, com este estudo que, após 2003 não se viu mais um impacto tão elevado nesta cidade.

Já Pyrgou e Santamouris (2018), detetaram um risco relativo de 1.28 em condições urbanas e de 0.88 em populações rurais em Nicósia, Chipre.

López-Bueno et al (2020) analisaram a distribuição geográfica para o distrito de Madrid e a relação das ondas de calor com várias variáveis, principalmente a mortalidade total. Aqui, detetaram-se ondas de calor em 3 distritos, Tetuan, Carabanchel e Puente de Vallecas, com um risco atribuível de 13.2, 16.9 e 10.0 respetivamente.

López-Bueno et al (2021), também para o distrito de Madrid, analisaram as diferenças entre regiões e verificaram um aumento associado a ondas de calor em 3 das 4 áreas. Neste caso, zonas rurais do sul, das zonas rurais montanhosas e o centro metropolitano urbano, com um risco relativo de 1.066, 1.099, 1.045 respetivamente e um risco atribuível de 6.2, 9.0 e 4.3, sendo a zona rural central não aplicável pois não foi detetado nenhum impacto.

5.6.2 Associação do Nível Socioeconómico

Os artigos de López-Bueno et al (2020), López-Bueno et al (2021) e Astrom et al (2020), mostram que o nível socioeconómico pode estar relacionado negativamente com o *outcome* após o evento de calor.

Fatores como o rendimento, o estado marital, o nível de escolaridade e o estado da habitação afetam o risco de mortalidade, sendo pessoas associadas a estes fatores as que possuem um risco relativo maior, relativamente à mortalidade.

Åström et al (2020), estudaram a associação entre ondas de calor e mortalidade e analisaram, também, o índice de “neighbourhood deprivation”. Esta é uma medida que assenta em 4 variáveis: habitantes com baixo nível escolar, baixo rendimento, desemprego e indivíduos que recebam apoios sociais. Dos três tipos de onda de calor definidos, apenas para um tipo de onda de calor existiu associação a nível nacional deste efeito com risco de mortalidade, estando esta associada a doença coronária.

Na revisão de Arbutnott e Hajat (2017), não se obteve uma relação consistente entre o estado socioeconómico e maior vulnerabilidade a eventos de calor, mas alerta-se para o potencial de mascaramento devido ao tipo de análise, no entanto, no Reino Unido, o local de habitação foi associado a um maior risco de mortalidade, podendo ser explicado pela capacidade económica que possuem.

López-Bueno et al (2020) mediram a associação da mortalidade por onda de calor a fatores socioeconómicos como o rendimento e a posse ar condicionado (possibilidade de refrigeração dos ambientes), na cidade de Madrid, um local densamente povoado. Tanto o rendimento doméstico como esta posse de máquinas de refrigeração estão associados a menor mortalidade. Neste estudo, também foi demonstrado como a maior capacidade económica em idosos (população que este estudo confirma como possuindo maior risco) pode ajudar a colocar em menor risco esta população, de si, vulnerável.

López-Bueno et al (2021) encontraram também um padrão de vulnerabilidade explicável primariamente pelo estado socioeconómico, a idade e a aclimatização ao calor. Este

estudo teve como variáveis socioeconómicas o índice de deprivação, baseado em indicadores como número de trabalhadores manuais e trabalhadores casuais, população com ou acima de 16 anos desempregada, com educação insuficiente e casas sem internet. Também foram analisadas as condições habitacionais, faixas etárias, localização e valores de temperatura. Após observação destas variáveis, foram associados a fatores de risco a presença em ambiente urbano e o índice de deprivação acima mencionado. Em oposição, boas características habitacionais são fatores protetores. Assim, este é mais um estudo a apresentar risco de mortalidade a piores condições socioeconómicas.

5.6.3 Preponderância da idade e do sexo

De forma geral, todos os estudos apresentaram resultados para um aumento significativo do risco de mortalidade, de acordo com a idade. De forma consistente, entendeu-se que a partir dos 60 anos existe um maior risco relativo de mortalidade. Vários estudos segmentaram a população também por sexo para analisar se existiam diferenças na mortalidade entre os mesmos, segmento esse que obteve resultados mais variáveis. Grande parte dos estudos obteve alterações entre sexo e idade. Apesar disto, 36arde t36 al (2017) e Muthers, Matzarakis e Koch (2010) não verificaram diferenças estatisticamente significativas entre homens e mulheres, mas registaram, para pessoas acima de 65 anos e acima, da mesma forma que Graczyk et al (2019), Graczyk, Pińskwar e Choryński (2022), López-Bueno et al (2020), López-Bueno et al (2021), Arsenović et al (2019), Pfeifer et al (2020) e Kollanus, Tiittanen e Lanki (2021). Artigos onde também existiu menção, relativamente a idades acima dos 65 anos, como um dos fatores de maior risco, ou, fatores mais importantes para o aumento na mortalidade. No último trabalho referido, a população acima de 65 anos foi ainda mais segmentada por idade, tendo o grupo etário dos 65 aos 74 anos apresentado um aumento de mortalidade na ordem dos 6.7% e a população com mais de 75 anos um aumento na ordem dos 12.8% e que o risco é maior nas mulheres. Já Green et al (2012) detetaram um aumento estatisticamente significativo de mortalidade em indivíduos com 65 ou mais anos, em Inglaterra e no País de Gales, que se traduziu em 367 mortes em excesso, num período de 2 dias, que representa 16.6% da mortalidade nestes dias, mas em maior detalhe, o excesso foi apenas significativo para indivíduos com 85 anos ou mais, aqui, 222 mortes foram consideradas excesso, ou seja, 21.4% e válido significativamente para duas regiões de Inglaterra, o Este e Londres. (40.5% e 28.1% respetivamente).

Laaidi et al (2012), num estudo que compara indivíduos acima dos 65 anos, a exposição às ondas de calor num centro urbano e num ambiente mais rural, verificaram que o risco para a exposição particularmente em temperaturas noturnas altas e o calor persistente

não permitem a recuperação corporal, sobretudo em pessoas mais vulneráveis. Já Arbuthnott e Hajat (2017) mencionam como resultado da sua revisão, a vulnerabilidade particular dos idosos devido a fatores como a menor capacidade de autorregulação, maior número de comorbidades e os fatores sociais que limitem adaptações comportamentais. Concluíram, também, que as mulheres aparentam possuir maior risco, assim como Zaninovic et al (2013) e Hunova et al (2017), mas alertam para possíveis razões de confundimento e a inconsistência desse dado para vários países. D'Ippoliti et al (2010) verificaram o maior risco para mulheres entre os 75 e os 84 anos, semelhante ao estudo de Gabriel e Endlicher (2011), que identificam as pessoas idosas, especialmente mulheres, com uma maior vulnerabilidade ao tempo quente. Åström et al (2016) não verificaram diferenças significativas entre homens e mulheres, e apenas obtiveram diferenças para maior mortalidade nas faixas etárias acima dos 75 anos nas regiões interiores da Estónia, onde a temperatura atingia mais extremos. Pyrgou e Santamouris (2018) verificaram que, em Nicósia, Chipre, o maior risco das ondas de calor em condições urbanas está nos homens na faixa etária dos 65 aos 69 (RR de 2.37 em relação a condições sem ondas de calor) e para as mulheres está na faixa etária dos 65 aos 74 (RR de 2.54), apesar do risco aumentar em praticamente todos os grupos etários com a influência das ondas de calor. Contrariando a tendência geral, neste artigo obteve-se uma redução do risco de morte para homens acima dos 70 anos e para mulheres acima dos 75 anos decresceu. No cômputo geral, os segmentos populacionais com maior risco de mortalidade numa onda de calor são idosos e mulheres. No estudo de Heudorf e Schade (2014), nos eventos de calor mais relevantes, confirmou-se que a mortalidade aumenta de forma estatisticamente significativa em 64% nos idosos de 60 a 79 anos e 113% nos maiores de 80. Na onda de calor de 2003, uma das mais fortes deste século e, na de 2010, verificou-se um aumento de 38% na mortalidade dos maiores de 80 anos. Já Vyrbeci et al (2015), num estudo na Eslováquia sobre o impacto dos episódios de calor, estudando as diferenças de risco de mortalidade entre sexos, obtiveram maior aumento relativo de mortalidade nas mulheres (11,4%) em relação aos homens (8,5%). Em comparação, em eventos de calor intensos, também o aumento da mortalidade foi maior nas mulheres (14,5%) que nos homens (13,3%). Em relação à idade, idosos com mais de 70 anos apresentaram um excesso de mortalidade de 11,3%. Proporcionalmente falando, o excesso de mortes nestes eventos ocorreram 55% nas mulheres e 69% nos idosos.

Ballester et al (2023) estimaram que as mulheres possuem mais 56% de mortalidade relacionada com o calor que os homens.

Astrom et al (2015) encontraram um aumento da mortalidade para maiores de 50 anos em tanto em Roma, no Sul, como em Estocolmo, no Norte.

Graczyk, Pińskwar e Choryński (2022), ao estudarem o comportamento da mortalidade em ambientes rurais e urbanos na Polónia, concluíram que a idade era um risco adicional significativo. Em várias áreas e em vários anos de calor, o número de mortes excedeu sempre mais de 10%.

5.6.4 Efeito da Ilha Urbana de Calor e diferenças entre ambiente rural e urbano

Alguns dos artigos aprofundaram o seu conhecimento do impacto do calor urbano na mortalidade. Todos os que investigaram esta temática concluíram um maior risco das cidades (ou ambientes urbanos altamente densificados) em relação a ambientes rurais ou com mais cobertura de zonas verdes.

Assim, Pyrgou e Santamouris (2018) e Laaidi et al (2012), mostraram que comparando áreas urbanizadas com áreas rurais, o aumento da mortalidade é significativamente mais incisivo nestas primeiras. Laaidi et al (2012) afirmam que a ilha de efeito urbano, causada pela alta densificação de edifícios e absorção de calor das radiações solares, faz com que a temperatura noturna seja mais alta do que no ambiente rural adjacente, pois este calor é libertado durante o período noturno. Pyrgou e Santamouris (2018) compararam o risco relativo para todos os grupos e sexos, em condições de ondas de calor, e concluíram que em ambiente urbano é de 1.28 e, para as mesmas condições, em ambiente rural é de 0.88, mostrando que este efeito provoca um maior nível de risco de mortalidade. Este aumento em ambientes urbanos regista-se em ambos os sexos, em relação às populações rurais. Neste estudo verificou-se também que, em ambiente urbano, este efeito pode provocar um aumento de temperatura até 2°C.

Graczyk, Pińskwar e Choryński (2022), ao compararem o risco para cidades polacas de diversos tamanhos, verificaram que as maiores cidades possuíam maior risco, sendo que os autores estabelecem uma ligação ao efeito de ilha urbana que é mais intenso em cidade mais densificadas, sendo este um problema grave, havendo um claro aumento no número de mortes, apesar deste aumento também existir em pequenas cidades e áreas rurais.

López-Bueno et al (2021) e Gabriel e Endlicher (2011) mencionam que para Madrid e Berlim, respetivamente, as populações urbanas estão mais vulneráveis ao calor do que as populações rurais adjacentes. No primeiro estudo, comparou-se também o número de eventos de calor em várias regiões e a área metropolitana urbana também foi a que

sofreu um maior número de casos. Aqui, também se verificou um maior número de população idosa, relativamente à área rural.

Gabriel e Endlicher (2011) obtiveram a mesma conclusão, para a cidade de Berlim e o ambiente rural de Brandemburgo, apesar de mencionarem que o problema do aumento de mortalidade aquando do acontecimento de ondas de calor é comum às duas áreas. Outro fator que está correlacionado com o nível de mortalidade é a proporção de superfícies terrestres cobertas por materiais andrógenos e impermeáveis, que carregam um fator de carga de calor mais intenso. Tal como mencionado noutra estudo anteriormente, também aqui se verifica o efeito urbano de onda de calor presente como fator influenciador de temperaturas noturnas mais quentes.

5.6.5 Impacto medidas de prevenção

Também nesta revisão encontramos artigos que mencionam o estado da mortalidade pré e pós impacto das medidas de prevenção para o calor intenso. Quase de forma transversal entre os estudos, os métodos preventivos passam por criações de sistemas de alerta, por formar profissionais de saúde para a problemática, informar a população e estabelecer uma linha de comunicação com os indivíduos mais em risco. Heudorf e Schade (2014) verificaram uma redução na mortalidade relacionada com o calor, após medidas para redução da mesma, um resultado que poderá ter sido afetado pelas condições extremas pré implementação de medidas terem sido mais graves que as condições pós implementação. Para além das medidas mencionadas anteriormente, incluíam-se também recomendações a nível da ingestão de líquidos e de vestuário adequado ao calor. Também incluem telefonemas e visitas a indivíduos de risco. Linares et al (2015) compararam a mortalidade para ondas de calor, em Espanha, antes e após métodos preventivos em 2004. Aqui também foi possível ver uma relação de queda na mortalidade relacionada com o calor em grande parte das províncias, mas devido à menor intensidade das ondas de calor pós implementação das medidas não se pode concluir que esta tenha decrescido apenas devido aos planos de adaptação.

5.6.6 Ideias Relevantes

Não diretamente tratado como resultado da revisão, mas também componentes que resultaram da leitura da mesma, existem dados que nos permitem entender quando e como é que as ondas de calor provocam um impacto na mortalidade e de que forma. Aqui, é referido por Arsenovic et al (2019) e Muthers, Matzarakis e Koch (2010), que mencionam como a temperatura é mais letal quando ocorre no início da época do calor, momento em que a adaptação do ser humano ainda não ocorreu. 39arde t39 al (2017), mencionam o fenómeno "*mortality displacement*", que ocorre quando o acréscimo de

mortes após o evento de calor produz um menor número de mortes que o esperado quando o evento termina. Também é referido que os efeitos da onda de calor são mais intensos quando estes eventos se prolongam mais dias, em maiores intensidades e quando a temperatura noturna não arrefece o suficiente para que o corpo humano recupere.

Kollanus, Tiittanen e Lanki (2021), também referem a importância de entender a mortalidade em pacientes hospitalizados.

5.6.7 Resultados Meta-Análise

A meta-análise aqui efetuada foi baseada em 6 estudos, que apresentam valores de risco relativos com intervalo de confiança a 95%.

Os estudos incluídos foram os de Roldán et al (2015), Hunova et al (2017), Monteiro et al (2013), Rocklov, Barnett e Woodward (2012), Pfeifer et al (2022) e Astrom et al (2016). Neste último, havia dois *outcomes* de risco relativo disponíveis, tendo sido escolhido o que possuía menor desfasamento (“lag”), para ir de encontro à homogeneidade deste estudo. No artigo de Pfeifer (2022), existiam três *outcomes*, com base em diferentes definições de ondas de calor diferentes, tendo sido optado por utilizar a definição de onda de calor do próprio país investigado.

A meta-análise obteve um resultado que menciona um risco relativo (na imagem mencionado como tamanho do efeito) global de 1,116, ou seja, aumento de 11,6%, na mortalidade total por onda de calor dos países observados, como possível de observar na tabela 1.

Estimativas do tamanho do efeito									
Tamanho do Efeito	Erro Padrão	Z	Sig. (2 extremidades)	Intervalo de Confiança 95%		Tamanho do Efeito	Tamanho Intervalo de Confiança 95%		
				Inferior	Superior		Inferior	Superior	
Geral	,109	,0318	3,439	<,001	,047	,172	1,116	1,048	1,187

Tabela 2 – Resultado Geral

Estimativas de tamanho do efeito para estudos individuais

Estudo	Tamanho do Efeito	Erro Padrão	Z	Sig. (2 extremidades)	Intervalo de Confiança 95%		Tamanho do Efeito	Intervalo de Confiança 95%		Ponderação	Peso (%)
					Inferior	Superior		Inferior	Superior		
ESTONIA	,166	,0237	6,985	<,001	,119	,212	1,180	1,126	1,236	231,025	23,4
STOCKHOL	,100	,0298	3,358	<,001	,042	,158	1,105	1,043	1,172	214,886	21,7
RIGA	,100	,0372	2,690	,007	,027	,173	1,105	1,028	1,189	194,224	19,6
PORTO	,027	,0050	5,378	<,001	,017	,036	1,027	1,017	1,037	263,747	26,7
PRAGUE	,340	,3591	,947	,344	-,364	1,044	1,405	,695	2,840	7,536	,8
SARAG	,250	,0954	2,620	,009	,063	,437	1,284	1,065	1,548	77,668	7,9

Tabela 3 – Análise Individual das Variáveis

Teste de homogeneidade

	Qui-quadrado (estatística Q)	df	Sig.
Geral	46,767	5	<,001

Tabela 4 – Teste de Homogeneidade

Medidas de heterogeneidade

Geral	Tau-quadrado	,004
	H-quadrado	6,328
	I-quadrado (%)	84,2

Tabela 5 – Teste de Heterogeneidade

Como mencionado previamente nesta dissertação, devido à alta heterogeneidade da amostra, foi utilizada o modelo de efeitos aleatórios, como apresentado pela percentagem do I-quadrado (84,2%).

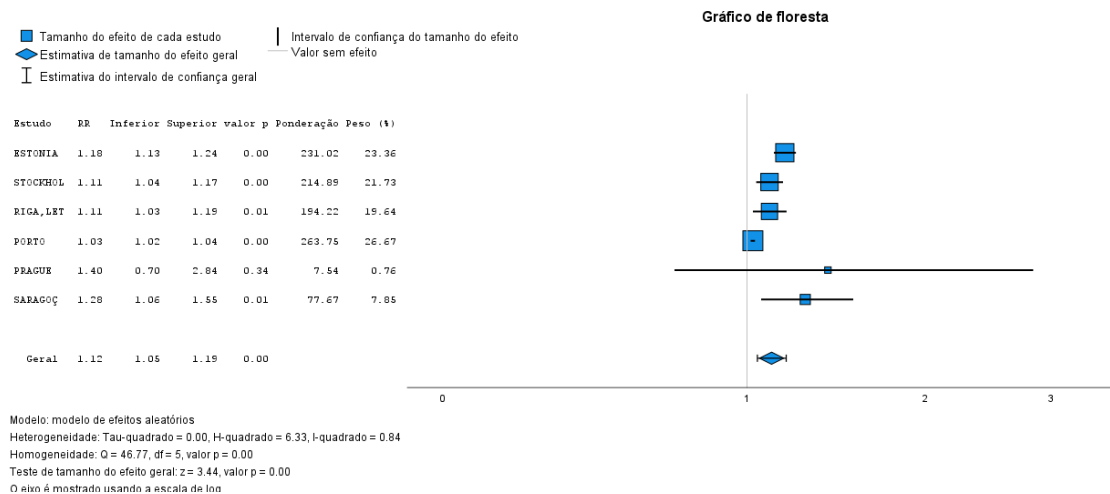


Figura 5 - Gráfico de Floresta e Tabela de Análise dos Artigos

No gráfico de floresta acima exibido, podemos entender as características individuais de cada estudo. O maior risco relativo situa-se em Praga, com valor de 1.40 (assim como o maior intervalo de confiança) e Saragoça com 1.20, pelo contrário, o menor situa-se no Porto com 1.03 e na Estónia com 1.10. Podemos ver também o maior intervalo de confiança pertencente a Praga. Todos os intervalos de confiança se encontram à direita do valor um, característica tipicamente associada a um efeito positivo estatisticamente significativo.

O valor geral para esta meta-análise refere um intervalo de confiança a 95% de 1.06 a 1.19, com um valor de risco relativo aproximado de 1.12.

5.6.8 Análise de Qualidade

O método de análise de qualidade e de risco de viés escolhido foi o *Effective Public Health Practice Project* (EPHPP, 1998).

Sendo um método *standardizado*, especializado para a revisão sistemática da literatura na área da saúde pública, é uma ferramenta de análise de qualidade para estudos quantitativos e métodos mistos, que possui uma boa nota metodológica. Esta ferramenta foi escolhida, uma vez que são avaliados vários parâmetros diferentes, porque é uma metodologia simples de aplicar, possui capacidade de intervenção em diferentes tipos de estudos, sendo desenvolvido para políticas e programas com base na população (semelhante ao tipo de abordagem desta revisão sistemática) (Bennett et al, 2017).

Como mencionado previamente, este método analisa diferentes parâmetros, nomeadamente o viés de seleção, o desenho de estudo, a análise do perigo de confundimento, a ocultação, as técnicas de recolha de dados e o nível de perdas de seguimento, mencionadas aqui como “withdrawal”. O preenchimento das tabelas de análise foi feita com o auxílio do dicionário da ferramenta. Cada artigo poderia ter pontuação de forte, moderado ou fraco, consoante as suas valências analisadas. Posteriormente, ponderando todos os indicadores, obter-se-ia um resultado total. Se nos parâmetros previamente mencionados existisse a presença de um ou mais resultados negativos, o artigo seria classificado como fraco. Se possuísse apenas um resultado negativo, moderado. Sem resultados negativos, obteria o resultado de forte (ou seja, boa qualidade).

Estes resultados foram executados pelo autor desta dissertação, no entanto, para dúvidas acerca da atribuição das diferentes classificações, o orientador da mesma auxiliou no processo de decisão.

Assim, 9 artigos obtiveram a classificação de forte, 14 artigos a classificação de moderado e 10 artigos a classificação de fraco.

De acordo com a análise de qualidade efetuada, vimos que nos parâmetros do viés de seleção, ocultamento e do método de levantamento de dados, os artigos possuem bons indicadores. Estes resultados podem ser explicados pela natureza ecológica dos artigos. A natureza dos dados é de boa qualidade, tendo assim bons resultados em termos de validade e consistência, uma vez que são feitos, de forma geral, a partir das bases de dados estatísticas oficiais de cada área / país. O viés de seleção é reduzido, porque as populações selecionadas são, na sua grande maioria, populações inteiras para uma determinada região. Ou seja, a mortalidade, sendo calculada, para toda a população ou região. Relativamente ao tópico do ocultamento (descrito na língua inglesa como “*blinding*”), uma vez que estes dados são analisados de forma transversal, em dados pontos no tempo, o analisador nunca está a par da situação dos indivíduos analisados, assim como estes não tem conhecimento desta intervenção.

A nível da análise do confundimento, existiu um resultado bastante heterogéneo. Vários artigos utilizaram critérios de análise de diferentes variáveis, como a diferença temporal da onda de calor e como incide ao longo do tempo, a poluição aérea, a idade. Outros, utilizaram métodos próprios, como o modelo ARIMA, para ajustar o artigo a possíveis variáveis que iriam afetar o resultado. Para auxílio na atribuição da classificação, assumiu-se potenciais itens confundidores a poluição atmosférica, a idade, horizontalidade temporal da onda de calor.

Já no que toca ao desenho de estudo, os artigos obtidos por esta dissertação estavam consistentemente abaixo dos parâmetros de qualidade. Isto pode ser explicado porque o EPHP penaliza bastante a pontuação deste critério, se os estudos analisados não possuírem características associadas a estudos experimentais randomizados, ou estudos clinicamente controlados. Assim, como grande parte dos analisados nesta dissertação, são de natureza observacional ecológica, a totalidade dos artigos obteve um resultado entre o fraco e o moderado. Desta forma, foi analisada, usando os mesmos critérios de qualidade do EPHP, a qualidade dos artigos, removendo este critério, para obtermos um prisma de análise diferente. Sem este critério, os resultados tornar-se-iam mais positivos, sendo o número de estudos categorizados como fortes 19 e 15 estudos como moderados.

Aos “*withdrawals*” foram-lhes atribuídos, de forma geral, a categoria de não-aplicável, à exceção do estudo de Laaidi et al (2012) (que não mencionou qual a percentagem de perda de seguimento nos grupos, sendo assim categorizado como fraco, nesse parâmetro), uma vez que em praticamente nenhum destes artigos se observou acompanhamento ou *follow-up*. Existem mais duas categorias, sendo estas a integridade de avaliação e a análise, mas como não possuem preponderância para os resultados, não foram apresentados em conjunto com os demais parâmetros.

As tabelas pertinentes para o estudo da análise de qualidade podem ser vistas em anexo.

De notar que o estudo de Arbuthnott et al (2017) não foi incluído nesta análise de avaliação de qualidade por se tratar de uma revisão de literatura, em que a maioria dos parâmetros não poderiam ser aplicados.

6. Discussão

A presente dissertação pretendeu entender qual o impacto na EU e RU deste fenómeno extremo que são as ondas de calor, um evento raro que irá acontecer cada vez mais no futuro, que ao ser mais frequente e intenso, possui, por conseguinte, maior capacidade de pôr em causa a saúde e modo de vida da humanidade.

De forma geral, os resultados obtidos confirmam a ideia de que o efeito das ondas de calor na União Europeia tem sido gradualmente mais grave e que possui um efeito danoso na mortalidade. Estes resultados estão de acordo em áreas geográficas variadas, tais como nos Estados Unidos (Anderson e Bell, 2011) ou Austrália (Franklin et al, 2023). No entanto, existem outros artigos que mencionam a maior gravidade desta alteração climática a nível de países equatoriais e sul-americanos e menor impacto nos EUA e UE (Guo et al, 2018; Gasparrini e Armstrong, 2011).

6.1 Relações Geográficas

No continente europeu estão presentes vários tipos de clima. Os artigos obtidos através desta revisão sistemática englobaram países de todas as regiões NUTS continentais da UE. Apesar da definição de onda de calor ser muito volátil a cada estudo e apesar das temperaturas base, para o que é ser considerado calor extremo ou onda de calor serem diferentes dependendo da região, foi compreensível que o aumento da mortalidade está associado a todas as regiões.

Portanto, apesar de ser fácil de conceber a ideia de que ondas de calor não são tão perigosas no Norte Europeu como no Sul, esta revisão demonstra que todos os países estão em maior risco em relação a este fenómeno. Os estudos efetuados em países do Norte apresentam que, apesar da necessidade da temperatura que define uma onda de calor ser mais baixa, uma menor adaptação da população local a temperaturas mais quentes pode fazer com que o risco de mortalidade aumente.

Também a localização onde um indivíduo exerce a sua vida é importante. Percebeu-se que indivíduos que vivem em centros mais urbanizados estão mais em risco do que indivíduos do meio rural devido às características de absorção e libertação do calor, sendo necessários mais estudos em meio rural para apurar melhor esta relação.

Foi também surpreendente ver que, independentemente do estudo ser feito em países mais associados a piores condições de calor, todos os artigos apresentaram resultados para maior mortalidade, sugerindo que o problema das ondas de calor já não é só localizado aos países mediterrânicos.

6.2 Relações Etárias e de Sexo

Ao longo deste trabalho foi notório que indivíduos acima de 65 anos são o segmento populacional mais em risco aquando destes eventos climatéricos. Seja por possuírem mais comorbilidades ou apenas devido ao facto de possuírem maior idade e, por conseguinte, mais fragilidade, estão consistentemente associados a um maior nível de risco de mortalidade, alertando para a necessidade de possuírem um maior acompanhamento aquando de uma onda de calor, a nível de apoio médico e de medidas de literacia. Estes dados estão de acordo com a informação concluída para a Europa e outras regiões, nos estudos de Zhang et al (2018), Sheridan et al (2021) e Cheng et al (2018).

Em relação ao sexo, dos sete artigos que mediram a influência do mesmo na mortalidade, a maioria encontrou dados que comprovam uma maior vulnerabilidade feminina no que toca às ondas de calor, resultados sustentados da mesma forma por Tong et al (2014), Windisch (2019) e Nguyen, C.V; Nguyen M.H e Nguyen T. T (2023). Mais estudos para investigar esta causa podem ser oportunos para entender melhor o nível de mortalidade excessiva no sexo feminino, uma vez que na literatura são encontrados valores variáveis, como na revisão sistemática de Arsad et al (2022) e Moraes, Almendra e Barrozo (2022) e contrários a estes, como nas investigações de Khatana, Werner e Groeneveld (2022) e Coates et al (2014).

6.3 Relações Socioeconómicas

Também as características do estado socioeconómico individual de cada pessoa têm um peso no *outcome* da onda de calor. O presente artigo conseguiu identificar estudos que analisaram esta temática. Se um deles afirma claramente a diferença entre estas condições como determinante para o *outcome* esperado, outro dos artigos é mais conservador. É de elevada importância obter mais dados no que toca a esta área para entender claramente a relação com a onda de calor e abranger uma maior área de intervenção socioeconómica.

Apesar de tudo, De Visser, Kunst e Fleischmann (2012), comprovam que pessoas com menor rendimento ou menor escolaridade estão em maior risco relativo de maior mortalidade do que as restantes, assim como Franklin et al (2023), que na Austrália, em Queensland, concluíram que indivíduos de alto estatuto socioeconómico só estavam em risco em ondas de calor extremas, ao contrário de pessoas com baixo nível socioeconómico que apesar de não terem relação significativa com mortalidade, possuem para o uso do serviço de saúde.

6.4 Prevenção

No futuro, com o aumento da frequência e intensidade das ondas de calor, este será provavelmente um tópico fundamental para proteger as populações do calor extremo.

Os estudos observados que analisaram a mortalidade pré e pós medidas de intervenção, apesar das dificuldades de análise devido à variação da temperatura nos períodos de medição, de forma geral encontraram reduções na mortalidade após capacitação do pessoal clínico de meios e formação e de medidas de apoio as pessoas mais vulneráveis (Diaz et al, 2015).

Sabendo que a vulnerabilidade populacional terá tendência a evoluir no futuro, para evitar uma sobrecarga dos sistemas de saúde e um aumento de vítimas a estes fenómenos, programas de apoio à população e que ajudem a gerir a situação de calor extremo podem ser vistos como uma oportunidade fundamental de adaptação.

Segundo Lowe, Ebi e Forsberg (2011), na Europa já existem vários métodos de prevenção apresentados, seja a nível nacional ou a nível local, que consistem primariamente na emissão de alerta para ondas de calor e agrupados em vários graus de perigo, através de vários indicadores climáticos, mas também em determinações de relações limiares da temperatura com a mortalidade. Há também a inclusão em certos modelos da poluição aérea. Normalmente podem ser organizados em fases como a previsão, monitorização, avisos e alertas. Países como a Alemanha estabelecem boas práticas, regras de comunicação e interação entre setores governamentais locais e nacionais com instituições de saúde, assim como planeamento, desde a antecipação da onda de calor e dos alertas até ao planeamento para a construção urbana.

Para um efeito mitigador sobre as ondas de calor, existem outros métodos que podem ajudar a gerir os efeitos resultantes. 47arde t al (2016) sugerem medidas como a utilização de tetos refletores da luz solar, o investimento na cobertura de árvores das cidades e a identificação das populações mais vulneráveis a este evento, assim como a localização de centros acessíveis em pouca distâncias e minutos, que podem acolher indivíduos mais frágeis durante o calor extremo.

Devido ao impacto futuro previsto das ondas de calor, espaços verdes, a agricultura urbana, o melhoramento de sistemas de água, a diversificação das colheitas e a implementação de sistemas de alerta também são mencionados na literatura (Lhotka, Kyselý e Farda, 2018).

As alterações climáticas devem ser combatidas, seja com medidas para a redução da emissão de gases poluentes para a atmosfera, com a aceleração da transição energética investindo em fontes de energia renováveis e uma relação com a natureza mais saudável, impedido fenómenos como a desflorestação, para que o aumento da intensidade e da frequência seja mitigado e as consequências a nível de ondas de calor sejam menos severas, sendo esse combate fundamental para combater também este evento extremo.

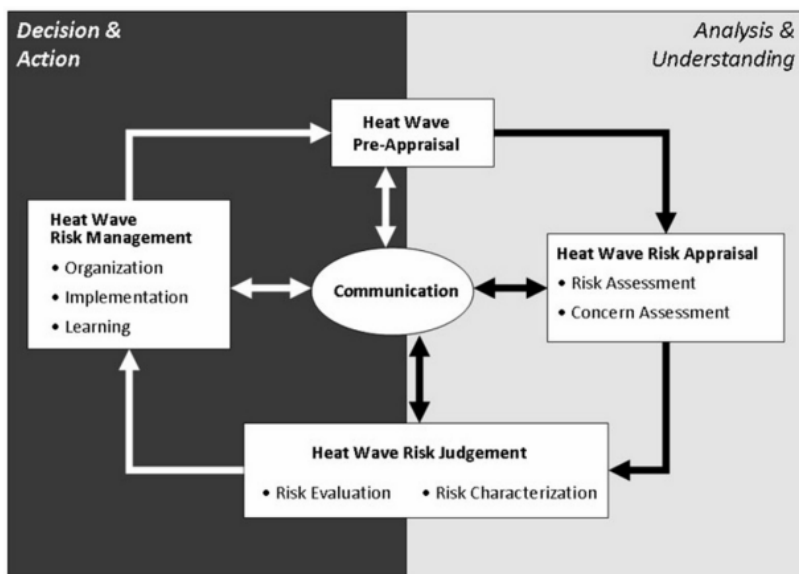


Figura 6 - Modelo Aplicado de Governância de Risco. Retirado de Lass et al (2011)

A medição do risco pode ser importante para a tomada de decisão e incorporação de estratégias, uma vez que as capacidades económicas e tecnológicas podem não ser suficientes, uma vez que até em países desenvolvidos o aumento da mortalidade é significativo. A aplicação de modelos de governância do risco pode auxiliar os processos de aprendizagem social para a adaptação ao calor extremo (Lass et al, 2011).

6.5 Meta-Análise: Como se compara?

A meta-análise executada por esta dissertação permite entender um aumento na mortalidade total. Apesar do número pequeno de estudos, esta está de acordo com os resultados das investigações ao risco da mortalidade nos estudos incluídos nesta dissertação.

Relativamente a outras meta-análises, tais como os estudos de Dimitrova et al (2021) no Sul da Ásia, de Pan et al (2023), na China e de Xu et al (2016) existe, também nestes uma associação positiva entre a mortalidade e as ondas de calor.

Devido ao pequeno número de estudos incluídos nesta análise, no futuro, mais trabalhos desta ordem deverão ser realizados para que a certeza e o impacto real deste evento climático seja investigado de forma mais aprofundada e a qualidade da evidência científica seja melhorada.

6.6 Conceitos Técnicos Relevantes

Para a avaliação do impacto das ondas de calor na mortalidade, utilizam-se indicadores técnico importantes que podem ter um peso importante na avaliação das consequências das ondas de calor para a vida humana, no caso, a mortalidade atribuível e o excesso de mortalidade.

A mortalidade atribuível corresponde à mortalidade total menos a mortalidade associada com o evento associado (Muscedere, Day e Heyland, 2010).

Por sua vez, o excesso de mortalidade é a diferença entre o número total de mortes em comparação ao que seria de esperar em condições normais, incluindo o número total de mortes associadas a uma exposição assim como os resultados de impactos indiretos, nomeadamente falhas nos serviços de saúde ou outros efeitos socioeconómicos. Para este excesso ser calculado basta apenas a informação do número de mortos durante o período de impacto na saúde da crise e o número de mortos anteriormente, para estimar o número esperado de mortes (Msemburi et al, 2023).

Ambos estes conceitos são imensamente importantes na área da saúde pública e são usados para entender desde efeitos da transmissão de doenças virais, ou de indicadores hospitalares. Na área desta dissertação são muito importantes para conseguirmos entender precisamente qual é o impacto na mortalidade de eventos climáticos extremos como as ondas de calor e qual o excesso que estes acontecimentos provocam em relação à distribuição normal da mortalidade.

Apesar do foco nesta dissertação ter sido fundamentalmente o impacto genérico das ondas de calor na mortalidade, ou seja, mais facilmente associado a um excesso de mortalidade em relação à normalidade, projetos futuros poderão acrescentar valor considerável a este trabalho, focando-se de forma específica em indicadores como estes que foram mencionados, não tendo sido alvo deste trabalho avaliar o impacto na mortalidade consoante o conceito epidemiológico utilizado.

6.7 Limitações

Uma das limitações que esta pesquisa possui envolve a definição precária e pouco universal do que é uma onda de calor. Nesse aspeto, diferenças entre os vários países poderiam ser atribuídas à definição individual do que é uma onda de calor. Geralmente, os artigos investigados utilizam dados provenientes de momentos de ondas de calor, mas estes dados, porventura, podem ser incoerentes devido ao que o país em si determina como onda de calor. Também se encontraram dificuldades ao nível da realização da meta-análise, sobretudo ao nível de alguma heterogeneidade na análise dos estudos, uma vez que os estudos incluídos, frequentemente, possuíam medidas de *outcome* díspares para a medição do mesmo impacto, em tamanhos de população algumas vezes variáveis.

Outra limitação consiste na pesquisa bibliográfica efetuada e a análise de cada artigo e da sua inclusão ter sido efetuada por uma só pessoa, no contexto de uma dissertação de mestrado, uma vez que revisões sistemáticas pressupõem uma equipa de pelo menos dois elementos para estas tarefas de revisão, a nível de proposta de artigos e da incorporação. Uma revisão sistemática pretende uma sincronia entre um ou mais autores para eliminação de vieses, verificação dos estudos escolhidos e definição de inserção dos mesmos nos moldes deste projeto.

A nível da meta-análise, algumas das dificuldades passaram pela devida homogeneização dos estudos, para que cumprissem as mesmas regras, o que levou a um número relativamente limitado para inclusão nesta componente. Alguns dos estudos, possuíam o seu período de análise em momentos bastante díspares em relação a outros, o que faz com que esse possa ser um efeito diferenciador a nível de *outcome*, tendo em conta que as ondas de calor tem vindo a ser mais intensas e estudos com períodos de análise há mais anos poderão ter resultados menos significativos.

Outra limitação deste estudo, passa pela não inclusão da poluição atmosférica e ambiental, assim como outros impactos que podem e devem ser avaliados como consequência das ondas de calor, como é o efeito a nível da saúde mental que estes fenómenos possuem.

A nível da análise de qualidade, usando a ferramenta do EPHPP, é perceptível a tendência para a categorização negativa dos estudos, tendo em conta o maior foco em estudos clínicos e randomizados, a nível individual, penalizando mais artigos de natureza ecológica. Também, o menor número de intervenientes ativo nesta dissertação pode reduzir a qualidade da análise dos artigos, uma vez que a classificação destes estudos podem variar conforme o investigador.

Também pela razão da larga maioria dos artigos analisados ser de natureza ecológica existem limitações para a análise da temática, uma vez que são aplicáveis a nível populacional, mas para intervenções individuais não podem ser apresentados resultados.

Como foi mencionado anteriormente, esta investigação tem iniciativa individual, ou seja, pode ter sido mais suscetível a inconsistências ao longo do seu desenvolvimento, existindo uma maior demora na definição dos métodos e clarificação dos mesmos em relação ao que seria pretendido, remetendo para alterações sucessivas à sua estrutura e ao carácter individual na pesquisa e decisão de inclusão de artigos.

6.8 Recomendações

Mais estudos serão, certamente, pertinentes para que o consenso científico seja alargado em relação a esta temática. Como abordado diversas vezes ao longo deste trabalho, a progressão das alterações climáticas fará com que estes acontecimentos possam ter um efeito cada vez mais grave na saúde individual, sendo necessário que seja regularmente avaliado quais os impactos que estão a surgir na população.

O desenvolver de estratégias de prevenção poderá ajudar a atenuar os efeitos do calor intenso na mortalidade.

Sabemos que mesmo que as emissões de gases de efeito de estufa fossem já totalmente eliminadas, o clima atual é irreparável. No entanto, tudo o que poderá ser feito para mitigar as consequências das ondas de calor, será fundamental que o Ser Humano combata as alterações climáticas pois só assim esta mudança climática poderá ser efetivamente amenizada.

A reunião com vários *stakeholders* da sociedade e a posterior investigação deste tema em equipas multidisciplinares poderá trazer mais informação científica à mesa, fundamental para o avançar do conhecimento sobre as ondas de calor, tanto a nível europeu, como a nível mundial.

7. Conclusão

As ondas de calor extremas continuarão a ser um dos tópicos políticos e globais mais pertinentes da atualidade, sendo a sua gestão fundamental na vida humana. Apesar de todas as medidas que possam provocar alguma mitigação sobre a mortalidade, o ideal passa por parar o problema a montante, reduzindo os impactos da atividade humana sobre o clima.

Esta revisão sistemática pretendeu compreender o efeito das ondas de calor e do calor extremo nas populações, obtendo resultados que mostram o impacto negativo deste fenómeno, não sendo este choque igual em todos os subgrupos, tendo um efeito mais grave nas populações mais vulneráveis como os idosos ou em indivíduos com nível socioeconómico mais baixo, existindo consequências em todas as regiões da União Europeia.

O envelhecimento da população europeia, aliado ao agravar e ocorrer com mais frequência e intensidade deste fenómeno fará com que mais pessoas estejam vulneráveis a este evento meteorológico extremo. Para além das vítimas, também a carga sobre o sistema de saúde será grande e exigirá uma utilização mais eficaz dos recursos necessários para este combate, assim como a implementação de melhores sistemas de prevenção e monitorização.

Fica notória a necessidade de implementar projetos de prevenção e adaptação que ajudem a reduzir esta relação temperatura-mortalidade, através da capacitação dos profissionais de saúde, de um melhor auxílio às populações mais vulneráveis e um maior investimento para a investigação desta problemática.

Apesar das conclusões obtidas neste trabalho, é necessária mais investigação para entender melhor os efeitos das ondas de calor na mortalidade e em efeitos associados, sobretudo num futuro em que as projeções atuais evidenciam uma tendência para um agravamento para países como Portugal.

“The truth is: the natural world is changing. And we are totally dependent on that world. It provides our food, water and air. It is the most precious thing we have and we need to defend it.”

David Attenborough

Referências Bibliográficas

AGHAKOUCHAK, A; [et al.] – Global warming and changes in risk of concurrent climate extremes: insights from the 2014 California drought. **Geophysical Research Letters**. 41(24) (2014) 8847-8852;

ALIABADI, M; [et al.] – Analysis of body heat tolerance of workers in a simulated warm environment based on linear mixed model. **PloS ONE**. 17(12): e0279170 (2022);

ANDERSON G. B.; BELL M. L. – Heat waves in the United States: mortality risk during heat waves and effect modification by heat wave characteristics in 43 U.S. communities. **Environ Health Perspect**. 119(2) (2011) 210-218;

ARBUTHNOTT, K. [et al.] – Changes in population susceptibility to heat and cold over time: assessing adaptation to climate change. **Environ Health**. 15 (Suppl 1) S33 (2016);

ARBUTHNOTT, K. G. HAJAT, S. – The health effects of hotter summers and heat waves in the population of the United Kingdom: a review of the evidence. **Environmental Health**. 16 (Suppl 1), 119 (2017);

ARSAD F. S. [et al.] – The Impact of Heatwaves on Mortality and Morbidity and the Associated Vulnerability Factors: A Systematic Review. **Int J Environ Res Public Health**. 19(23) (2022) 16356;

ARSENOVIĆ, D. [et al.] Heat-waves and Mortality in Czech Cities: A Case Study for the Summers of 2015 and 2016. **Geographica Pannonica**. 23 (2019) 162-172;

BALLESTER, J. [et al.] -. Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022. **Nat Med**. 29 (2023) 1857–1866;

BENNETT, W. L. [et al.] – Methods for Evaluating Natural Experiments in Obesity: Systematic Evidence Review. **Annals of internal medicine**, 168(11) (2018) 791-800;

BŁAŻEJCZYK, K. [et al.] – Heat strain and mortality effects of prolonged central European heat wave-an example of June 2019 in Poland. **Int J Biometeorol**. 66(1) (2022) 149-161;

BRAMER, W. M. [et al.] – Optimal database combinations for literature searches in systematic reviews: a prospective exploratory study. **Syst Rev**. 6 245 (2017).

BROOKS, K; [et al.] – Heatwaves, hospitals and health system resilience in England: a qualitative assessment of frontline perspectives from the hot summer of 2019. **BMJ Open**. 13(3): e068298 (2023);

CALLAHAN, CW; MANKIN, JS. – Globally unequal effect of extreme heat on economic growth. **Science Advances**. 8(43): eadd3726 (2022);

CAMPBELL, S. [et al.] – Heatwave and health impact research: A global review. **Health & Place**. 53 (2018) 210-218;

CHENG, J. [et al.] – Heatwave and elderly mortality: An evaluation of death burden and health costs considering short-term mortality displacement, *Environment International*, Volume 115 (2018) 334-342 ISSN 0160-4120;

COATES, L. [et al.] – Exploring 167 years of vulnerability: An examination of extreme heat events in Australia 1844–2010. **Environmental Science & Policy**. Volume 42 (2014) Pages 33-44 ISSN 1462-9011;

CONTI, A; [et al.] – Knowledge gaps and research priorities on the health effects of heatwaves: a systematic review of reviews. **International Journal of Environmental Research and Public Health**. 19(10) (2022) 5887;

DE CAMARGO, MG; FURLAN, MM. – Resposta fisiológica do corpo às temperaturas elevadas: exercício, extremos de temperatura e doenças térmicas. **Saúde e Pesquisa**. 4(2) (2011);

DE VISSER, M.; KUNST, A. E.; FLEISCHMANN, M. – Geographic and socioeconomic differences in heat-related mortality among the Dutch population: a time series analysis. **BMJ Open**. 16 12(11):e058185. (November, 2012);

DÍAZ, J. [et al.] – Geographical variation in relative risks associated with heat: Update of Spain's Heat Wave Prevention Plan. **Environment International**. Volume 85 (2015) 273-283 ISSN 0160-4120;

DIMITRIADOU, L.; NASTOS, P.; ZEREFOS, C. – Defining Heatwaves with Respect to Human Biometeorology: the Case of Attica Region, Greece. **Atmosphere**. 12(9) (2021) 1100;

D'IPPOLITI, D. [et al.] – The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project. *Environ Health* 9, 37 (2010).

DONATO, H.; DONATO, M. – Etapas na Condução de uma Revisão Sistemática. **Acta Med Port**. 32(3): (Março, 2019) 227-235;

DOSIO, A. [et al.] – Extreme heat waves under 1.5 C and 2 C global warming. **Environmental Research Letters**. 13(5) (2018) 054006;

EBI, K.L. [et al.] – **Hot weather and heat extremes: health risks**. *The Lancet*, 398 (10301) (2021) 698-708;

FARD, B. J. [et al.] -. Effective Mitigation and Adaptation Strategies for Public Health Impacts of Heatwaves for Brookline, MA. **AGU Fall Meeting Abstracts** Vol. 2016 (December, 2016). Pp. PA23B-2241;

FISCHER, EM; SCHÄR, C. – Consistent geographical patterns of changes in high-impact European heatwaves. **Nature Geoscience**. 3(6) (2010). 398-403;

FORZIERI, G. [et al.] -. Increasing risk over time of weather-related hazards to the European population: a data-driven prognostic study. **The Lancet Planetary Health**. 1(5) e200-e208 (2017);

FRANKLIN, R. C. [et al.] – Heatwaves and mortality in Queensland 2010–2019: implications for a homogenous state-wide approach. **Int J Biometeorol** 67, (2023) 503–515;

GABRIEL K. M.; ENDLICHER, W. R. – Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany. **Environ Pollut**. 159(8-9) (2011) 2044-50;

GASPARRINI, A.; ARMSTRONG, B. – The impact of heat waves on mortality. *Epidemiology*. 22(1) (January 2011) 68-73;

GRACZYK, D. [et al.] – Heat-related mortality during hot summers in Polish cities. **Theor Appl Climatol**. 136 (2019) 1259–1273;

GRACZYK, D.; PIŃSKWAR, I.; CHORYŃSKI A. – Heat-Related Mortality in Two Regions of Poland: Focus on Urban and Rural Areas during the Most Severe and Long-Lasting Heatwaves. **Atmosphere**. 13(3) (2022) 390;

GREEN, HK. [et al.] – Rapid estimation of excess mortality: nowcasting during the heatwave alert in England and Wales in June 2011. **J Epidemiol Community Health**. 66(10) (2012) 866-868;

GUERREIRO, R. J. G. – Planeamento urbano e clima: Adaptação ao efeito de ilha de calor urbano em Lisboa. Lisboa: Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa, 2020. Dissertação elaborada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia da Energia e do Ambiente. Universidade de Lisboa, Portugal.

GUO, Y. [et al.] – Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios: A multicountry time series modelling study. **PLOS Medicine**. 15(7): e1002629. (2018);

Harvard Countway Library. (2023). Systematic reviews and meta-analysis. Boston: Harvard Countway Library.

HENRIQUE, J. [et al.] – Análise do ambiente térmico urbano e áreas potencialmente expostas ao calor extremo no município do Porto (Portugal). **Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía**. 31(2) (2012) 281-302;

HEUDORF, U; SCHADE, M. – Heat waves and mortality in Frankfurt am Main, Germany, 2003-2013: what effect do heat-health action plans and the heat warning system have? **Z Gerontol Geriatr**. 47(6) (August 2014) 475-82;

HŮNOVÁ, I. [et al.] – Major heat waves of 2003 and 2006 and health outcomes in Prague. **Air Qual Atmos Health**. 10 (2017) 183–194;

KAPWATA, T; GEBRESLASIE, MT; WRIGHT, CY. – An analysis of past and future heatwaves based on a heat-associated mortality threshold: towards a heat health warning system. **Environmental health**. 21(1) (2022) 1-12;

KENNEY, WL; CRAIGHEAD, DH; ALEXANDER, LM. – Heat waves, aging, and human cardiovascular health. **Medicine and science in sports and exercise**. 46(10) (2014) 1891–1899;

KHATANA, S; WERNER, R. M.; GROENEVELD, P. W. – Association of Extreme Heat With All-Cause Mortality in the Contiguous US, 2008-2017. **JAMA Netw Open.** 5(5):e2212957 (2022);

KOLLANUS, V; TIITTANEN, P; LANKI, T. – Mortality risk related to heatwaves in Finland–Factors affecting vulnerability. **Environmental research.** 201, (2021) 111503;

KOVATS, RS; KRISTIE, LE. – Heatwaves and public health in Europe. **European Journal of Public Health.** 16(6) (2006) 592-599;

KIM, Y. M; [et al.] – Effects of heat wave on body temperature and blood pressure in the poor and elderly. **Environmental health and toxicology.** 27: e2012013 (2012);

LAAIDI K, [et al.] – The impact of heat islands on mortality in Paris during the August 2003 heat wave. **Environ Health Perspect.** 120(2) (February, 2012) 254-9;

LASS, W. [et al.] – Avoiding the avoidable: Towards a European heat waves risk governance. **Int J Disaster Risk Sci.** 2 (2011) 1–14;

LHOTKA, O.; KYSELÝ, J.; FARDA, A. – Climate change scenarios of heat waves in Central Europe and their uncertainties. **Theor Appl Climatol.** 131 (2018) 1043–1054;

LOPES, H. S. [et al.] – Análise do ambiente térmico urbano e áreas potencialmente expostas ao calor extremo no município do Porto (Portugal). **Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía.** 31 (2) (2022) 281-302;

LÓPEZ-BUENO J. A. [et al.] – The impact of heat waves on daily mortality in districts in Madrid: The effect of sociodemographic factors. **Environ Res.** 190:109993 (November, 2020).

LÓPEZ-BUENO J. A. [et al.] – Analysis of the impact of heat waves on daily mortality in urban and rural areas in Madrid. **Environ Res.** 195:110892 (April, 2021);

LOWE, D.; EBI K. L.; FORSBERG B. – Heatwave early warning systems and adaptation advice to reduce human health consequences of heatwaves. **Int J Environ Res Public Health.** 8(12) (December, 2011) 4623-48;

LI, M. [et al.] – Heat waves and morbidity: current knowledge and further direction-a comprehensive literature review. **Int J Environ Res Public Health.** 12(5) (2015) 5256-5283;

LI, T. [et al.] – Aging will amplify the heat-related mortality risk under a changing climate: projection for the elderly in Beijing, China. **Scientific Reports.** 6(1) (2016) 28161;

LI, T.; CHEN, C.; CAI, W. – The global need for smart heat–health warning systems. **The Lancet.** 400(10362) (2022) 1511-1512;

LINARES, C. [et al.] – Has there been a decrease in mortality due to heat waves in Spain? Findings from a multicity case study, *Journal of Integrative Environmental Sciences.* 12:2 (2015) 153-163;

LIU, J; [et al.] – Is there an association between hot weather and poor mental health outcomes? A systematic review and meta-analysis. **Environment International.** 153 (2021) 106533;

LUTERBACHER, J; [et al.] – European Seasonal and Annual Temperature Variability, Trends, and Extremes Since 1500. **Science.** 303(5663) (2004) 1499-1503;

MACHADO, I. L. O.; GARRAFA, V. – Proteção ao meio ambiente e às gerações futuras: desdobramentos e reflexões bioéticas. **Saúde em Debate**. 44 (2020) 263-274;

MACINTYRE, H. L.; [et al.] Assessing urban population vulnerability and environmental risks across an urban area during heatwaves – Implications for health protection. **Science of the Total Environment**. 610 (2018) 678-690;

MARTO, N. – Ondas de calor. Impacto sobre a saúde. **Acta Médica Portuguesa**. 18(6) (2005) 467-474;

MARX, W.; HAUNSCHILD, R.; BORNMANN, L. – Heat waves: a hot topic in climate change research. **Theoretical and applied climatology**. 146(1-2) (2021) 781-800;

MASON, H; [et al.] – Systematic review of the impact of heatwaves on health service demand in Australia. **BMC Health Services Research**. 22(1) (2022) 960;

MEADE R. D. [et al.] – Physiological factors characterizing heat-vulnerable older adults: A narrative review. **Environment International**. 144 (2020) 105909 ISSN 0160-4120;

MERTE, S. – Estimating heat wave-related mortality in Europe using singular spectrum analysis. **Climatic Change**. 142 (2017) 321–330;

Met Office. (2023). Heatwaves. (Consult. Em 14 Mar 2023) Obtido de <https://www.metoffice.gov.uk/weather/learn-about/weather/types-of-weather/temperature/heatwave>

MICHELOZZI, P. [et al.] – High temperature and hospitalizations for cardiovascular and respiratory causes in 12 European cities. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**. 179(5) (2009) 383-389;

MITCHELL, D. [et al.] – Attributing human mortality during extreme heat waves to anthropogenic climate change. **Environ. Res. Lett.** 11 074006 (2016);

MONTEIRO, A. [et al.] – Excess mortality and morbidity during the July 2006 heat wave in Porto, Portugal. **Int J Biometeorol.** 57(1) January 2013) 155-67;

MOHER, D. [et al.] - Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **Annals of internal medicine**, 151(4) (2009) 264-269;

MORAES S.L.; ALMENDRA, R.; BARROZO, L. V. Impact of heat waves and cold spells on cause-specific mortality in the city of São Paulo, Brazil. **International Journal of Hygiene and Environmental Health.** Volume 239 (2022) 113861;

MSEMBURI, W. [et al.] – The WHO estimates of excess mortality associated with the COVID-19 pandemic. **Nature.** 613 (7942) (2023) 130-137;

MUTHERS, S.; MATZARAKIS, A.; KOCH, E. – Summer climate and mortality in Vienna-a human-biometeorological approach of heat-related mortality during the heat waves in 2003. **Wiener Klinische Wochenschrift.** 122 (2010);

MUSCEDERE, J. G.; DAY, A.; HEYLAND1, D. K. – Mortality, attributable mortality, and clinical events as end points for clinical trials of ventilator-associated pneumonia and hospital-acquired pneumonia. **Clinical infectious diseases**, 51 (Supplement_1) S120-S125 (2010);

MUTHERS, S.; LASCHEWSKI, G; MATZARAKIS, A. – The Summers 2003 and 2015 in South-West Germany: Heat Waves and Heat-Related Mortality in the Context of Climate Change. **Atmosphere.** 8(11) (2017) 224.

NAUMANN, G. [et al.] – Global warming and human impacts of heat and cold extremes in the EU. **Crop Pasture Sci.** (2020);

NGUYEN, C. V.; NGUYEN M.-H.; NGUYEN, T. T. - The impact of cold waves and heat waves on mortality: Evidence from a lower middle-income country. **Health Economics. John Wiley & Sons, Ltd.** Vol. 32(6) (2023) 1220-1243;

NOGUEIRA, P. J. [et al.] – 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) (2009) 87-102;

NOGUEIRA, P.J.; PAIXÃO, E.J.; MORAIS, L. – Temperaturas do ar de Lisboa e Portugal (por distritos). Distribuições semanais e geográficas: modelos para previsão e monitorização dos impactos das ondas de calor na mortalidade humana. **Revista da Direção-Geral da Saúde.** 1 (2013) 8-18;

LOUDIN-ÅSTRÖM, D. [et al.] – Heat wave-related mortality in Sweden: A case-crossover study investigating effect modification by neighbourhood deprivation. **Scandinavian journal of public health.** 48(4) (2020) 428–435;

LOUDIN-ÅSTRÖM, D. [et al.] – High Summer Temperatures and Mortality in Estonia. **PloS One.** 11(5): e0155045 (2016);

PASCAL, M. [et al.] – Evolving heat waves characteristics challenge heat warning systems and prevention plans. **International Journal of Biometeorology.** 65 (2021) 1683-1694;

PASCAL, M. [et al.] – Have health inequities, the COVID-19 pandemic and climate change led to the deadliest heatwave in France since 2003? **Public Health.** 194 (2021)143-145;

PFEIFER, K. [et al.] – Evaluating Mortality Response Associated with Two Different Nordic Heat Warning Systems in Riga, Latvia. **Int J Environ Res Public Health**. 17(21) (October 22, 2020) 7719;

PYRGOU, A.; SANTAMOURIS, M. – Increasing Probability of Heat-Related Mortality in a Mediterranean City Due to Urban Warming. **Int J Environ Res Public Health**. 15(8) (2018) 1571;

RANHOFF A. H. [et al.] – The warm summer of 2018 – increased mortality among older people? **Tidsskr Nor Laegeforen**. 139(10) (June 2019);

ROCKLOV, J.; BARNETT, A. G.; WOODWARD, A. – On the estimation of heat-intensity and heat-duration effects in time series models of temperature-related mortality in Stockholm, Sweden. **Environmental Health**. 11 (2012) 23;

ROCQUE, R. J. [et al.] – Health effects of climate change: an overview of systematic reviews. **BMJ Open**. 11(6): e046333 (2021);

ROLDÁN, E. [et al.] – The effect of climate-change-related heat waves on mortality in Spain: uncertainties in health on a local scale. **Stoch Environ Res Risk Assess** 30 (2016) 831–839;

ROUSI, E. [et al.] – Accelerated western European heatwave trends linked to more-persistent double jets over Eurasia. **Nature Communications**. 13 (2022) 3851;

ROSSATI, A. – Global warming and its health impact. **The International Journal of Occupational and Environmental Medicine**. 8(1) (2017) 7;

ROYÉ, D. [et al.] – Heat wave intensity and daily mortality in four of the largest cities of Spain. **Environmental Research**. 182 (2020) 109027;

SARRA, S. R.; MÜLFARTH, R. C. K. – Os impactos da onda de calor de 2019 sobre a saúde da população na cidade de Bauru (Estado de São Paulo – Brasil) / The impacts of the 2019 heatwave on population health in the city of Bauru (State of Sao Paulo – Brazil). **Brazilian Journal of Development**. 7(6) (2021) 63941–63960;

SELIN, H.; MANN, M. E. – Global warming. Encyclopedia Britannica. (Consult. 24 Jan 2023). Disponível em <https://www.britannica.com/science/global-warming>

SHERIDAN, S. C. [et al.] – Recent Trends in Heat-Related Mortality in the United States: An Update through 2018. *Weather, Climate, and Society*. 13(1) (2021) 95-106;

SILVEIRA, R. B. [et al.] – COPD at the Porto Metropolitan Area and the effect of heat and cold waves on this disease. **Physis Terrae**. 1(1) (2019) 31-56;

SMID, M. [et al.] – Ranking European capitals by exposure to heatwaves and cold waves. **Urban Climate**. 27 (2019) 388-402;

SPSS versão 28.0.0.0 (190) (IBM Corp. Released 2021. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 28.0. Armonk, NY: IBM Corp).

STEFANON, M; D'ANDREA, F; DROBINSKI, P. – Heatwave classification over Europe and the Mediterranean region. **Environmental Research Letters**. 7(1) (2012) 014023;

TONG, S. [et al.] -. Development of health risk-based metrics for defining a heatwave: a time series study in Brisbane, Australia. **BMC Public Health**. 14 (2014) 435;

TONG, SF; [et al.] – Exploration of the health risk-based definition for heatwave: A multi-city study. **Environmental Research**. 142 (2015) 696-702;

TRIGO, RM; [et al.] – Evaluating the impact of extreme temperature based indices in the 2003 heatwave excessive mortality in Portugal. **Environmental Science & Policy**. 12(7) (2009) 844-854;

URBAN, A; [et al.] – Impacts of the 2015 Heat Waves on Mortality in the Czech Republic – A Comparison with Previous Heat Waves. **Int J Environ Res Public Health**. 14(12) (December 13, 2017) 1562;

VÝBERČI, D; [et al.] – The effects of the 1996–2012 summer heat events on human mortality in Slovakia. **Moravian Geographical Reports**. 23(3) (2015) 58-70;

WINDISCH, M. – Denaturalising heatwaves: gendered vulnerability in urban heatwaves, a review. *Australian Journal of Emergency Management Monograph*. 4, (2019) 146–153;

WITZE A. Extreme heatwaves: surprising lessons from the record warmth. **Nature**. 608(7923) (August, 2022) 464-465;

XU, Z; [et al.] – Impact of heatwave on mortality under different heatwave definitions: a systematic review and meta-analysis. **Environment International**. 89 (2016) 193-203;

ZANINOVIĆ, K.; MATZARAKIS, A. Impact of heat waves on mortality in Croatia. **International journal of biometeorology**. 58 (2013);

ZHANG, L. [et al.] – Mortality effects of heat waves vary by age and area: a multi-area study in China. *Environ Health* **17**, (2018) 54;

ZHANG, R. [et al.] – Increased European heat waves in recent decades in response to shrinking Arctic sea ice and Eurasian snow cover. **NPJ Clim Atmos Sci**, 3 (2020) 7.

Anexos

Tabela 1 (ordenada por país):

Título	País	Autor	Tipo de Estudo
Heat waves and mortality in Frankfurt am Main, Germany, 2003-2013	Alemanha	Heudorf et al (2014)	Estudo Ecológico
Summer climate and mortality in Vienna – a human-biometeorological approach of heat-related mortality during the heat waves in 2003	Áustria	Muthers et al (2010)	Estudo Ecológico
Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany	Alemanha	Gabriel et al (2011)	Ecológico Longitudinal Retrospectivo
The Summers 2003 and 2015 in South-West Germany: Heat Waves and Heat-Related Mortality in the Context of Climate Change	Alemanha	Muthers et al (2017)	Estudo Ecológico
Heatwaves and Mortality in Czech Cities: A Case Study for the Summers of 2015 and 2016	Chéquia	Arsenović et al (2019)	Estudo Ecológico
Impacts of the 2015 Heat Waves on Mortality in the Czech Republic—A Comparison with Previous Heat Waves	Chéquia	Urban et al (2017)	Estudo Ecológico
Major heat waves of 2003 and 2006 and health outcomes in Prague	Chéquia	Hůnová, et al (2016)	Estudo Ecológico
Increasing Probability of Heat-Related Mortality in a Mediterranean City Due to Urban Warming	Chipre	Pyrgou et al (2018)	Estudo Ecológico
Impact of heat waves on mortality in Croatia	Croácia	Zaninovic et al (2013)	Estudo Escológico
Analysis of the impact of heat waves on daily mortality in urban and rural areas in Madrid	Espanha	López-Bueno et al (2021)	Estudo ecológico longitudinal retrospectivo
Has there been a decrease in mortality due to heat waves in Spain? Findings from a multicity case study	Espanha	Linares et al (2015)	Estudo ecológico longitudinal retrospectivo
Heat wave intensity and daily mortality in four of the largest cities of Spain	Espanha	Royé et al (2020)	Estudo Ecológico
The effect of climate-change-related heat waves on mortality in Spain: uncertainties in health on a local scale	Espanha	Roldán et al (2016)	Estudo Ecológico
The impact of heat waves on daily mortality in districts in Madrid: The effect of sociodemographic factors	Espanha	López-Bueno et al (2020)	Estudo ecológico longitudinal retrospectivo

The effects of the 1996-2012 summer heat events on human mortality in Slovakia.	Eslováquia	Výberči et al (2015)	Estudo Ecológico
High Summer Temperatures and Mortality in Estonia	Estónia	Åström et al (2016)	Estudo Ecológico
Estimating heat wave-related mortality in Europe using singular spectrum analysis	Europa	Merte (2017)	Estudo Ecológico
Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022	Europa	Ballester et al (2022)	Estudo Ecológico
The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project	Europa	D'Ippoliti et al (2010)	Estudo Ecológico
Sex differences in mortality after heat waves: are elderly women at higher risk?	Europa	Van Steen et al (2018)	Revisão Sistemática
Mortality risk related to heatwaves in Finland – Factors affecting vulnerability	Finlândia	Kollanus et al (2021)	Estudo Ecológico
Have health inequities, the COVID-19 pandemic and climate change led to the deadliest heatwave in France since 2003?	França	Pascal et al (2021)	Estudo observacional
The impact of Heat Islands on Mortality in Paris during the August 2003 Heat Wave	França	Laaidi et al (2012)	Estudo Caso-Controllo
Attributing human mortality during extreme heat waves to anthropogenic climate change	Inglaterra e França	Mitchell et al (2016)	Estudo Ecológico
Rapid estimation of excess mortality: nowcasting during the heatwave alert in England and Wales in June	Inglaterra e Gales	Green et al (2011)	Estudo Ecológico
Evaluating mortality response associated with two different Nordic heat warning systems in Riga, Latvia	Letónia	Pfeifer et al (2020)	Estudo Ecológico Longitudinal Retrospectivo
The warm summer of 2018 – increased mortality among older people?	Noruega	Ranhoff et al (2019)	Estudo epidemiológico descritivo
The health effects of hotter summers and heat waves in the population of the United Kingdom: a review of the evidence	Reino Unido	Arbuthnott et al (2017)	Revisão Literatura
Heat-related mortality during hot summers in Polish cities.	Polónia	Graczyk et al (2019)	Estudo Ecológico
Heat-Related Mortality in Two Regions of Poland: Focus on Urban and Rural Areas during the Most Severe and Long-Lasting Heatwaves	Polónia	Graczyk et al (2022)	Estudo Ecológico
Heat strain and mortality effects of prolonged central European heat	Polónia	Błażejczyk et al (2021)	Estudo Ecológico

wave-an example of June 2019 in Poland			
Excess mortality and morbidity during the July 2006 heat wave in Porto, Portugal	Portugal	Monteiro et al (2013)	Estudo Ecológico
Heat wave-related mortality in Sweden: A case-crossover study investigating effect modification by neighbourhood deprivation.	Suécia	Åström et al (2020)	Estudo <i>Case-Crossover</i>
On the estimation of heat-intensity and heat-duration effects in time series models of temperature-related mortality in Stockholm, Sweden	Suécia	Rocklov et al (2012)	Estudo Ecológico

Tabela 2 (resumo dos artigos incorporados):

Artigo	Definição de Onda de Calor	População	Medição	Impacto da Mortalidade
Kollanus et al (2021)	Definidas como períodos onde as temperaturas médias para uma região específica excediam o nonagésimo (90) percentil de Maio a Agosto de 2000 a 2014 por quatro ou mais dias.	5,3M (97% pop finlandesa).	Análise do risco de mortalidade aquando dos dias de ondas de calor e diferentes subgrupos de pacientes em instalações de saúde.	<p>Aumento: 65-74 anos, 6,7% +75 anos, 12,8%</p> <p>Maior risco nas mulheres e pessoas com patologias respiratórias, renais, mentais, comportamentais, doenças do sistema nervoso central e cardiovasculares.</p> <p>Aumento: Em serviços de saúde: Pacientes não internados: 26.9%</p> <p>Pacientes internados: Longo termo (+30 dias), 13,1% Outros, 5,8%</p> <p>Em casa – 8,1%</p>
Ranhoff et al (2019)	-	População Norueguesa	Análise da mortalidade para diferentes regiões do país e para 3 grupos etários. (-75,75-84,85+)	Sem alterações de relevância no que toca à mortalidade.
Åström et al (2020)	<p>3 diferentes categorias de ondas de calor.</p> <p>1 – Quando a temperatura média máxima é esperada ser de 27°C por 3 dias consecutivos</p> <p>2 – Quando se espera que as temperaturas máximas diárias ultrapassem 30°C por 3 dias consecutivos;</p> <p>3 – Quando se espera que as temperaturas máximas sejam pelo menos 30°C por 5 dias consecutivos</p>	População total de 14 municipalidades Suecas.	<p>Análise da associação mortalidade – onda de calor.</p> <p>Estimou-se a mortalidade por todas as causas e em relação a doença coronárias.</p> <p>Calculado o “<i>Neighbourhood Level of Deprivation</i>” (medir o efeito da associação mortalidade – onda de calor tendo em conta o status socioeconómico.</p>	<p>Com acontecimento da 1 categoria de onda de calor, a mortalidade aumenta a nível nacional aproximadamente 8%</p> <p>Com onda de calor de 2 categoria, risco nacional aumenta para 15%.</p> <p>Maior risco em localidades com menor nível socioeconómico.</p>

	ou 33°C por 3 dias consecutivos;			
Green et al (2012)	Definição de onda de calor utilizada pelo Met Office, UK.	População de Inglaterra e Gales	Análise das mortes em excesso durante um alerta para onda de calor.	367 mortes em excesso Excesso apenas significativo em indivíduos com 85 anos ou mais. 242 mortes em excesso, em 1036 mortes
Arbuthnott et al (2017)	Definição de onda de calor utilizada pelo Met Office, UK.	População do Reino Unido	Análise de estudos que mencionassem o efeito das ondas de calor a vários níveis no Reino Unido e o seu efeito na saúde da população.	Todos os estudos demonstram um aumento na mortalidade relacionada com o calor, acima dos limiares para ondas de calor. Doenças respiratórias mais impactadas que as cardiovasculares. Populações mais vulneráveis são as mais idosas e as com determinadas comorbilidades.
Åström et al (2016)	-	População da Estónia (dividida entre 0-74 e 75+)	Análise da mortalidade diária por todas as causas no período de onda de calor assinalado para 2 regiões da Estónia e para o país.	Aumento da mortalidade devido a altas temperaturas de verão. O género não esteve associado a maior risco de mortalidade em cada região. O risco relativo calculado para cada grupo etário era semelhante na região costeira e no interior o grupo de 75+ anos possuía um maior risco. O risco relativo cumulativo de 0 a 2 dias para o 75 e 99 percentil de temperatura máxima diária foi 1.12 na região costeira e 1.28 na região interior. Para desfasamento de 0 a 10 dias existem padrões similares. Aumento da mortalidade de curto prazo em toda a Estónia.

Błażejczyk et al (2022)	Definidas como sequências de 3 dias com temperatura máxima maior que 30°C	População de 28 cidades polacas, no total de 8,1 milhões de pessoas.	Análise dos efeitos na mortalidade do calor intenso de Junho de 2019, através da medição da mortalidade total e mortalidade relacionada com o calor intenso.	Aumento da mortalidade total em 10% e 5 vezes maior mortalidade relacionada com calor intenso que nos 10 anos anteriores. Calor prolongado afeta capacidade regulatória humana.
Pyrgou et al (2018)	Definidas como 4 ou mais dias consecutivos com temperatura média urbana acima da temperatura limiar do nonagésimo percentil dos 8 anos investigados.	População das áreas urbanas e rurais de Nicósia.	Análise das causas de morte circulatórias e de foro respiratório para os anos de 2007 a 2014, para as áreas urbanas e rurais de Nicósia, sob condições de ondas de calor e sem ondas de calor.	Aumento na área urbana do risco de mortalidade mais acentuado nos homens entre 65 e 69 anos, com risco relativo de 2.38 e mulheres entre os 65 e 74 anos, com risco relativo de 2.54, sendo as mulheres mais vulneráveis ao calor extremo.
Heudorf et al (2014)	Definida como 2 ou mais dias como stress por calor severo ou extremo, baseada numa sensação de temperatura maior igual a 32°C ou 38°C respetivamente, tendo em conta a situação meteorológica nos 30 dias anteriores.	População da cidade de Frankfurt	Estudado o efeito das medidas preventivas na mortalidade em excesso em dias de ondas de calor e análise da mortalidade em excesso em ondas de calor em vários anos.	Em 2003 a mortalidade em excesso foi de 78% e de quase 113% na população com mais de 80 anos Durante a onda de calor de 2010, o excesso de mortalidade foi de 23% e 38% em pessoas com mais de 90 anos. Nas ondas de calor de 2006 e 2013 também ocorreu um aumento, mas sem ser significativo (12% e 4%).
Výberčí et al (2015)	Dias em que a temperatura média diária excede o nonagésimo percentil da sua distribuição empírica nos meses de verão do período de interesse.	População total da Eslováquia.	Analisar a relação mortalidade-calor na Eslováquia nos eventos de calor mais extremos das últimas 3 décadas.	Aumento da mortalidade de forma geral sobretudo em eventos fortes de calor e períodos com 2 ou mais dias. Mulheres (11,4% aumento RR e 8.5% nos homens) e idosos com mais de 70 anos (11,3% com maior risco). Aumento relativo de 9.9% na duração do período de teste em relação aos eventos de calor, comparado com o esperado. Em eventos de calor intenso produziram

				<p>um aumento de mortalidade total de 13.9%</p> <p>Aumento de mortalidade de 13.3% nos homens, 14.5% nas mulheres e 16.2% nos idosos</p> <p>Excesso da mortalidade ocorreu 50% em mulheres e 71% em idosos.</p>
Rocklov et al (2012)	Definidas como pelo menos dois dias com temperatura diária máxima acima do valor no nonagésimo oitavo percentil.	População do condado de Estocolmo	Analisar os efeitos das ondas de calor na mortalidade e também tendo em conta o efeito do calor cumulativo ao longo dos dias.	<p>Aumento do excesso de mortes 8.1 a 11.6% por dia de onda de calor.</p> <p>Em relação aos efeitos por duração da onda de calor, os estes traduzem-se em 2.0 a 3.9% de excesso de mortes por dia.</p>
Laaidi et al (2012)	-	População da área metropolitana de Paris e Val-de-Marne com 65 anos de idade ou superior, que viviam em casa durante a onda de calor avaliada.	Análise do <i>odds ratio</i> para estimar o risco de mortalidade associado à onda de calor.	O risco de mortalidade estava significativamente associado com dois indicadores. O aumento das temperaturas mínimas médias para a data selecionada (risco relativo de 2.17 para um aumento de 0.41°C) e temperatura mínima média no dia da morte e nos 6 dias anteriores (risco relativo de 2.24 para um aumento de 0.51°C).
Urban et al (2017)	Pelo menos 3 dias com a temperatura média diária a atingir ou a exceder o nonagésimo quinto percentil (21.2 °C) da distribuição anual (1994-2015), com pelo menos 1 dia a exceder o nonagésimo oitavo percentil (23.2 °C)	População da Chéquia, dividida em 4 subgrupos.	Analisar a mortalidade em excesso, durante os períodos de ondas de calor	<p>O aumento relativo médio da mortalidade por causas naturais durante ondas de calor foi de 10.7% por dia, enquanto o excesso máximo de mortalidade atingiu 30% nos dias mais quentes.</p> <p>Não foi encontrada relação significativa entre a diferença de aumento da mortalidade entre mulheres e homens (11.7% e 10,1%, respetivamente), mas foi encontrada para as idades 65+ anos (11,6%) e 0-64 anos (8,3%)</p>
Graczyk et al (2019)	-	População Polaca.	Analisar as mortes em excesso durante	Aumento do risco da mortalidade para pessoas com mais de 65

			ondas de calor nas 10 maiores cidades da Polónia ao comparar a mortalidade nos anos de ocorrências mais extremas com a mortalidade dos anos de referência.	anos. Assim como maior cardiovascular. A mortalidade adicional nas 10 cidades observadas pode excedido 1070 em 1994. Nos dias mais extremos, o risco foi mais que 3 vezes maior que o valor médio para o período de referência.
Linares et al (2015).	Baseada no nonagésimo quinto percentil da temperatura diária máxima para os meses de verão.	População das cidades capitais da região Castela-Mancha	Análise para cada capital de província desta região da mortalidade por causas naturais de 1991 a 2008, comparando antes e depois de um plano de prevenção.	Verificou-se decréscimo da mortalidade por calor intenso em algumas províncias, mas não se conseguiu verificar que se deveu à implementação de planos de prevenção.
Arsenović et al (2019).	Definida de três formas. Um período contínuo durante o qual a temperatura máxima diária atinge pelo menos 30°C, por o mínimo de 3 dias, ou se a temperatura máxima média ao longo do todo o período atinge pelo menos 30°C, ou se a temperatura máxima não for menor que 25°C.	População das 10 maiores cidades da Chéquia, com uma população de por volta de 100.000 habitantes.	Analisada a mortalidade relacionada com a temperatura durante ondas de calor. Comparou-se mortalidade em dias de ondas de calor com os restantes dias.	Mortalidade mais elevada que a média para o esperado da época em todas as cidades, mais pronunciada em idades acima dos 65 anos, mais acentuada na primeira onda de calor do ano e no dia mais quente.
Pfeifer et al (2020)	Usados sistemas de alerta para calor para 2 países Balticos, Letónia e da Suécia para definir categorias de ondas de calor. LAT Nível 1) Quando temperaturas máximas diárias estão entre 27°C e 32°C por, pelo menos 2 dias consecutivos ou mais.	População de Riga	Analisar a relação onda de calor e mortalidade para eventos de curto prazo, para a mortalidade geral e mortalidade específica.	O risco da mortalidade por todas as causas, durante ondas de calor, aumentou 10% a 20% A mortalidade também aumentou entre 12% a 22% para o grupo etário maior ou igual a 65 anos.

	<p>Nível 2) Se as temperaturas máximas diárias forem igual ou mais a 33°C.</p> <p>SWE</p> <p>Nível 1) Temperaturas máximas diárias atingem pelo menos 26°C e até 30°C por 3 dias consecutivos.</p> <p>Nível 2) Temperaturas diárias máximas tem de ser pelo menos 30°C por 3 dias consecutivos.</p> <p>Nível 3) Temperaturas máximas diárias tem de ser 30°C ou mais por 5 dias e/ou pelo menos 33°C durante 3 dias consecutivos.</p>			
Pascal et al (2021)	3 dias ondas a média das temperaturas mínimas e máxima excedem o limiar habitual de temperatura.	População Francesa	Análise do impacto na mortalidade das ondas de calor em 2020, ano da covid19	18.2% de mortes em excesso (1921)
Ballester et al (2023)	-	População de vários países europeus (543M)	Uso de modelos epidemiológicos para estimar a mortalidade para o sexo e idade	<p>Maior número de mortos relacionados com o calor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Itália – 18010 - Espanha – 11324 - Alemanha - 8173 <p>Maior número de mortes relacionadas com o calor em taxa relativa à população:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Itália – 295/milhão; - Grécia – 280/milhão; - Espanha – 237/milhão; - Portugal – 211/milhão. <p>Mais 56% de mortes relacionadas com calor em mulheres que em homens. Taxas de aumento mais elevadas em homens dos 0 aos 64 anos de idade (41%) e 65 a 79 anos de idade (14%), assim como em mulheres acima dos 80 anos (27%).</p>

Mitchell et al (2016)	O período de Junho a Agosto de 2003 foi considerado como a onda de calor.	População de Paris Central (2 126 000 e Grande Londres (7 154 000)	Foi calculada a relação calor-mortalidade para as ondas de calor de 2003, em Paris e Londres e a mortalidade causada pelos efeitos humanos.	34 mortes em Paris e 4.5 em Londres por 100.00 habitantes, como número de mortalidade relacionada com o calor, no total, sendo a influência humana é em 24 mortes, em Paris e 1 morte em Londres. Número total de mortes relacionadas com o calor +- 506 em Paris Central e 64+- na Grande Londres Número de mortes devido a influência antropogénica extremamente alto.
Graczyk et al (2022)	Definida como um período de pelo menos 3 dias consecutivos com temperatura máxima diária acima dos 30°C.	Análise para 2 comunidades com população distinta nos períodos de 1989–1998 e 2001–2016 para as regiões de Małopolska e Wielkopolska.	Análise do impacto das ondas de calor no risco de mortalidade para pequenas aldeias e vilas. Análise do aumento da mortalidade durante 5 ondas de calor de alta intensidade e longa duração para 2 regiões polacas.	Risco maior nas grandes cidades que nas áreas rurais. Idade acima dos 65 anos torna-se um risco extra.
Muthers et al (2010)	-	Estado federal de Viena (1.6M)	Comparar a mortalidade por onda de calor em 2003 com os outros anos.	Acima de 29°C valor abaixo do normal. (-1.8% CI: 2.1%, 1.5%). Acima de 29°C a mortalidade relativa aumenta significativamente nos dias com calor moderado, 0.9% (CI: 0.4%, 1.4%), nos dias de calor forte 5.8% (CI: 5.0%, 6.5%), em dias de carga extrema 13.0% (CI: 11.1%, 14.7%). Sem diferença entre homens e mulheres.

<p>Monteiro et al (2013)</p>	<p>Período com pelo menos 2 dias consecutivos com um index de calor igual ou acima do terceiro grau. (41 < HI < 54)</p>	<p>População do Grande Porto.</p>	<p>Análise da relação da temperatura aparente com a mortalidade durante uma onda de calor, para a população escolhida, em geral e em específico para os maiores de 74 anos e por sexo.</p>	<p>Mortalidade em excesso foi de 52% e um aumento para causas totais de mortalidade de 2.7% por cada grau Célisio aumentado.</p> <p>Risco relativo para a mortalidade total e intervalo de confiança de 95%, 1.027 (1.017-1.036).</p>
<p>Zaninović et al (2013)</p>	<p>-</p>	<p>População de 4 cidades croatas dos censos de 1981, 1991 e 2001 e a população diária por interpolação linear: Zagreb – 780,068 Split – 180,459 Rijeka – 128,741 Osijek – 103,993 Mortalidade standardizada para cada 10 000 habitantes.</p>	<p>Determinar, para diferentes regiões climáticas da Croácia, o critério para a carga de calor, associada a um aumento de mortalidade.</p>	<p>Aumento geral da mortalidade de 2% por cada aumento °C de PET</p> <p>Aumento de 1.3% e 1.4% para um aumento de 1°C da temperatura máxima em Zabreg e Rijeka e para a mínima 2.0% em Zagreb e temperatura média do ar 2.1% em Zagreb e 3.0% em Rijeka.</p> <p>Maior mortalidade em Split, variando entre 2.7% e 5.4% por cada grau para a mínima temperatura e até 6.5% para a temperatura média.</p> <p>Menor mortalidade em ambientes sem carga relevante de calor. (-1.5 % in Zagreb and -4.8 %)</p> <p>Na Parte continental, onda de calor apresenta excesso de mortalidade de +- 20%. Na costa, o excesso de mortalidade varia entre 49 e 92%.</p>

Merte (2017)	Baseados em limiares definidos para cada país e a sua medida o número de dias por mês em que os limiares são ultrapassados.	População dos 27 países, baseado no Eurostat, de 1960 a 2014.	Estimação do excesso de mortalidade relacionada com ondas de calor	Países mais afetados são países do Sul, nomeadamente o mais afetado, Portugal (1.14) e outros como Espanha (1.07) e França (1.03). Os países menos afetados são países nórdicos e pequenos, como a Finlândia (0.22) 0.61% de toda a mortalidade, média para 27 países.
Van Steen et al (2018)	-	Idosos com mais de 65 anos.	Revisão sistemática de estudos que comparassem a temática envolvida.	8 estudos encontraram mais risco para idosos do sexo feminino, 1 para idosos do sexo masculino, 2 não encontraram diferenças e 2 apresentaram resultados inconsistentes.
Åström et al (2015)	Dois dias consecutivos com as temperaturas a excederem o nonagésimo quinto percentil da temperatura máxima aparente. Os dois dias a seguir ao dia de uma onda de calor também foram considerados como onda de calor.	População das 2 cidades-alvo acima dos 50 anos.	Análise da associação da mortalidade-não acidental com as ondas de calor	O aumento na mortalidade diária durante dias de onda de calor, na população +50, de 22% (95% Confidence Interval (CI): 18-26%) para Roma e 8% (95% CI: 3-12%) em Estocolmo.
D'Ippoliti et al (2010)	Definidas como: 1) Períodos de pelo menos 2 dias com a temperatura máxima aparente a exceder o nonagésimo percentil da distribuição mensal. 2) Períodos de pelo menos 2 dias com a temperatura mínima a exceder o nonagésimo percentil e a	População das 9 cidades em estudo (N+25 000 000)	Desenvolver uma definição de onda de calor que se aplicasse a todos os intervenientes e comparar o efeito no sexo, idade e causas de morte durante certos períodos temporais, tendo em conta o calor, duração e intensidade.	Sem 2003, aumento na mortalidade em todas as cidades: Resultados até 3x mais danosos em episódios de longa duração e alta intensidade. Maior impacto na área mediterrânica (+21.8%) Norte Continente (12.4%) Maior efeito em mulheres com doenças respiratórias 75 a 84 anos.

	temperatura aparente máxima a exceção do valor mediano mensal.			
Muthers et al (2017)	-	População de Baden-Württemberg (10.9M – 2015)	Comparar o efeito das ondas de calor de 2003 e 2015 e o seu efeito na mortalidade relacionada com onda de calor.	+70% mortalidade depois de 11 dias (2003) e + 59% mortalidade, 5 dias depois (2015).
Gabriel et al (2011)	-	População da região urbana e rural de Berlim e Brandemburgo (3.5M habitantes).	Analisar a diferença entre a mortalidade por onda de calor entre a cidade de Berlim e as áreas rurais circundantes de Brandemburgo.	Número de mortes em mulheres acima de 50 anos, acima do esperado por 54.9%, ou seja, idade e género são fatores preponderantes. Efeitos de mortalidade mais elevados na zona urbana de Berlim, com maior densificação de estruturas. Taxa de mortalidade aumenta até 67,2% durante ondas de calor extremas, também na cidade como em ambiente rural.
Hunova et al (2017)	Baseadas em elevada temperatura do ar. Dias Com temperatura máxima diária maior que 30°C.	População de Praga (1,2M habitantes)	Análise entre ondas de calor e mortalidade, para a cidade de Praga, em 2 momentos separados de ondas de calor.	Para a população geral o aumento do risco relativo foi de 1,072 (para um intervalo de confiança de 95%, 1.001 – 1.147) para mortalidade cardiovascular, associado a um aumento de temperatura de 10°C. Maior risco nas mulheres.
Royé et al (2020)	Definida através do EHF, um index de 2 componentes, baseado numa média de 3 dias da média diária da temperatura. 1) comparação da média de 3 dias de temperatura média com o nonagésimo	População de Madrid, Sevilha, Barcelona e Bilbao.	Avaliar o efeito da intensidade da onda de calor na mortalidade, nas 4 das maiores cidades de Espanha, entre 1990 e 2014, através do "EHF – Excess Heat Factor (em	Risco de mortalidade: Sevilha: 2.73 (IC95: 2.34-3.18) Barcelona: 1.78 (IC95: 1.62-1.97) Bilbao: 1.78 (IC95: 1.45-2.19) Madrid: 1.82 (IC95: 1.70-1.94)

	quinto percentil 2) segunda, medida das temperaturas atingidas durante o período de 3 dias, comparado aos últimos 30 dias.		português – fator de excesso de calor.	
Lopez-Bueno et al (2020)	Definida como uma variável, onde começa a partir dos 36°C, temperatura para a qual a mortalidade começa a aumentar.	População de Madrid	Análise do papel do rendimento, da posse de ar condicionado, da quantidade de população acima de 65 anos e zonas verdes, em Madrid, no impacto da mortalidade diária por calor.	Impacto da onda de calor presente em apenas 3 dos distritos analisados No modelo univariável, todas as variáveis foram significativas à exceção das zonas verdes, sem significância no modelo multivariável O rendimento (especialmente) a posse de ar condicionado e a percentagem de pessoas acima de 65 anos são os fatores mais relevantes.
Lopez-Bueno et al (2021)	Dias em que a temperatura máxima diária excede o limiar considerado para determinada localização.	Municipalidades de Madrid com uma população superior a 10,000 habitantes, nos períodos de 1 de Janeiro de 2000 a 31 de Dezembro de 2020.	Analisar e comparar os efeitos das altas temperaturas na mortalidade diária para as populações urbanas e rurais de Madrid.	População urbana mais vulnerável às ondas de calor, o estado socioeconómico afeta a vulnerabilidade, sendo a população acima de 64 e a possibilidade de climatização fatores preponderantes.
Roldán et al (2016)	Baseada na determinação, para a área de estudo, da temperatura à qual a mortalidade começa a aumentar em função da temperatura.	População de Saragoça	Estimar o efeito de temperaturas extremas na mortalidade diária de Saragoça, de 2014 a 2021, através de vários cenários climáticos.	A mortalidade em Saragoça aumenta 0.4%

Tabela 3 - Análise de qualidade (EPHPP)

	Viés de Seleção	Desenho de estudo	Confundimento	Cegamento	Método de Recolha de Dados	Withdrawals	OVERALL
Kollanus et al (2021)	Green	Red	Green	Green	Green	Grey	Yellow
Ranhoff et al (2019)	Green	Red	Red	Green	Green		Red
Åström et al (2020)	Green	Red	Yellow	Green	Green		Yellow
Green et al (2012)	Green	Red	Red	Green	Green		Red
Arbuthnott et al (2017)	Black	Black	Black	Black	Black		Black
Åström et al (2016)	Green	Red	Yellow	Green	Green		Yellow
Błażejczyk et al (2022)	Green	Red	Red	Green	Green		Red
Pyrgou et al (2018)	Green	Yellow	Yellow	Green	Green		Green
Heudorf et al (2014)	Green	Red	Yellow	Green	Green		Yellow
Výberčí et al (2015)	Green	Red	Yellow	Green	Green		Yellow
Rocklov et al (2012)	Green	Red	Red	Green	Green		Red
Laaidi et al (2012)	Green	Red	Yellow	Green	Green		Red
Urban et al (2017)	Green	Yellow	Yellow	Green	Red		Yellow
Graczyk et al (2019)	Green	Red	Red	Green	Green		Red
Linares et al (2015)	Green	Yellow	Red	Green	Green	Yellow	
Arsenović et al (2019)	Green	Red	Red	Green	Green	Red	
Pfeifer et al (2020)	Green	Red	Green	Green	Green	Yellow	
Pascal et al (2021)	Green	Red	Red	Green	Green	Red	
Ballester et al (2023)	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	
Mitchell et al (2016)	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	
Graczyk et al (2022)	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	
Muthers et al (2010)	Green	Yellow	Green	Yellow	Green	Green	
Monteiro et al (2013)	Green	Red	Yellow	Green	Green	Yellow	
Zaninović et al (2013)	Green	Red	Green	Green	Green	Yellow	
Merte(2017)	Green	Red	Yellow	Green	Green	Yellow	
Van Steen et al (2018)	Green	Red	Red	Green	Green	Red	
Åström et al (2015)	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	
D'Ippoliti et al (2010)	Green	Red	Yellow	Green	Green	Yellow	
Muthers et al (2017)	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	
Gabriel et al (2011)	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	
Hunova et al (2017)	Green	Red	Green	Green	Green	Green	
Royé et al (2020)	Green	Red	Yellow	Green	Green	Yellow	
Lopez-Bueno et al (2020)	Green	Red	Red	Green	Green	Red	
Bueno et al (2021)	Green	Red	Yellow	Green	Green	Yellow	
Roldán et al (2016)	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	

Tabela 4 - Análise de qualidade (EPHPP), sem desenho de estudo:

	Viés de Seleção	Confundimento	Cegamento	Levantamento dados	Withdrawals	OVERALL
Kollanus et al (2021)	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Ranhoff et al (2019)	Verde	Vermelho	Verde	Verde		Amarelo
Åström et al (2020)	Verde	Amarelo	Verde	Verde		Verde
Green et al (2012)	Verde	Vermelho	Verde	Verde		Amarelo
Arbuthnott et al (2017)	Verde	Verde	Verde	Verde		Verde
Åström et al (2016)	Verde	Amarelo	Verde	Verde		Verde
Błażejczyk et al (2022)	Verde	Vermelho	Verde	Verde		Amarelo
Pyrgou et al (2018)	Verde	Amarelo	Verde	Verde		Verde
Heudorf et al (2014)	Verde	Amarelo	Verde	Verde		Verde
Výberčí et al (2015)	Verde	Amarelo	Verde	Verde		Verde
Rocklov et al (2012)	Verde	Vermelho	Verde	Verde		Amarelo
Laaidi et al (2012)	Verde	Amarelo	Verde	Verde		Vermelho
Urban et al (2017)	Verde	Amarelo	Verde	Vermelho		Amarelo
Graczyk et al (2019)	Verde	Vermelho	Verde	Verde		Amarelo
Linares et al (2015)	Verde	Vermelho	Verde	Verde		Amarelo
Arsenović et al (2019)	Verde	Vermelho	Verde	Verde		Amarelo
Pfeifer et al (2020)	Verde	Verde	Verde	Verde		Verde
Pascal et al (2021)	Verde	Vermelho	Verde	Verde		Amarelo
Ballester et al (2023)	Verde	Verde	Verde	Verde		Verde
Mitchell et al (2016)	Verde	Amarelo	Verde	Verde		Verde
Graczyk et al (2022)	Verde	Amarelo	Verde	Verde		Verde
Muthers et al (2010)	Verde	Verde	Amarelo	Verde		Verde
Monteiro et al (2013)	Verde	Amarelo	Verde	Verde		Verde
Zaninović et al (2013)	Verde	Verde	Verde	Verde		Verde
Merte(2017)	Verde	Amarelo	Verde	Verde		Verde
Van Steen et al (2018)	Verde	Vermelho	Verde	Verde		Amarelo
Åström et al (2015)	Verde	Amarelo	Verde	Verde		Verde
D'Ippoliti et al (2010)	Verde	Amarelo	Verde	Verde		Verde
Muthers et al (2017)	Verde	Verde	Verde	Verde		Verde
Gabriel et al (2011)	Verde	Verde	Verde	Verde		Verde
Hunova et al (2017)	Verde	Verde	Verde	Verde		Verde
Royé et al (2020)	Verde	Amarelo	Verde	Verde	Verde	
Lopez-Bueno et al (2020)	Verde	Vermelho	Verde	Verde	Amarelo	
Bueno et al (2021)	Verde	Amarelo	Verde	Verde	Verde	
Roldán et al (2016)	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	

Verde – Nota de qualidade forte

Amarelo – Nota de qualidade moderada

Vermelho – Nota de qualidade fraca.