

**Universidade de Lisboa
Faculdade de Farmácia**



Impacto das Alterações Climáticas na Saúde

Catarina Lopes Ribeiro

Monografia orientada pela Professora Doutora Cristina Maria Martins de
Almeida, Professora Associada

Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas

2025

**Universidade de Lisboa
Faculdade de Farmácia**



Impacto das Alterações Climáticas na Saúde

Catarina Lopes Ribeiro

**Trabalho Final de Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas
apresentado à Universidade de Lisboa através da Faculdade de Farmácia**

Monografia orientada pela Professora Doutora Cristina Maria Martins de
Almeida, Professora Associada

2025

Agradecimentos

Queria começar por agradecer à minha mãe, a mulher mais forte que conheci, que me ensinou, com palavras e com o exemplo, a nunca desistir. Apesar de sentir falta dela, sinto também sua presença, nos momentos de superação, nos dias difíceis e nas pequenas vitórias. Espero, do fundo do coração, que esteja orgulhosa do meu percurso. Tudo o que sou e tudo o que consegui deve-se, em grande parte, a ela. Espero que saibas que este momento também é teu mãe.

À minha irmã, o meu porto seguro, o meu apoio mais firme, a minha parceira do crime e a pessoa que sabe tudo o que passei. A tua força, coragem e as palavras foram fulcrais para o meu caminho. Foste mais do que irmã e gostava de te agradecer por tudo o que fizeste por mim durante este percurso, principalmente por nunca me deixares cair. Deste-me coragem quando faltava, puxaste por mim quando eu queria parar. Não sei como agradecer-te o suficiente, mas espero que saibas o quão agradecida estou.

Ao meu pai, que apesar de todas as adversidades me deu força e coragem da forma como conseguia e espero que esteja orgulhoso de mim. Aos meus avós, que apesar de não estarem presentes no meu percurso espero que saibam que agradeço por tudo e que no meu coração.

À minha gatinha Kit Kat por estar presente em todos os momentos, nas sessões de estudo e nas preparações de apresentações, mesmo incapaz de falar. Julgava-me com aqueles olhos críticos e silenciosos, mas esteve sempre ali, com a sua presença única. Espero que esteja orgulhosa também, mesmo que me continue a julgar.

Aos meus amigos, obrigada por estarem ao meu lado nos bons e nos maus momentos. Por celebrarem comigo, por me darem força, por serem casa quando eu me sentia perdida. A vossa amizade é um dos maiores tesouros que levo desta fase da vida. Tornaram esta fase mais fácil sem dúvida.

Às pessoas que se cruzaram no meu caminho, às que me deram uma palavra certa, uma ajuda inesperada ou um gesto de empatia, obrigada! Muitos nem imaginam o impacto que tiveram em mim, mas foi graças a essas pessoas que cheguei aonde estou.

À minha orientadora, Professora Doutora Cristina Maria Martins de Almeida, agradeço pela orientação, disponibilidade e apoio ao longo deste trabalho. Muito obrigada por tudo.

Por fim, agradeço-me a mim mesma. Por não ter desistido, mesmo quando tudo parecia demasiado. Por ter continuado, mesmo quando a dor e o cansaço apertavam. Por ter mantido a cabeça erguida quando tudo parecia desabar.

Declaração de Cumprimento do Código de Conduta e de Boas Práticas da Universidade de Lisboa

Declaro ter desenvolvido e elaborado o presente trabalho em consonância com o Código de Conduta e de Boas Práticas da Universidade de Lisboa. Mais concretamente, afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de fraude académica, que aqui declaro conhecer, e que atendi à exigida referenciação de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, assumindo na íntegra as responsabilidades da autoria.

Resumo

As alterações climáticas caracterizam-se como um dos grandes desafios globais do século XXI, sendo reconhecidas ao longo do tempo como uma ameaça à vida humana, aos ecossistemas e à economia. A presente monografia expõe uma análise das causas e dos efeitos associados às alterações climáticas, com especial destaque no impacto destas na saúde cardiovascular.

Sobre o tema são apresentados os principais conceitos e mecanismos subjacentes às alterações climáticas, destacando a ação antropogénica como principal motor, sobretudo através da emissão de gases com efeito de estufa e de outros poluentes.

Também foram evidenciados múltiplos impactos diretos e indiretos das alterações climáticas na saúde humana. Entre os primeiros, incluem-se o agravamento de doenças respiratórias, cardiovasculares e infecciosas, bem como a exacerbação de problemas relacionados à saúde mental, que têm como fator desencadeante a exposição a eventos climáticos extremos. Já entre os impactos indiretos, serão mencionados a insegurança alimentar e hídrica, o aumento da transmissão de doenças infecciosas e o impacto que existe nas doenças cardiovasculares. Será, ainda, destacada a forma desigual como as alterações climáticas afetam os diferentes grupos populacionais, sendo as crianças, os idosos, as pessoas com doenças crónicas, os trabalhadores expostos a condições extremas e as comunidades socioeconomicamente desfavorecidas os mais afetados.

No corpo desta dissertação, será incluído um estudo de caso sobre a relação entre as alterações climáticas e as doenças cardiovasculares, evidenciando a correlação entre o aumento das temperaturas, a poluição atmosférica e a subida das taxas de morbilidade e mortalidade cardiovascular.

Por fim, serão discutidas as diferenças na capacidade de resposta entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento, sublinhando a necessidade urgente de políticas públicas integradas, que consigam conjugar a mitigação dos efeitos climáticos com a adaptação das comunidades mais vulneráveis.

Em conclusão, podemos aferir que a resposta a este grande desafio climático deve colocar a saúde humana no centro das estratégias de ação, promovendo desta forma um futuro mais resiliente e sustentável.

Palavras-chave: Alterações Climáticas; Saúde; Impactos; Doenças Cardiovasculares; Vulnerabilidade

Abstract

Climate change is one of the major global challenges of the 21st century and has long been recognised as a threat to human life, ecosystems, and the economy. This monograph analyses the causes and effects associated with climate change, particularly emphasizing its impact on cardiovascular health.

It presents the main concepts and mechanisms underlying climate change, highlighting anthropogenic activities as the main driving force, mainly through the emission of greenhouse gases and other pollutants.

It also highlights the many direct and indirect effects of climate change on human health. The former includes exacerbation of respiratory, cardiovascular, and infectious diseases, as well as exacerbation of mental health problems triggered by exposure to extreme weather events. Indirect impacts include food and water insecurity, increased transmission of infectious diseases, and effects on cardiovascular disease. The uneven impact of climate change on different population groups is also highlighted, with children, the elderly, people with chronic illnesses, workers exposed to extreme conditions, and socio-economically disadvantaged communities being most affected.

A case study on the relationship between climate change and cardiovascular disease will be presented, highlighting the link between rising temperatures, air pollution, and cardiovascular morbidity and mortality increases.

Finally, the differences in response capacity between developed and developing countries will be discussed, highlighting the urgent need for integrated public policies that manage to combine mitigation of climate impacts with adaptation of the most vulnerable communities.

It concludes that the response to this major climate challenge must place human health at the heart of action strategies, thereby promoting a more resilient and sustainable future.

Keywords: Climate Change; Health; Impacts; Cardiovascular Diseases; Vulnerability

Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

AIT	Acidente Isquémico Transitório
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
AR6	<i>6th Assessment Report</i> , 6º Relatório de Avaliação
AVC	Acidente Vascular Cerebral
CBDR	<i>Common but Differentiated Responsibilities</i> , Responsabilidades Comuns, mas Diferenciadas
CDM	<i>Clean Development Mechanism</i> , Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
CDN	Contributos Determinados a nível Nacional
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
CO_{2e}	Dióxido de Carbono Equivalente
COP	Conferência das Partes
COP13	13ª Conferência das Partes
COP18	18ª Conferência das Partes
COP28	28ª Conferência das Partes
CORSIA	<i>Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation</i> , Regime de Compensação e Redução das Emissões de Carbono para a Aviação Internacional
CQNUAC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas
CSA	<i>Climate-Smart Agriculture</i> , Agricultura Climaticamente Inteligente
DCV	Doenças Cardiovasculares
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica
EUA	Estados Unidos da América
ENCHE	<i>European Network on Climate and Health Education</i> , Rede Europeia sobre Clima e Educação para a Saúde
GBD	<i>Global Burden of Disease study</i> , Carga Global de Morbilidade
GEE	Gases com Efeito de Estufa

HAP	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos
HFC	Hidrofluorcarbonetos
ÍCARO	Importância do Calor: Repercussões sobre os Óbitos
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> , Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas
JI	<i>Joint Implementation</i> , Implementação Conjunta
MP	Microplásticos
NAMA	<i>Nationally Appropriate Mitigation Actions</i> , Mitigação Nacionalmente Apropriada
NCC	<i>Nurses Climate Challenge</i> , Desafio Climático para os Enfermeiros
OACI	Organização da Aviação Civil Internacional
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PM10	Partículas finas com diâmetro aerodinâmico inferior a 10 µm
PM2,5	Partículas finas com diâmetro aerodinâmico inferior a 2,5 µm
pMDI	<i>Pressured Metered Dose Inhaler</i> , Inaladores Pressurizados Doseáveis
PFC	Perfluorcarbonetos
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PSPT	Perturbação de Stress Pós-Traumático
UE	União Europeia

Índice

Resumo.....	III
<i>Abstract</i>	VII
Agradecimentos.....	III
Declaração de Cumprimento do Código de Conduta e de Boas Práticas da Universidade de Lisboa.....	V
Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	VIII
Índice.....	X
Índice de Figuras	XII
Introdução.....	1
1. Metodologia	4
2. Alterações Climáticas.....	5
2.1. Nota Introdutória	5
2.2. Definição e Conceitos-Chave.....	5
2.3. Principais Causas.....	6
2.4. Como as Mudanças Climáticas Afetam a Vida Humana	9
2.5. Casos de Estudo: Portugal e no Mundo	10
3. Efeitos das Alterações Climáticas na Saúde	12
3.1. Nota Introdutória	12
3.2. Impactos diretos	14
3.2.1. Efeitos do Calor Extremos	14
3.2.2. Impacto na Saúde Mental.....	15
3.2.3. Doenças Respiratórias	16
3.3. Impactos Indiretos	17
3.3.1. Doenças Cardiovasculares.....	17
3.3.2. Doenças Infeciosas.....	18
3.3.3. Insegurança Alimentar e Hídrica.....	19
4. Desigualdades no Impacto das Alterações Climáticas.....	21
4.1. Crianças e Idosos.....	21
4.2. Pessoas com Doenças Crónicas.....	23
4.3. Comunidades de Baixo Rendimento Económico e Regiões Vulneráveis.....	24
4.3.1. Países Desenvolvidos vs Países em Desenvolvimento.....	25
4.4. Trabalhadores expostos a condições extremas.....	27
5. Caso de Estudo: Doenças Cardiovasculares no contexto das Alterações Climáticas	29
5.1. Definição e Classificação das Doenças Cardiovasculares	29
5.2. Fatores de Risco Tradicionais e Emergentes.....	32
5.3. Relação entre Fatores Ambientais e Doenças Cardiovasculares.....	35
5.3.1. Exposição ao Calor.....	35
5.3.2. Poluição do Ar.....	37
6. Medidas de Mitigação	39
6.1. Redução das emissões de carbono e promoção de energias renováveis	39
6.2. Sistemas de Saúde Resilientes às Mudanças Climáticas.....	40
6.3. Melhoria na Infraestrutura Urbana para Lidar com Eventos Climáticos Extremos.....	42
6.4. Educação e Conscientização da População Sobre Riscos e Prevenção	43
7. Políticas Públicas e Acordos Internacionais.....	45
7.1. Acordo de Paris e Metas Globais de Redução de Emissões	45
7.2. Programas Governamentais para Adaptação Climática e Saúde Pública	49
7.2.1. Exemplos de Iniciativas Sustentáveis em Diferentes Países.....	51
8. Conclusão e Perspetivas Futuras	53

9. Bibliografia e Referências Bibliográficas 54

Índice de Figuras

<i>Figura 1 - Causas, alterações e impactos das alterações climáticas.....</i>	7
<i>Figura 2 - Impacto das alterações climáticas na saúde.....</i>	9
<i>Figura 3 - Impactos das alterações climáticas na saúde e no ambiente.....</i>	13
<i>Figura 4 - Impactos das alterações climáticas.....</i>	14
<i>Figura 5 - Impacto das alterações climáticas nas doenças infecciosas.....</i>	19
<i>Figura 6 - Mapa da vulnerabilidade climática.....</i>	27
<i>Figura 7 - Grupos de risco cuja saúde cardiovascular é afetada pelas alterações climáticas.</i>	31
<i>Figura 8 – Fatores de risco associados às doenças cardiovasculares.....</i>	32
<i>Figura 9 - Frequências diárias de óbitos no mês de agosto de 2003 na Europa.....</i>	37
<i>Figura 10 - Contributo de diversos fatores para a mitigação das alterações climáticas.....</i>	44
<i>Figura 11 - Infográfico temporal dos Acordos Internacionais relacionados com as alterações climáticas.....</i>	49

Introdução

Nos dias de hoje, as alterações climáticas são cada vez mais uma ameaça para a saúde global. Estas definem-se como sendo mudanças significativas nos padrões climáticos, resultantes tanto de fenómenos naturais como também do aumento das atividades humanas. Os principais fatores antropogénicos responsáveis por esta crise climática incluem a queima de combustíveis fósseis, a desflorestação, o uso intensivo de fertilizantes e o aumento das emissões de gases com efeito de estufa (GEE), como o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), o que contribui para o aquecimento global (1,2).

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), no relatório de avaliação n.º 6 (AR6) do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (IPCC), publicado em 2023, “É inequívoco que a influência humana aqueceu a atmosfera, os oceanos e a terra”, sendo este aquecimento responsável por fenómenos como o aumento do nível médio das águas do mar, o degelo dos glaciares e o aumento da frequência e intensidade de eventos meteorológicos extremos, como ondas de calor, inundações e secas (3,4).

As consequências das alterações climáticas impactam vários setores da vida humana. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), estima-se que entre 2030 e 2050, possam ocorrer 250 000 mortes adicionais por ano, resultantes da desnutrição, malária e stress térmico (5). Estes impactos ocorrem de forma desigual na população, impactando desproporcionalmente grupos mais vulneráveis, como crianças, idosos, indivíduos com doenças crónicas e comunidades com baixos rendimentos (6).

Os efeitos das alterações climáticas sobre a saúde podem ser classificados em diretos e indiretos. Os impactos diretos incluem a exposição ao calor extremo, que tem como consequência o comprometimento do equilíbrio fisiológico, o aumento do impacto na saúde mental devido a diversos fatores e a exacerbação dos sintomas respiratórios devido ao aumento da poluição atmosférica (7). Já os impactos indiretos manifestam-se através de alterações na qualidade do ar e da água, insegurança alimentar, e do aumento da propagação de doenças infecciosas transmitidas por vetores, como a dengue, a malária ou o vírus do Nilo Ocidental (8,9).

Em Portugal, os efeitos das alterações climáticas já são visíveis e têm implicações sérias na saúde pública. O país encontra-se particularmente vulnerável a fenómenos como ondas de

calor, incêndios florestais e secas prolongadas, devido à sua localização geográfica. Estes fenómenos têm vindo a intensificar-se e espera-se que continuem a agravar-se nos próximos anos, impactando a qualidade do ar, os sistemas agrícolas, os recursos hídricos e as taxas de morbidade e mortalidade da população (10).

A análise da relação entre alterações climáticas e saúde torna-se essencial, particularmente no que diz respeito às doenças crónicas, em especial para as doenças cardiovasculares (DCV). Estas doenças, que incluem o enfarte agudo do miocárdio, o acidente vascular cerebral (AVC), a insuficiência cardíaca e a hipertensão arterial, estão entre as principais causas de mortalidade a nível mundial. A literatura científica demonstra uma associação crescente entre a exposição a fatores ambientais, como calor extremo e poluição atmosférica, e o aumento da incidência e gravidade de eventos cardiovasculares, sobretudo entre populações vulneráveis (11,12).

A presente monografia tem como principal objetivo analisar, de forma completa e fundamentada, os impactos das alterações climáticas na saúde humana, com destaque nas DCV. Com este objetivo, esta monografia está organizada em capítulos teóricos, os quais pretendem contribuir para uma melhor compreensão dos desafios emergentes na relação entre o clima e a saúde, promovendo uma reflexão crítica sobre a necessidade urgente de estratégias multidisciplinares e colaborativas, capazes de proteger a saúde das populações num cenário de transição ecológica e climática inevitável.

O primeiro capítulo consiste nos materiais e métodos utilizados para realizar a pesquisa e selecionar a informação obtida: fontes utilizadas, palavras-chave escolhidas e critérios de seleção ou exclusão da informação disponível.

O segundo capítulo apresenta os principais conceitos, a definição e as principais causas das alterações climáticas, bem com o impacto das mesmas na saúde humana. Para além disso, explana os dados sobre os efeitos previstos na saúde a nível mundial, incluindo casos de estudo em Portugal e no mundo, evidenciando as diferentes vulnerabilidades regionais.

No terceiro capítulo apresentam-se os principais impactos das alterações climáticas na saúde humana, a nível direto, onde se englobam os efeitos do calor extremo e os impactos nas doenças respiratórias e na saúde mental. Além disso, aborda-se ainda os impactos a nível indireto, onde estão inclusas as doenças cardiovasculares, infecciosas e os efeitos sobre a segurança alimentar e hídrica.

O quarto capítulo aborda o impacto desproporcional das alterações climáticas nos grupos mais vulneráveis, especificamente crianças, idosos, doentes crónicos, comunidades de baixo rendimento económico e regiões vulneráveis. Também é explorado o impacto de outros fatores, nomeadamente, socioeconómicos, localização geográfica e acesso limitado a recursos a certos grupos, tornando-os mais suscetíveis às alterações climáticas. Destaca-se também a disparidade entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, salientando a necessidade de colaboração internacional e de financiamento climático para atenuar essas desigualdades.

No quinto capítulo é explorado como o impacto das alterações climáticas exacerbam o risco de doenças cardiovasculares. Neste capítulo, serão também analisados os mecanismos envolvidos e os grupos mais vulneráveis. Além disso, serão expostos estudos que mostram o aumento de eventos cardíacos associados às alterações climáticas.

O sexto capítulo centra-se nas estratégias para mitigar e adaptar os sistemas de saúde aos impactos das alterações climáticas, dos quais se destacam a redução de emissões de gases com efeito de estufa, o reforço da resiliência hospitalar e a criação de sistemas de alerta precoce. Salienta-se também a importância do financiamento adequado e da integração da saúde nas políticas climáticas.

O sétimo capítulo aborda os principais acordos internacionais e estratégias políticas de mitigação das alterações climáticas, como o Protocolo de Quioto, o Acordo de Paris e as Conferências das Partes (COP). Analisa as metas de redução de emissões, a eficácia dos contributos nacionalmente determinados (CDN), e os desafios enfrentados na sua implementação. Para além disso, serão ainda abordados diferentes programas governamentais de adaptação na saúde pública e diferentes iniciativas sustentáveis em diferentes países.

O último capítulo apresenta as principais conclusões e perspetivas futuras.

1. Metodologia

Esta monografia foi elaborada com base em pesquisa de literatura de carácter científico entre os meses de janeiro e junho de 2025 nas bases de dados eletrónicas *Pubmed*, *Google Scholar* e *B-on*. Para a pesquisa foram utilizados os termos em inglês *climate change*, *extreme heat vector-borne diseases*, *air pollution*, *mental health*, *cardiovascular diseases*, *respiratory diseases*, *chronic diseases* e *vulnerable people*. Para diminuir a dimensão da pesquisa e de forma a atingir o objetivo final do trabalho, foram aplicados critérios de inclusão e exclusão. Os critérios de inclusão foram: intervalo de tempo entre 2005 e 2025, artigos de língua inglesa e que abordem a relação entre as alterações climáticas e saúde humana, com dados relevantes para os objetivos da presente monografia, nomeadamente artigos que continham, no título, resumo ou palavras-chave, os termos relacionados com o tema: *climate change*, *extreme heat vector-borne diseases*, *air pollution*, *mental health*, *cardiovascular diseases*, *respiratory diseases*, *chronic diseases* e *vulnerable people*, . Nos critérios de exclusão inserem-se os artigos escritos noutra idioma, bem como aqueles que não serviam os objetivos do presente trabalho. Também foram excluídos artigos fora do intervalo temporal, assim como aqueles que não continham os termos relacionados com o tema. Excluiu-se, igualmente, os artigos que eram de natureza não científica ou opinativa. Para a gestão das referências bibliográficas foi utilizado o *software Zotero*.

A pesquisa foi ainda complementada com estudos e informações das seguintes entidades: OMS, ONU, Comissão Europeia e Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

2. Alterações Climáticas

2.1. Nota Introdutória

As alterações climáticas caracterizam-se como um dos grandes desafios globais do século XXI, sendo reconhecidas ao longo do tempo como uma ameaça à vida humana, aos ecossistemas e à economia. O aumento do nível das águas do mar e da frequência de eventos climáticos extremos, como grandes quedas de precipitação ou o agravamento das vagas de calor e de secas, terão como consequência um impacto profundo na qualidade de vida das populações em todo o mundo (2).

Segundo a OMS, é expectável que entre 2030 e 2050 as alterações climáticas sejam a causa de morte de aproximadamente 250 000 pessoas por ano, devido à desnutrição, malária, diarreia e stress térmico. Além disso, até 2030, estima-se que os custos associados e relacionados com a saúde humana sejam de aproximadamente 2 a 4 biliões de dólares (5).

Com o objetivo de reduzir os problemas provocados pelas alterações climáticas, existem atualmente em vigor estruturas e acordos globais. Neste grupo, destacam-se o Acordo de Paris (13), a Conferência das Partes (COP) (14) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as alterações climáticas (CQNUAC) (14) e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (15,16) da ONU. Nestes acordos são estabelecidas metas e estratégias globais para a ação climática, tais como a redução de emissões de GEE, a adaptação aos impactos climáticos e o financiamento para os trabalhos necessários (17).

2.2. Definição e Conceitos-Chave

Atualmente, o termo de alterações climáticas encontra-se cada vez mais presente no quotidiano das populações. Estas definem-se como as mudanças que se verificam na temperatura e nos padrões climáticos a longo prazo. Um grande número dessas mudanças são naturais e têm vindo a acontecer ao longo dos milhares de anos, no entanto, desde o século XIX a atividade humana tem desempenhado um papel determinante à ocorrência dessas mudanças. Face ao exposto, a ONU considera, no seu último relatório do IPCC, AR6, de 2023, que “É inequívoco que a influência humana aqueceu a atmosfera, os oceanos e a terra” (4).

Entre os principais conceitos relacionados com o tema, destacam-se quatro conceitos, nomeadamente, aquecimento global, mitigação, gases com efeito de estufa e impacto climático.

O aquecimento global representa o aumento extremamente rápido da temperatura média da superfície da Terra. Pode ter como principal causa os gases com efeito de estufa provenientes da queima de combustíveis fósseis (18).

A mitigação é a implementação de ações e esforços com o objetivo de reduzir a emissão de gases com efeito de estufa, visando, desta forma, evitar o aumento do aquecimento global e dos seus múltiplos impactos. As medidas de mitigação podem incluir a diminuição das fontes emissoras desses gases, bem como a valorização do papel dos sumidouros, como florestas e solos, uma vez que desempenham um papel crucial no armazenamento desses gases (19).

Os gases com efeito de estufa são os gases presentes na atmosfera, que contribuem para o aquecimento global ao reterem uma parte do calor gerado pela radiação solar. O CO₂, o CH₄, o N₂O e o ozono (O₃) são os principais gases com efeito de estufa (19).

O impacto climático refere-se aos efeitos das alterações climáticas nos ecossistemas, nas espécies e nos fatores socioeconómicos. Estes efeitos, que podem ser vistos como repercussões das alterações climáticas e podem ser classificados como benéficos ou prejudiciais (19).

2.3. Principais Causas

As alterações climáticas apresentam como principais causas fatores naturais e antropogénicos. Relativamente às causas antropogénicas, destacam-se a emissão de gases com efeito de estufa, sendo o CO₂ o gás mais relevante. Para além deste, é importante considerar outros gases como o CH₄, o N₂O, os hidrofluorcarbonetos (HFC), os perfluorcarbonetos (PFC), o hexafluoreto de enxofre (SF₆) e o trifluoreto de azoto (NF₃). Muitos dos gases mencionados já se encontram na atmosfera, todavia, em consequência da atividade humana observa-se um aumento das suas concentrações. De forma simplificada, tem-se como medida do efeito de diferentes GEE, o dióxido de carbono equivalente (CO₂e), o qual é usado como referência e que converte as diferentes emissões numa quantidade equivalente de CO₂, comparando desta forma os impactos dos diferentes GEE (1,20).

Segundo a Comissão Europeia (21), em 2020, a concentração de CO₂ na atmosfera aumentou cerca de 48%, percentagem acima do seu nível pré-industrial, em resultado das diversas atividades humanas.

Além dos GEE, existem ainda outros poluentes, como os aerossóis, que vão ter efeitos de aquecimento e arrefecimento, contribuindo desta forma para a progressão das alterações climáticas (21).

A figura 1 apresenta as causas e efeitos das alterações climáticas.



Figura 1 - Causas, alterações e impactos das alterações climáticas. O centro do círculo mostra os causadores da mudança climática. O anel médio ilustra as alterações que a mudança climática pode provocar no sistema climático da terra. O anel externo dá exemplos dos impactos que a mudança climática pode provocar. Fonte: Unesp para Jovens (22).

As atividades antropogénicas desencadeiam um aumento progressivo das emissões de GEE. De entre as quais destacamos a queima combustíveis fósseis (por exemplo, carvão, petróleo e gás natural), como a principal fonte de CO₂ e N₂O. Estes gases possuem um ciclo de

vida longo, e desta forma permanecem acumulados na atmosfera durante longos períodos, o que contribui para o agravamento significativo do efeito de estufa (21).

Outra atividade humana que intensifica este problema é a desflorestação, uma vez que reduz a capacidade natural de absorção de CO₂ pelas árvores. Sem essa função, o carbono libertado para a atmosfera não é eliminado. No que concerne ao aumento das emissões de CH₄, considera-se que podem ter como causa a digestão de alimentos por parte do gado (21,22).

Considera-se ainda, o uso de fertilizantes que contém azoto, que podem ser responsáveis pela produção de grandes concentrações de N₂O (21). Desta forma, considera-se ainda importante abordar os gases fluorados, incluindo os HFC, que apresentam um efeito de aquecimento significativamente superior ao do CO₂ (23).

O setor hospitalar detém, igualmente, uma influência significativa na emissão de GEE. Os gases halogenados (por exemplo o isoflurano, o sevoflurano e o desflurano) e o N₂O são uma das principais fontes de GEE no setor da saúde, devido ao seu elevado potencial de aquecimento global e à sua eliminação quase total para a atmosfera. Isso deve-se ao facto de serem totalmente eliminados através da via pulmonar, o que se traduz na sua total libertação para a atmosfera. Esses gases absorvem radiação infravermelha e permanecem na atmosfera por longos períodos, o que agrava o impacto que vão ter no ambiente. O desflurano, uma vez que é menos potente que o sevoflurano, irá exigir concentrações maiores, agravando o impacto que terá no ambiente em cerca de 50 vezes (24). O setor hospitalar contribui ainda para as emissões de GEE através do consumo elevado de energia, necessário para o funcionamento do equipamento médico e laboratorial. As atividades industriais que apoiam o setor hospitalar agravam o cenário, sendo responsáveis pela poluição do ar, da água e do solo (25).

Especificamente, em relação ao setor farmacêutico, considera-se como fontes significativas de GEE, a produção, o transporte e a eliminação de fármacos (26,27).

Um exemplo são os inaladores pressurizados doseáveis (pMDI), que contêm HFC como propelentes, que contribuem para o aumento do aquecimento global (28). Além disso, para o fabrico de fármacos é necessária muita energia (27) gerando desta forma, mais emissões de GEE comparativamente a outros setores, como por exemplo o setor automobilístico (29).

No que concerne aos efeitos provocados por causas naturais, nomeadamente as variações da irradiação solar ou a atividade vulcânica, estima-se que menos de 0,1 °C do aquecimento total observado entre 1890 e 2010, tenham provocado alterações climáticas (13).

2.4. Como as Mudanças Climáticas Afetam a Vida Humana

As alterações climáticas têm impacto na vida humana, afetando diretamente inúmeros aspetos relacionados com a mesma, tais como a saúde, a segurança alimentar, os recursos hídricos e a estabilidade socioeconómica (2).

A vulnerabilidade ao calor extremo está a aumentar em todos os países, incluindo nos que apresentam índices de desenvolvimento humano (IDH) baixos e médios. Estes países registaram um aumento significativo na exposição ao calor desde 1990, apesar de serem considerados os menos vulneráveis. A exposição ao calor extremo representa um perigo grave para a saúde, especialmente para os indivíduos com mais de 65 anos, para os que vivem nas cidades e para os que têm problemas de saúde pré-existentes. As ondas de calor podem ser responsáveis por exacerbar as condições de saúde, e refletem-se no aumento da mortalidade (30).

Os fenómenos meteorológicos extremos, as perturbações do sistema alimentar, o aumento de zoonoses e de doenças transmitidas por alimentos, água e vetores, e problemas de saúde mental caracterizam-se como algumas das consequências negativas que as alterações climáticas apresentam na saúde das populações (Figura 2). Os efeitos prejudiciais para a saúde estão diretamente relacionados com eventos adversos, nomeadamente as vagas de calor, os incêndios florestais, as inundações e as tempestades. Estes eventos estão a tornar-se mais frequentes e graves, colocando em risco a vida de milhares de milhões de pessoas. Além disso, estão ainda envolvidos na degradação das infraestruturas e no deslocamento das populações (3).



Figura 2 - Impacto das alterações climáticas na saúde. Fonte: Iberdrola (31).

2.5. Casos de Estudo: Portugal e no Mundo

As alterações climáticas afetam diferentes regiões do mundo de diversas maneiras, que dependem de vários fatores, tais como a localização geográfica, o desenvolvimento socioeconómico e a capacidade de adaptação das populações. Neste contexto, Portugal e os restantes países enfrentam diversos desafios, que apesar de serem distintos encontram-se interligados (2,4).

Na região mediterrânica existem vulnerabilidades significativas e menos oportunidades para enfrentar as alterações climáticas. Nesta região, a precipitação média anual em cada ano tem tido tendência a diminuir e já é possível observar esse declínio, caracterizando-se desta forma como sendo uma das regiões do mundo mais sensíveis às alterações climáticas. Portugal e Espanha são afetados significativamente por esse facto, o que se traduz, por exemplo, em problemas relacionados com os recursos hídricos e com a agricultura. A situação de Portugal é acentuada pela vulnerabilidade aos eventos climáticos extremos, como as ondas de calor e as secas, que estão associadas a níveis de humidade mais baixos e ao aumento do nível das águas do mar, o que pode resultar em inundações e galgamentos costeiros. Além disso, o aumento da frequência das ondas de calor, das secas e dos incêndios florestais afetará a agricultura, a pesca e o turismo do país. Em resposta a isso, a união europeia (UE) melhorou a capacidade em prever e antecipar estes eventos extremos ou desastres naturais (10).

Relativamente às restantes regiões da Europa, particularmente na zona norte, tem-se observado, ao longo dos anos, uma diminuição da queda de neve e do número de lagos congelados. Existem igualmente, em detrimento da região, alterações dos caudais dos rios no inverno e na primavera. O aumento dos danos deve-se principalmente ao aumento da intensidade e frequência destes eventos climáticos extremos. No noroeste da Europa, devido ao aumento da subida dos níveis de água no mar e do risco de tempestades, torna a região mais suscetível a inundações. Na Europa Central e Oriental, as secas e as inundações caracterizam-se como uma consequência dos aumentos extremos de temperatura (2).

Em relação aos Estados Unidos da América (EUA), ao longo dos anos, tem-se assistido a um aumento das temperaturas, que colocam em perigo a saúde pública, em resultado das quantidades crescentes de GEE que retêm o calor na atmosfera. Além disso, têm ocorrido fenómenos climáticos extremos, incluindo furacões, inundações, secas, incêndios florestais e tempestades, mas prevê-se que as alterações climáticas induzidas pelo Homem possam aumentar a sua frequência e/ou intensidade. Apesar do risco variar em função da região, eventos

como as secas, a diminuição da queda de neve, a alteração dos padrões de precipitação e do tempo, duração e intensidade das estações do ano, serão alguns dos principais fatores que provocam as alterações climáticas. Nas zonas costeiras, uma consequência do aquecimento global, traduz-se no aumento do nível médio das águas do mar, devido ao degelo dos glaciares (31).

As alterações climáticas estão a ter um efeito adverso no ambiente e na população em muitas outras partes do mundo. Desta forma, os efeitos incluem alterações nos ecossistemas, um aumento da frequência de catástrofes naturais, da insegurança alimentar e de efeitos negativos na saúde pública (2).

3. Efeitos das Alterações Climáticas na Saúde

3.1. Nota Introdutória

As alterações climáticas têm apresentado crescentes repercussões na saúde humana, traduzindo-se em aumentos de mortalidade e hospitalizações associados a temperaturas extremas, eventos climáticos extremos, poluição atmosférica e a propagação de doenças transmitidas por vetores. Estima-se que as mudanças nos padrões de temperatura e precipitação ao longo das últimas três décadas são responsáveis por mais de 150.000 mortes anuais a nível mundial, e que o aumento da temperatura média global, devido às emissões antropogénicas, foi estimada no ano de 2024 em cerca de 1.62 °C acima dos seus níveis pré-industriais (32,33). Este aumento está intimamente associado a um aumento significativo da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, como ondas de calor, secas, inundações e incêndios florestais (34).

No sudeste asiático e na América do Sul e Central, em cenários onde existe uma grande emissão de GEE, estima-se que haja aumentos na mortalidade de 12,7 %, 4,6 %, 3,0 %, respetivamente, até ao final do século (35). Já no Reino Unido, prevê-se que as mortes relacionadas com o aumento das temperaturas aumentem cerca de 257 % até 2050 (36).

Os eventos climáticos extremos são também responsáveis pelo aumento da morbidade e mortalidade, particularmente por doenças cardiovasculares e respiratórias, com impacto acrescido nas populações mais vulneráveis, tais como idosos e pessoas com doenças crónicas (34). Nos Estados Unidos, o estudo de 42 eventos climáticos entre 2011 e 2016 revelou um aumento de 1,22 % nas visitas ao serviço de urgências e de 1,40 % na mortalidade de idosos na semana após a ocorrência dos eventos extremos (37).

As doenças transmitidas por vetores representam outro impacto dos efeitos das alterações climáticas, favorecendo a proliferação de vetores como mosquitos, responsáveis pela transmissão de infeções, sobretudo em regiões tropicais e subtropicais (32). Entre 2030 e 2050, estima-se que estas sejam responsáveis por cerca de 25.000 mortes adicionais por ano, à escala global, associadas a doenças como a malária, dengue, subnutrição e diarreia (38).

Para além disso, o aumento da poluição atmosférica, associado ao aumento da frequência de incêndios florestais e da emissão de GEE, tem contribuído para a exacerbação das doenças respiratórias e cardiovasculares, o aumento de doenças mentais e alérgicas (34).

Nos EUA estima-se que a poluição atmosférica seja responsável por mais de 2000 mortes/ano e mais de 6000 visitas ao serviço de urgências/ano (39).

Na figura 3 apresenta-se um resumo de alguns dos impactos que as alterações climáticas têm no ambiente e na saúde.

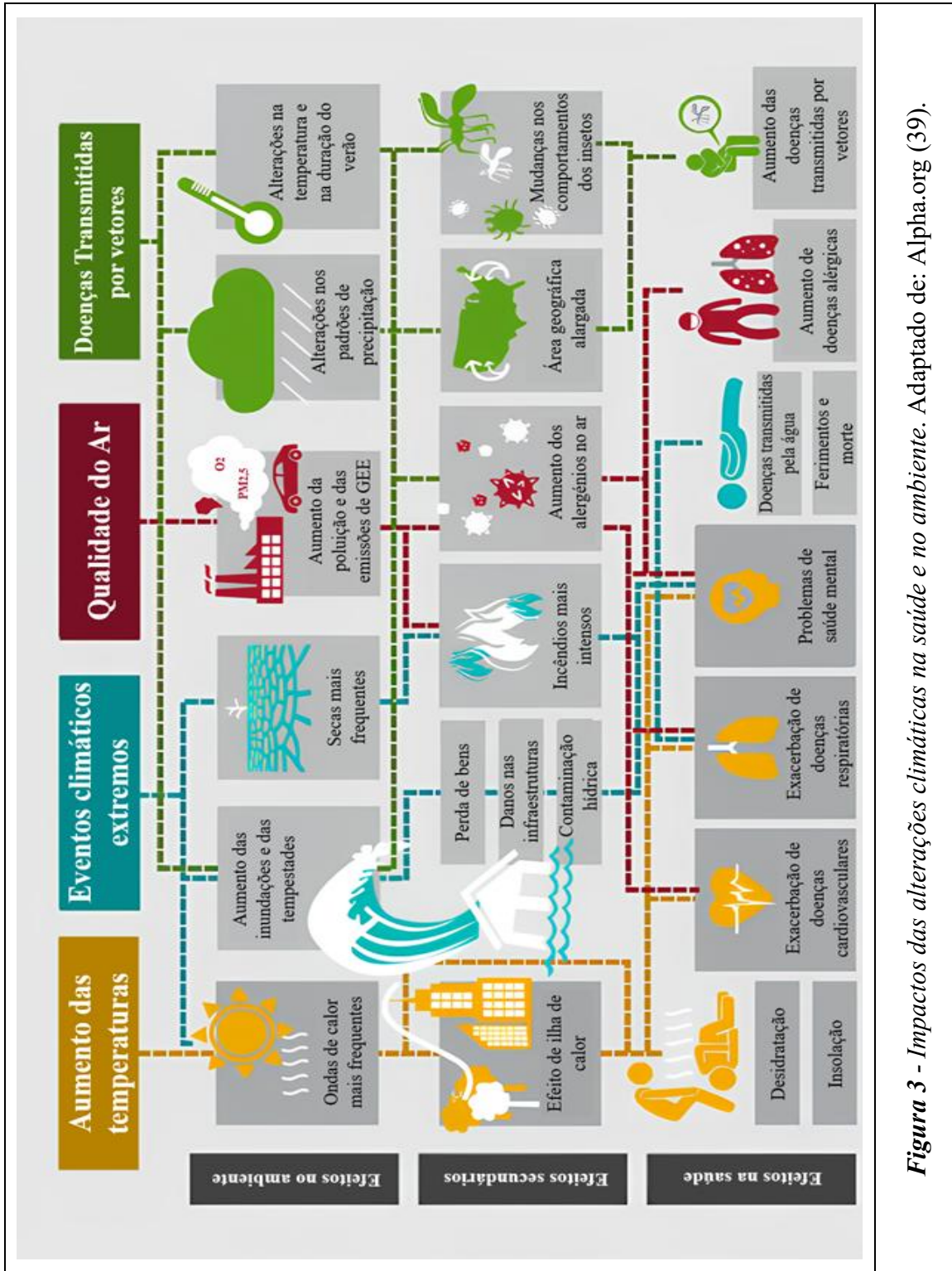


Figura 3 - Impactos das alterações climáticas na saúde e no ambiente. Adaptado de: Alpha.org (39).

3.2. Impactos diretos

As alterações climáticas vão impactar de forma significativa determinantes importantes da saúde humana, que está cada vez mais a deteriorar-se em resultado do aumento da frequência e da gravidade dos eventos climáticos extremos. Os grupos mais vulneráveis, como os idosos, as crianças, os doentes crónicos e as comunidades com baixos rendimentos, vão ser afetados de forma desproporcional por estes efeitos. A exacerbação da sintomatologia relacionada com as doenças respiratórias e de perturbações na saúde mental são alguns dos efeitos diretos para a saúde humana (40).

Na figura 4 estão presentes alguns dos impactos das alterações climáticas na saúde bem como as consequências das mesmas a nível socioeconómico.

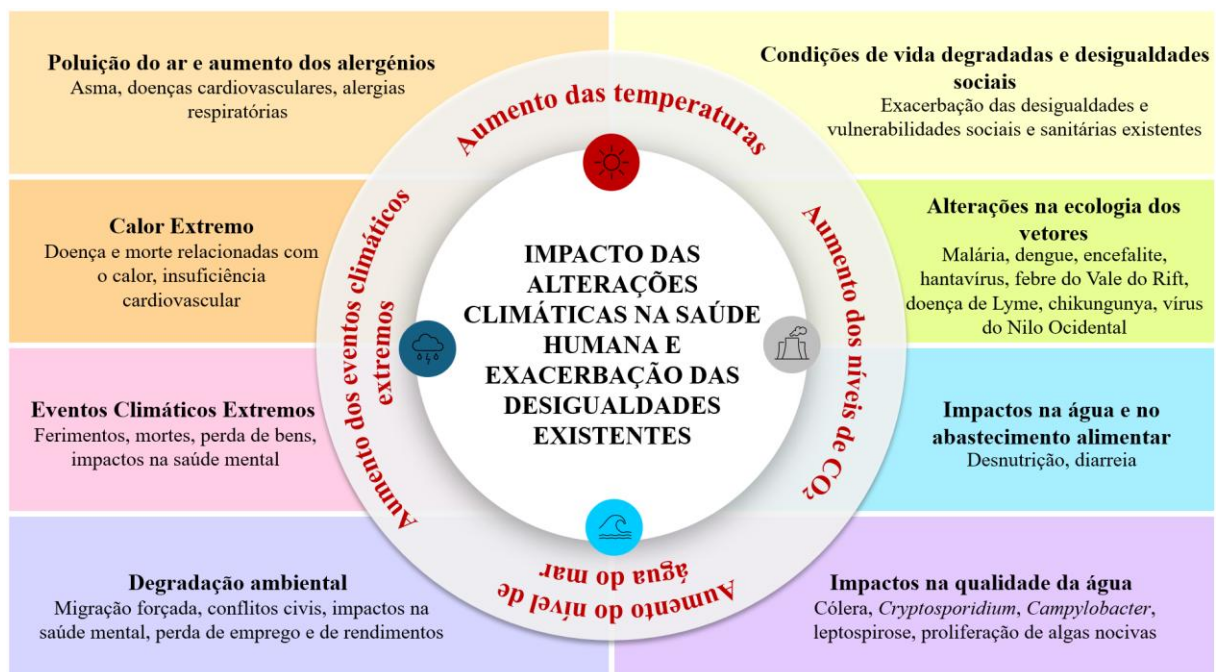


Figura 4 - Impactos das alterações climáticas. Adaptado de: NIH (41).

3.2.1. Efeitos do Calor Extremo

O calor extremo apresenta-se como sendo uma das principais consequências das alterações climáticas, estando associado a efeitos adversos significativos sobre a saúde humana, afetando de forma significativa as taxas de morbilidade e mortalidade em 18 % e 35 %, respetivamente, por cada aumento de 1 °C na temperatura (42). Nas zonas urbanas, o fenómeno das ilhas de calor agrava ainda mais os efeitos das temperaturas extremas, uma vez que estas áreas metropolitanas apresentam frequentemente

temperaturas superiores às das zonas rurais envolventes, contribuindo para um risco acrescido de complicações de saúde (6).

Para além das consequências na parte física, o calor extremo tem também um impacto considerável na saúde cardiovascular, uma vez que a exposição às altas temperaturas está associada a um aumento das taxas de morbilidade e mortalidade por doenças cardiovasculares, particularmente nos idosos, nas pessoas com doenças pré-existentes e nas comunidades desfavorecidas (12). O calor extremo vai também ter um papel preponderante na saúde mental, principalmente na população com mais idade, uma vez que estes estão mais suscetíveis a perturbações mentais e ao isolamento social (43).

No que concerne aos trabalhadores expostos ao calor extremo, este representa uma ameaça significativa para a saúde dos indivíduos no trabalho. Os trabalhadores que exercem atividades fisicamente exigentes, correm um risco acrescido de sofrer lesões relacionadas com o calor. Para além disso, a exposição prolongada ao calor extremo pode provocar stress térmico, afetar a produtividade dos trabalhadores, causar doenças relacionadas com o calor, podendo chegar à situação de morte (44).

No ponto de vista económico, o aumento dos custos dos cuidados de saúde é uma das principais consequências do aumento das temperaturas, devido ao aumento das taxas de morbilidade e dos pedidos de hospitalização. Os grupos vulneráveis, como as comunidades residente em zonas rurais, vão ser afetados de forma desproporcional, o que provoca uma maior pressão sobre os sistemas de saúde (45).

3.2.2. Impacto na Saúde Mental

As alterações climáticas possuem ainda um impacto significativo na saúde mental dos indivíduos. Os diversos eventos climáticos extremos, tais como os furacões e os incêndios florestais, vão ser exacerbados pelas alterações climáticas e vão afetar a saúde mental dos indivíduos, provocando problemas no contexto da saúde mental, nomeadamente traumas, luto, depressão e perturbação de stress pós-traumático (PSPT) (46,47).

Muitos indivíduos experienciam ainda sentimentos de desamparo e frustração causados pela incapacidade em lidar com os efeitos provocados pelas alterações

climáticas, uma vez que muitos deles ficam sem os seus lares e pertences. Desta forma, surge o termo ecoansiedade, que é definido como sendo uma das consequências das alterações climáticas, e consiste no medo, na angústia, e na incerteza dos indivíduos face às alterações climáticas (46,48)

Determinados grupos encontram-se perante riscos acrescidos face aos impactos provocados pelas alterações climáticas. Os indivíduos que residem em áreas urbanas, por exemplo, são particularmente afetados pelas ilhas de calor, devido às altas temperaturas existentes e pelas desigualdades socioeconómicas que muitas das zonas onde residem apresentam, exacerbando dessa forma os efeitos negativos sobre a saúde mental (6,49). Já outros indivíduos, como comunidades com baixos rendimentos, imigrantes e populações indígenas, sofrem impactos desproporcionais, sobretudo pela dificuldade de acesso a recursos e sistemas de apoio e cuidados de saúde adequados (50).

3.2.3. Doenças Respiratórias

O aumento das temperaturas e as alterações térmicas estimulam a formação de poluentes no ar troposférico, enquanto aumentam a presença de partículas finas (PM_{2,5}), sobretudo nas áreas urbanas, favorecendo desta forma a poluição do ar. Ainda neste contexto de poluição atmosférica, o aumento das emissões provenientes do tráfego rodoviário vão agravar a situação, comprometendo a qualidade do ar e, desta forma, exacerbar as doenças respiratórias crónicas, incluindo a asma e a doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC) (9,51).

As alterações climáticas também influenciam os níveis de alergénios no ar, como o pólen, uma vez que o aumento das temperaturas e das concentrações de CO₂ promovem o crescimento de árvores com potencial alergénico (9). Desta forma, verifica-se um aumento da produção de pólen e um prolongamento das estações polínicas, o que tem vindo a agravar as reações alérgicas, como a rinite alérgica, além de agravar também os sintomas asmáticos (52,53).

Os eventos climáticos extremos, possuem também um papel crucial no impacto da saúde respiratória. Os incêndios, por exemplo, libertam grandes quantidades de fumo e partículas inaláveis que afetam a função pulmonar e desencadeiam agravamento dos sintomas nos doentes com patologias respiratórias pré-existentes (54).

Já as inundações criam condições ideais para a proliferação de fungos, o que agrava também a sintomatologia e contribui para o aparecimento ou exacerbação de doenças alérgicas, sobretudo em comunidades já vulneráveis (55).

O impacto é desproporcional em determinadas faixas etárias. As crianças e os idosos são grupos etários particularmente vulneráveis, devido ao seu sistema imunitário em desenvolvimento ou enfraquecido, respetivamente, e à maior suscetibilidade às variações da qualidade do ar (56,57). Também as comunidades socioeconomicamente desfavorecidas enfrentam efeitos desproporcionais devido à sua limitada capacidade de adaptação às diversas consequências das alterações climáticas e no difícil acesso aos cuidados de saúde (55,56).

3.3. Impactos Indiretos

De forma semelhante, as alterações climáticas vão afetar de forma indireta a saúde da população. Os mecanismos envolvidos são diversos, abrangendo desde as alterações na temperatura e na qualidade do ar, até mudanças nos padrões de precipitação e na frequência de eventos climáticos extremos. Estes fatores ambientais contribuem para o agravamento de doenças cardiovasculares, além de promoverem a propagação de doenças infecciosas, e colocam em risco a segurança alimentar e hídrica das populações (40).

3.3.1. Doenças Cardiovasculares

As alterações climáticas têm um impacto indireto na saúde cardiovascular através de vários mecanismos, tais como as altas temperaturas e a poluição. Estes fatores aumentam o risco de novas doenças cardiovasculares, além de exacerbarem os problemas cardíacos pré-existentes (11,58).

Os extremos climatológicos estão associados a elevadas taxas de mortalidade associadas a doenças cardiovasculares. Enquanto as baixas temperaturas têm impacto na frequência cardíaca e na pressão arterial, as ondas de calor podem provocar trombozes, aumento da viscosidade sanguínea e desidratação (11,58). Ainda neste contexto, estima-se que os efeitos sejam desproporcionais entre géneros, sendo os homens mais vulneráveis perante baixas temperaturas, enquanto as mulheres são mais

suscetíveis às altas temperaturas. Uma hipótese para tal pode ser o facto de que as mulheres possuem uma maior percentagem de gordura corporal face aos homens (59).

A inflamação e o stress oxidativo são fenómenos que vão ocorrer devido ao aumento do ozono troposférico e das PM_{2,5}, ambos existentes no ar poluído. Estes vão ser responsáveis pelo aumento do risco de eventos cardiovasculares, como enfartes do miocárdio e acidentes vasculares cerebrais (AVC), além de serem também responsáveis por agravar doenças como a diabetes e a hipertensão (60).

Estes impactos são ainda amplificados pela vulnerabilidade socioeconómica. Os riscos cardiovasculares são mais elevados para os indivíduos que têm uma maior dificuldade em aceder aos cuidados e recursos de saúde e para os que residem em zonas de alto risco de ocorrência de catástrofes naturais (61,62).

3.3.2. Doenças Infeciosas

As doenças infecciosas vão ser impactadas de forma significativa pelas alterações climáticas, na medida em que estas afetam a ocorrência, gravidade e distribuição deste grupo de patologias, principalmente em relação às doenças transmitidas por vetores. A sobrevivência e o crescimento destes vetores, como mosquitos e carraças, são facilitados pelo aumento das temperaturas e pela alteração dos padrões de precipitação, o que aumenta a sua abundância e desta forma, permite que haja propagação em novas áreas. Isso traduz-se na propagação de doenças como a dengue e a malária por novas áreas, além de terem um prolongamento nas suas épocas de transmissão durante todo o ano (8,63).

A transmissão de agentes patogénicos pela água é também influenciada pelas variações nos padrões de precipitação e temperatura, o que se traduz no aumento do risco de infeções por *Campylobacter*, *Cryptosporidium*, norovirus e *Vibrio*, transmitidas através da água. Estas doenças podem propagar-se mais facilmente quando a água é contaminada após eventos climáticos extremos, principalmente inundações (64).

A necessidade por parte da população em se deslocar, após eventos climáticos extremos, por exemplo, faz com que os indivíduos tenham um maior contacto com os vetores transmissores deste grupo de doenças. Além disso, o aumento da transmissão

das mesmas pode ainda estar relacionada com o aumento da densidade populacional e com a evolução dos patógenos, em resultado da resistência a fármacos, por exemplo. Novas doenças infecciosas podem ainda surgir em resultado das novas vias de transmissão com as interações Homem-animal e as alterações climáticas, aumentando a possibilidade de surgirem novas doenças com efeitos potencialmente desastrosos para a saúde a nível mundial (8,65). Na figura 5 é apresentado o impacto negativo que as alterações climáticas apresentam ao nível das doenças infecciosas.

Impacto negativo

Mudanças climáticas podem agravar 58% de 375 doenças infecciosas

Alteração	Número de doenças afetadas	Exemplos
Calor	160	Esquistossomose, dengue
Inundações	121	Febre amarela, leptospirose
Secas	81	Antraz, febres hemorrágicas
Aquecimento dos oceanos	43	Septcemia, cólera
Incêndios	21	Chicungunha, malária

Figura 5 - Impacto das alterações climáticas nas doenças infecciosas. Fonte: Valor Globo (66).

3.3.3. Insegurança Alimentar e Hídrica

A segurança alimentar e hídrica são também assuntos importantes no contexto das alterações climáticas, na medida em que vão afetar a saúde e o bem-estar da população. Embora sejam cruciais para reduzir as emissões de GEE, a criação de políticas para tentar diminuir os impactos provocados pelas alterações climáticas, como a fixação dos preços do CO₂, podem aumentar os custos relacionados com a indústria e a segurança alimentar. Isso traduz-se num aumento dos preços dos alimentos, sendo que as comunidades de baixo rendimento vão ser mais afetadas, especialmente em países como a África Subsariana, onde os indivíduos já vivem em situação de insegurança alimentar (66,67).

Os eventos climáticos extremos, particularmente as secas e inundações, são mais frequentes e graves devido às alterações climáticas, e podem perturbar o abastecimento de água e agravar a escassez desta necessidade básica, que já é existente em certos

países, provocando um impacto na segurança hídrica das populações. Desta forma, a nutrição e a saúde das populações vão sofrer um grande impacto, uma vez que a água potável e a que é usada para a agricultura vai ser afetada (68). A insegurança hídrica vai também afetar a alimentação dos indivíduos, uma vez que a preparação e o consumo seguro dos alimentos estão dependentes de uma água limpa e segura (69).

4. Desigualdades no Impacto das Alterações Climáticas

4.1. Crianças e Idosos

Diversos fatores, tais como o nível de pobreza, a localização geográfica, o género e a idade contribuem para que haja um maior impacto das alterações climáticas na saúde humana, embora esse impacto recaia de forma desproporcional na população mais vulnerável, como é o caso das crianças e idosos (43).

As crianças, em comparação com os adultos, são significativamente mais vulneráveis às alterações climáticas, pois apresentam uma estatura pequena, associada a uma imaturidade cognitiva, social e fisiológica. Para além disto, existem desigualdades na forma como as alterações climáticas impactam a saúde infantil (70).

A desigualdade no desenvolvimento socioeconómico de cada país e no acesso às necessidades básicas, principalmente à alimentação e à água, geram diferenças nas oportunidades de vida das crianças e dos idosos. Nos países em desenvolvimento, onde existe elevada pobreza, subnutrição e doenças endémicas, as crianças e idosos têm uma maior probabilidade de adoecer. Quando isto acontece considera-se pouco provável que tenham acesso a cuidados de saúde e tratamentos eficazes (43,70,71).

As crianças e bebés são altamente vulneráveis ao stress térmico, que agravado pelas alterações climáticas, está associado a um risco elevado de problemas de saúde e da mortalidade infantil. Como consequências temos a desidratação, a insolação, desequilíbrios eletrolíticos e as perturbações gastrointestinais. Além disso, os eventos climáticos extremos, mais graves e frequentes, tais como furacões, inundações e secas, terão um impacto direto nas crianças. Estes eventos podem ter como consequência o aumento da insegurança alimentar, provocar mortes, ferimentos e deslocações devido à destruição das diversas infraestruturas (70).

As doenças transmitidas pela água traduzem-se como outra preocupação, uma vez que após as cheias, o abastecimento de água e o saneamento de águas residuais poderão ser destruídos ou inundados. Isso consiste num aumento da propagação dessas doenças, estando as crianças mais vulneráveis, pois o seu sistema imunitário é ainda muito imaturo (6,70,71).

As crianças são mais vulneráveis aos efeitos graves associados a doenças transmitidas por vetores, devido ao facto de passarem mais tempo ao ar livre e no solo, e à imaturidade do seu sistema imunitário (70,72).

Da mesma forma, os idosos são também afetados pelas alterações climáticas, similarmente às crianças. Quando expostos a altas temperaturas durante longos períodos, este grupo etário fica mais suscetível a um alto risco de mortalidade. Estes indivíduos, que muitas vezes já possuem outras comorbilidades, são mais vulneráveis às diversas doenças, que se agravam devido às dificuldades na mobilidade e a outros fatores, que surgem como possíveis consequências das alterações climáticas, nomeadamente a escassez de alimentos e de água. Além disso, o fator socioeconómico e o isolamento social são também responsáveis pelo aumento da vulnerabilidade dos idosos às alterações climáticas (43).

O aumento extremo da temperatura provoca um aumento da mortalidade e morbidade nos idosos devido a doenças respiratórias e cardiovasculares. O aumento da temperatura vai também alterar a viscosidade sanguínea e provocar desequilíbrios eletrolíticos, uma vez que as altas temperaturas são responsáveis por aumentar a circulação sanguínea e a sudorese, o que se traduz numa elevada perda de água (6,43).

Relativamente aos eventos climáticos extremos, estes impactam a vida dos idosos de diversas maneiras, nomeadamente na sua saúde mental e para além disso, contribuem para a progressão da incapacidade, que tende a aumentar com a idade (43). Os eventos extremos provocam ainda a destruição de diferentes infraestruturas, o que obriga os idosos a deslocarem-se, e comprometem o acesso a alimentos e água potável, o que aumenta a probabilidade de desnutrição (43,59).

A qualidade do ar caracteriza-se também como um fator importante, pois a poluição crescente provoca um aumento da incidência de doenças cardiovasculares e respiratórias, nomeadamente, risco de ataques cardíacos, do desenvolvimento de doença arterial coronariana e de AVC, assim como asma e exacerbação da DPOC. Além disso, devido à presença de numerosas substâncias no ar poluído, tais como vírus e bactérias, a suscetibilidade dos idosos às inúmeras doenças é cada vez maior (6,43,73).

As doenças transmitidas por vetores, como a encefalite e a dengue, estão também a tornar-se cada vez mais prevalentes nesta faixa etária, face à deterioração do sistema imunitário com a idade, e consequente aumento da suscetibilidade dos idosos às infeções (6,43).

4.2. Pessoas com Doenças Crónicas

As doenças crónicas englobam um conjunto de patologias que são bastante vulneráveis aos efeitos das alterações climáticas. Entre elas, destacam-se as doenças cardiovasculares, como a hipertensão arterial, a doença coronária e a insuficiência cardíaca, as doenças respiratórias, como a asma e a DPOC, assim como, as doenças metabólicas, como a diabetes mellitus e as doenças neurodegenerativas, como a demência e a doença de Alzheimer (43,73,74). Os indivíduos que vivem com estas doenças são desproporcionalmente afetados pelas alterações climáticas, o que contribui para o agravamento dos sintomas e para o aumento da taxa de mortalidade associada às doenças crónicas (75).

Os eventos climáticos extremos, tais como vagas de calor, inundações e incêndios florestais, representam perigos substanciais para os indivíduos que sofrem doenças crónicas. O aumento das temperaturas e dos níveis de poluição atmosférica tem sido diretamente associado à exacerbação da asma e da DPOC (43,73). Da mesma forma, o calor extremo e a exposição contínua a ambientes poluídos podem agravar a hipertensão arterial, a doença coronária e a insuficiência cardíaca, doenças que se encontram entre as principais causas de morte a nível mundial (43).

Além disso, a exposição prolongada ao calor extremo aumenta as complicações dos indivíduos com doenças crónicas, o que leva a um maior risco de internamentos hospitalares e de idas aos serviços de urgência. O uso de certos fármacos acentua esse risco, uma vez que podem levar a eventos adversos graves e, em casos extremos, à morte. Entre os medicamentos incluem-se os antipsicóticos, os ansiolíticos, os anticolinérgicos e certos antidepressivos. Por outro lado, os fármacos utilizados no tratamento das doenças cardiovasculares, nomeadamente diuréticos e bloqueadores β podem comprometer a resposta do organismo ao stress térmico, tornando os indivíduos mais vulneráveis ao calor extremo (6).

Os eventos climáticos extremos tornam difícil o acesso a fármacos essenciais e a cuidados médicos contínuos, o que agrava os problemas de saúde e a gestão das doenças crónicas. Para além disso, esses fenómenos extremos aumentam o risco de insegurança alimentar e hídrica, o que se traduz por exemplo na incapacidade em aderir a dietas especializadas, cruciais para a gestão de doenças, tais como a diabetes e a hipertensão arterial (73). Adicionalmente, os doentes crónicos, devido ao facto de possuírem um sistema imunitário mais enfraquecido, estão mais suscetíveis a doenças transmitidas por vetores, como a doença de Lyme e o vírus do Nilo Ocidental (75).

Relativamente às doenças neurodegenerativas, como a demência e a doença de Alzheimer, estas podem afetar o discernimento ou a reação de um indivíduo aos eventos climáticos extremos, o que aumenta o risco de complicações associadas a tais eventos, estando também expostos a grandes perigos físicos (75). Para além das repercussões físicas, estas condições conduzem a um declínio psicológico, evidente através do estresse, da ansiedade e de outras repercussões emocionais. Esta deterioração é frequentemente agravada pela deslocação forçada e pelas dificuldades na obtenção de recursos vitais essenciais para o bem-estar (73).

4.3. Comunidades de Baixo Rendimento Económico e Regiões Vulneráveis

As comunidades de baixo rendimento económico e as regiões vulneráveis deparam-se com um conjunto de vulnerabilidades, que incluem uma maior exposição a riscos ambientais e uma menor capacidade em se adaptarem (76). As comunidades de minorias étnicas, pessoas com baixo rendimento e imigrantes são alguns dos indivíduos mais afetados pelas alterações climáticas (6).

A maioria dessas comunidades são constituídas por um número elevado de indivíduos, muitos deles residentes em áreas com infraestruturas mais antigas ou mal preservadas, e com saneamentos inadequados. Esta população apresenta inúmeras dificuldades no acesso às necessidades básicas, tais como a água potável, a eletricidade e os serviços médicos, o que as torna mais vulneráveis (6). Para além disso, estas áreas são especialmente suscetíveis ao aparecimento de doenças infecciosas, nomeadamente a cólera, a encefalite e a dengue, que se agravam perante eventos climáticos extremos (77).

Os fatores socioeconómicos, nomeadamente a pobreza, o baixo nível de escolaridade e o acesso limitado aos cuidados de saúde, são fatores que aumentam a dificuldade destas comunidades em se conseguirem adaptar e recuperar face às catástrofes naturais. Além disso, muitas destas comunidades, em especial nos países em desenvolvimento, deparam-se com diversos obstáculos, nomeadamente dificuldades linguísticas e económicas (6).

Adicionalmente, as comunidades de baixo rendimento enfrentam dificuldades constantes, devido ao acesso inadequado a redes de apoio social e políticas públicas inclusivas. Face a uma situação mais vulnerável, estas comunidades estão entre as que mais sofrem com

os impactos das alterações climáticas. Isso porque, em situações de emergência esses indivíduos enfrentam dificuldades acrescidas no acesso a serviços de saúde ou a necessidades básicas (6).

As vagas de calor, os eventos climáticos extremos, as doenças transmitidas pela água e por vetores, a insegurança alimentar e o stress psicológico estão entre os impactos climáticos mais significativos enfrentados por estas populações. Estas comunidades são especialmente vulneráveis às elevadas temperaturas, uma vez que grande parte delas reside em zonas onde ocorrem ilhas de calor, o que se traduz num aumento das temperaturas (6,76). Além disso, apresentam adversidades no acesso a sistemas de arrefecimento, como por exemplo o ar condicionado, e em conseguirem aceder facilmente a locais onde as temperaturas sejam mais baixas (6).

Por sua vez, a qualidade do ar caracteriza-se como um dos desafios do quotidiano que estes indivíduos enfrentam, pois, um número significativo destes indivíduos habitam em áreas que apresentam altos níveis de poluição atmosférica, que ultrapassam as normas de qualidade do ar estabelecidas. A poluição atmosférica pode agravar as doenças respiratórias e cardiovasculares e aumentar a ocorrência de doenças pulmonares, como a asma e a DPOC (6).

A saúde mental destas populações é também afetada pelas alterações climáticas. Estas comunidades devido às catástrofes naturais perdem a sua habitação, e são obrigadas a se deslocar. Além disto, são comunidades onde existe uma grande instabilidade económica, que se traduz em taxas elevadas de ansiedade, depressão e PSPT (47).

De igual forma, a insegurança alimentar, está diretamente relacionada com o impacto das alterações climáticas na saúde, que terão como consequência problemas de nutrição, devido à dificuldade na obtenção de alimentos (4,71).

4.3.1. Países Desenvolvidos vs Países em Desenvolvimento

Existem desigualdades significativas entre os países desenvolvidos e os países em desenvolvimento, no que concerne aos efeitos das alterações climáticas, à sua vulnerabilidade e à sua capacidade de adaptação. Os efeitos das alterações climáticas têm um maior impacto nos países em desenvolvimento, devido à sua dependência de indústrias, como a pesca e a agricultura, e à sua localização, uma vez que os torna mais vulneráveis a catástrofes como secas, inundações e furacões. Esta vulnerabilidade é ainda intensificada pela pobreza estrutural, pois dependem diretamente dos recursos

naturais para a sua subsistência e não possuem acesso suficiente a seguros e ajuda financeira para fazer face a catástrofes ambientais (78).

Nos países desenvolvidos, por apresentarem uma infraestrutura mais robusta, políticas públicas bem estruturadas e maiores recursos financeiros, conseguem dar uma resposta mais eficaz e atenuar os efeitos negativos das catástrofes naturais sofridas. No entanto, estes países são os principais responsáveis pelas emissões de GEE e enfrentam dificuldades na transição para uma economia com baixas emissões de carbono. Nestes países, a capacidade de adaptação está associada ao avanço tecnológico, à criação de sistemas de alerta precoce e à fortificação de infraestruturas essenciais. Esta associação permite a redução dos danos e uma recuperação rápida após as catástrofes climáticas (76).

Em contrapartida, nos países em desenvolvimento, há falta de investimento e de políticas públicas eficazes, o que limita a adaptação face às alterações climáticas. Em muitos destes países, os serviços básicos como o saneamento, a eletricidade e o acesso aos cuidados de saúde são insuficientes. Estas populações são especialmente vulneráveis devido à rápida urbanização e à expansão caótica das cidades, que resultou num número crescente de indivíduos a residir em aglomerados informais. Estas zonas não dispõem das infraestruturas necessárias para fazer face aos efeitos das alterações climáticas, incluindo sistemas de drenagem inadequados que aumentam o risco de inundações e a propagação de doenças transmitidas pela água (77).

Nos países em desenvolvimento, as alterações climáticas têm repercussões que vão para além dos danos ambientais: exacerbam as disparidades sociais e económicas existentes nestes países. Alguns dos desafios encontrados incluem o aumento da insegurança alimentar, a diminuição da produtividade agrícola, a escassez de água e a deslocação forçada da população. A reduzida capacidade de resposta do governo e a dependência do apoio internacional complicam a aplicação de estratégias de adaptação eficazes. Nos países desenvolvidos, as consequências manifestam-se principalmente sob a forma de perdas económicas e da necessidade de adaptar o sector industrial e os serviços às novas condições climáticas. No entanto, estas economias possuem uma maior capacidade de recuperação e de reposicionar os recursos para atenuar os danos e assegurar o desenvolvimento contínuo (78).

No contexto das alterações climáticas, as disparidades entre os países desenvolvidos e os países em desenvolvimento realçam a necessidade de colaboração internacional e

de financiamento climático para atenuar essas desigualdades. Para se adaptar eficazmente e atenuar as alterações climáticas, são essenciais esforços coordenados entre governos, organizações internacionais e o sector privado. Isto garante que as populações mais vulneráveis possam aceder aos recursos e tecnologias de que necessitam para enfrentar estes desafios (76).

A Figura 6 ilustra os países mais e menos suscetíveis às mudanças climáticas, destacando aqueles que apresentam maior risco, permitindo ainda comparar a probabilidade que cada país tem de sobreviver às alterações climáticas (79).

Em resumo, a vulnerabilidade às alterações climáticas varia significativamente entre os países, refletindo desigualdades socioeconómicas, capacidade de resposta e localização geográfica. Países em desenvolvimento, especialmente na África, Ásia Meridional e partes da América Latina, apresentam maior risco e, portanto, menor capacidade de adaptação. Já países desenvolvidos, como os da Europa Ocidental, América do Norte e Oceânia, são menos vulneráveis e tendem a ter maior resiliência climática.

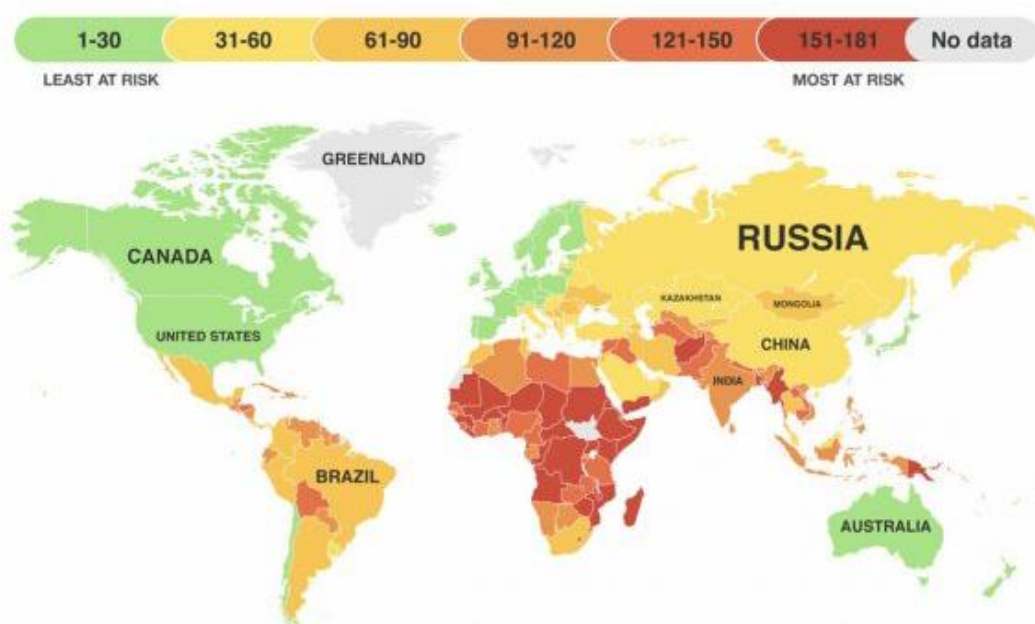


Figura 6 - Mapa da vulnerabilidade climática. Fonte: Pplware Kids (2023) (80).

4.4. Trabalhadores Expostos a Condições Extremas

Em consequência das alterações climáticas, a ocorrência e a proporção dos eventos climáticos extremos aumentaram de forma abrupta, afetando a saúde dos trabalhadores

expostos a condições ambientais extremas. Os indivíduos que trabalham em setores como a agricultura, a construção e a indústria estão especialmente em risco, uma vez que trabalham frequentemente ao ar livre e não dispõem de medidas de proteção suficientes (80,81).

Problemas de saúde tais como a desidratação, o stress térmico e a insolação, fatais caso não sejam tratados, estão ligados à exposição prolongada a temperaturas elevadas. Este fatores associados a uma diminuição da capacidade cognitiva e da atenção devido ao stress térmico, aumentam consideravelmente a probabilidade de ocorrerem acidentes de trabalho (47,80). Concomitante ao calor extremo, os trabalhadores agrícolas enfrentam uma forte exposição à poluição atmosférica e a fortes raios ultravioleta e pesticidas, o que aumenta o risco de doenças dermatológicas, respiratórias e cardiovasculares (80,81).

A vulnerabilidade dos trabalhadores é ainda exacerbada por fatores como a idade, o género e o estatuto socioeconómico. Desta forma, os indivíduos em empregos de risco elevado, as mulheres e os idosos são os mais suscetíveis às elevadas temperaturas (80). No entanto, as medidas de adaptação continuam a ser limitadas e muitos trabalhadores não têm acesso a pausas adequadas, a hidratação suficiente ou a infraestruturas que os possam proteger das altas temperaturas (80,81). Esta situação é agravada pela ausência de regulamentação e aplicação eficazes, o que compromete a segurança no trabalho e aumenta os custos para as empresas e para os sistemas de saúde, devido a um aumento dos pedidos de indemnização relacionados com doenças profissionais (80).

5. Caso de Estudo: Doenças Cardiovasculares no contexto das Alterações Climáticas

5.1. Definição e Classificação das Doenças Cardiovasculares

As doenças cardiovasculares (DCV) constituem-se como sendo um grupo de doenças que afetam o sistema circulatório, nomeadamente o coração e os vasos sanguíneos, sendo a principal causa de morbidade e mortalidade em todo o mundo (12,82). Uma das principais causas é a aterosclerose, caracterizada pela alteração da dilatação vascular, inflamação e acumulação de lípidos e cálcio no interior dos vasos sanguíneos. Desta forma, o sangue vai circular com maior dificuldade nos vasos sanguíneos, sendo que existem casos onde existe um bloqueio da circulação sanguínea. Assim, estas doenças comprometem o funcionamento adequado do sistema cardiovascular, que podem resultar em eventos mais graves tais como o infarto do miocárdio, o AVC e a insuficiência cardíaca (83,84,85).

A nível mundial, o peso da mortalidade cardiovascular que é atribuível às alterações climáticas está a aumentar. O estudo *Global Burden of Disease* (GBD) de 2021 estima que aproximadamente 1,17 milhões de mortes cardiovasculares por ano têm como principal causa as variações extremas de temperatura (86). Outro estudo estima que das 5,08 milhões de mortes anuais, 0,9 % são devido às temperaturas elevadas, enquanto 8,5 % têm como causa as baixas temperaturas, o que demonstra que as exposições ao frio continuam a ser uma das principais causas para o aumento das taxas de mortalidade (87). Para além disso, as baixas temperaturas estão também relacionadas com o aumento de cerca de 1,6 % na mortalidade cardiovascular por cada descida de 1 °C na temperatura e, os períodos de frio intenso podem aumentar as taxas de mortalidade por DCV em cerca de 32 % em relação à linha de base (88).

Relativamente à poluição atmosférica, o estudo GBD estima também que esta é responsável por cerca de 2,46 milhões de mortes cardiovasculares por ano. Além disso, cerca de 90 % das mortes que têm como principal causa a poluição atmosférica ocorrem em países de baixo rendimento económico, onde o aumento das PM_{2,5} aumentam as taxas de mortalidade cardiovascular (89,90).

Podemos classificar as doenças cardiovasculares em diferentes categorias, de acordo com os órgãos que serão afetados e do seu mecanismo fisiopatológico.

Dentro das doenças do coração e dos grandes vasos, destaca-se a doença coronária, que se caracteriza pela obstrução total ou parcial das artérias coronárias pelas placas ateroscleróticas, o que provoca a diminuição da perfusão sanguínea do miocárdio. Essa obstrução pode levar a diversos eventos, tais como a angina de peito, que se define como sendo a dor no peito causada pela obstrução do fluxo sanguíneo para o miocárdio, ataques cardíacos quando a circulação sanguínea é repetitivamente bloqueada e a insuficiência cardíaca, que ocorre quando o coração não é capaz de bombear a quantidade de sangue que é necessária para todo o corpo (82,84).

Para além disso, as doenças cardiovasculares incluem também as doenças cerebrovasculares, como o AVC, que ocorre quando há interrupção da circulação sanguínea para o cérebro e que pode causar sequelas neurológicas graves ou até mesmo a morte. Quando o fluxo sanguíneo para o cérebro é apenas interrompido temporariamente, pode ocorrer o acidente isquémico transitório (AIT) (84).

Outra doença relevante é a doença arterial periférica, que se caracteriza pela redução do fluxo sanguíneo para os membros, geralmente devido ao mesmo processo aterosclerótico que afeta as artérias coronárias, podendo levar a dor, claudicação intermitente e, em casos mais graves, amputação do membro afetado (91).

A hipertensão, uma doença crónica que se caracteriza por uma pressão arterial elevada, contribui significativamente para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e aumenta o risco de outras doenças cardiovasculares, tais como a insuficiência cardíaca e o AVC, além de outras doenças como é o caso da doença renal crónica. Esta doença está associada a diversos fatores de risco, nomeadamente a dislipidemias, diabetes e à obesidade (92).

As doenças das válvulas cardíacas representam outra categoria de doenças cardiovasculares, e são caracterizadas pelo funcionamento incorreto das válvulas cardíacas. Isto traduz-se em regurgitação (insuficiência) ou estenose, o que perturba a circulação sanguínea normal e aumenta a sobrecarga cardíaca (82,93). Estas condições podem estar presentes desde o nascimento ou desenvolver-se mais tarde, e estão frequentemente associadas ao envelhecimento, à febre reumática ou à endocardite infecciosa (82). Para além disso, existem também as miocardiopatias que podem ter um impacto direto na estrutura e na função do músculo cardíaco, comprometendo assim as capacidades do coração em bombear o sangue de

forma normal. Isto pode resultar em sintomas como fadiga e agravamento da insuficiência cardíaca (94).

As arritmias cardíacas, como a fibrilhação auricular, as taquicardias e as bradicardias, são irregularidades no ritmo dos batimentos cardíacos. Algumas arritmias podem não apresentar sintomas, enquanto outras aumentam consideravelmente o risco de acidentes cardiovasculares graves (95).

As alterações climáticas influenciam desproporcionalmente a saúde cardiovascular de determinados grupos (Figura 7). Os indivíduos com DCV pré-existent apresentam-se mais suscetíveis às variações de temperatura extremas ou à poluição atmosférica. Isso deve-se ao facto de estes apresentarem uma diminuição da capacidade de termorregulação corporal e da reserva cardíaca (96). Para além destes indivíduos, os idosos são também um grupo de risco, uma vez que apresentam um declínio fisiológico relacionado com a sua idade, o que compromete a sua capacidade em se adaptarem às temperaturas extremas. As ondas de calor de 1995 em Chicago e de 2003 em Paris demonstraram que a taxa de mortalidade se encontrava mais elevada neste grupo de indivíduos, particularmente aqueles com comorbilidades ou acamados, sendo que grande parte das mortes teve como principal causa as doenças cardiovasculares (97).

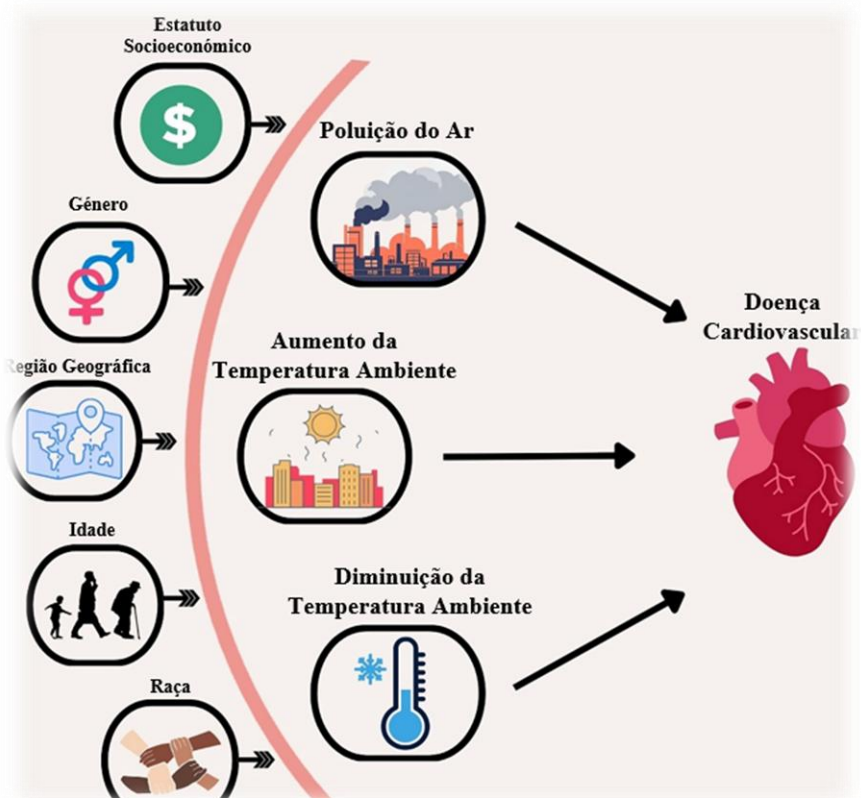


Figura 7 - Grupos de risco cuja saúde cardiovascular é afetada pelas alterações climáticas. Adaptado de Khraishah et al (98).

As comunidades desfavorecidas apresentam também um risco elevado devido a múltiplas causas: habitação inadequada sem isolamento ou refrigeração adequados, elevada exposição a ilhas de calor urbanas e acesso limitado a serviços de saúde. Também os grupos raciais e étnicos, como os afro-americanos dos EUA, apresentaram uma maior probabilidade de mortalidade cardiovascular relacionada às variações de temperatura extremas em comparação com os caucasianos, uma diferença que é exacerbada pelas diversas desigualdades que enfrentam no quotidiano (97).

5.2. Fatores de Risco Tradicionais e Emergentes

As doenças cardiovasculares são influenciadas por diversos fatores de risco, os quais podem ser classificados em fatores de risco tradicionais ou emergentes. Os fatores tradicionais englobam a hipertensão, a dislipidemia, o tabagismo, a diabetes mellitus, a obesidade e um estilo de vida sedentário (82,83,98,99).

A Figura 8 apresenta os vários fatores de risco associados às DCV.

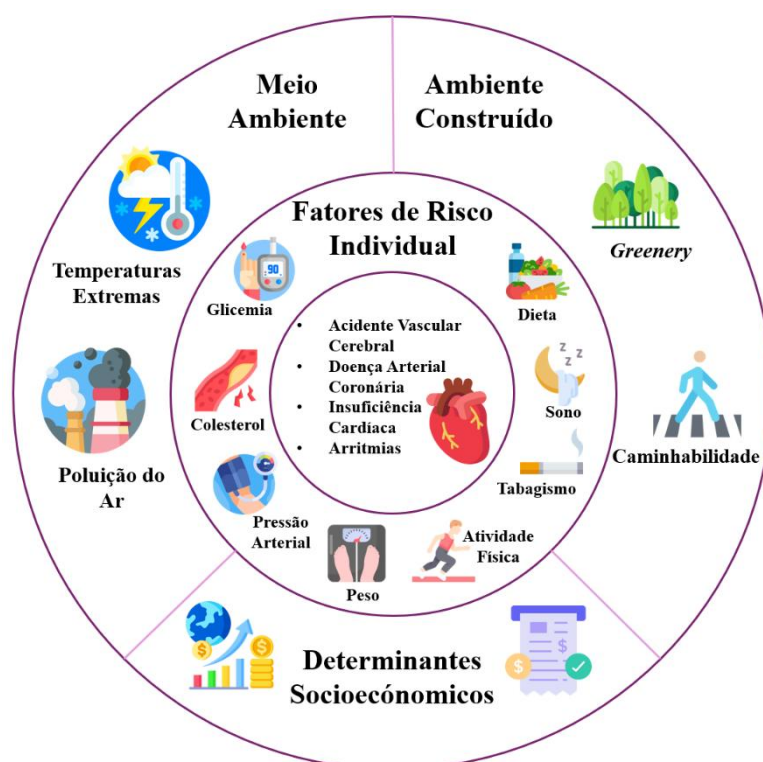


Figura 8 – Fatores de risco associados às doenças cardiovasculares. Adaptado de Cath Lab Digest (100).

De acordo com a OMS a hipertensão é uma das principais causas para a ocorrência de acidentes cardiovasculares graves, sendo considerada uma das principais causas de morte prematura no mundo (92).

A hipertensão arterial é um dos fatores de risco principais para as doenças cardiovasculares, uma vez que está diretamente associada a um risco elevado na ocorrência de AVC, insuficiência cardíaca ou ataques cardíacos (92).

Relativamente à dislipidemia, esta ocorre quando existem níveis elevados de colesterol LDL e de triglicéridos no sangue, normalmente com uma diminuição dos níveis de colesterol HDL. Esta patologia está relacionada com o desenvolvimento de placas ateroscleróticas e desta forma, no desenvolvimento de doenças cardiovasculares (100). A diabetes mellitus vai desempenhar um papel semelhante neste contexto, uma vez que está também relacionada com o desenvolvimento da aterosclerose, o que se traduz num aumento do risco cardiovascular (101,102).

Por sua vez, as substâncias presentes no cigarro são também responsáveis por promover a inflamação e aumentar o desenvolvimento de placas ateroscleróticas. Desta forma, o tabagismo é considerado como um dos principais fatores que contribuem para o aumento das mortes causadas por doenças cardiovasculares e está associado ao desenvolvimento de doenças, tais como a doença coronária e o AVC (101). Outro fator de risco considerado importante é o sedentarismo, que está intimamente relacionado com a obesidade, resistência à insulina e hipertensão, sendo por isso um fator de risco preponderante para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (103).

Nos últimos anos novos fatores têm emergido, possuindo um papel importante no impacto da saúde cardiovascular. É o caso da poluição atmosférica, que está diretamente ligada a um risco acrescido de doenças cardiovasculares, devido à deposição de partículas nos pulmões, maioritariamente PM_{2,5}, que irá induzir inflamação sistémica e stress oxidativo (60,99,104,105).

As partículas em suspensão surgem da mistura de partículas líquidas e sólidas e abrangem diversas substâncias minerais e/ou orgânicas. Estas podem ser libertadas diretamente de uma fonte ou então podem ser formadas através de reações químicas na atmosfera entre vários poluentes gasosos, como o dióxido de enxofre e compostos orgânicos voláteis, de origem natural ou antropogénica, com várias outras partículas sólidas (metais, microrganismos, compostos orgânicos, entre outros). As partículas são transportadas pelo vento a longas

distâncias, sendo que mesmo longe da sua fonte de origem podem ser encontradas em altas concentrações. A dimensão das partículas pode variar, embora as mais nocivas para a saúde tenham um diâmetro aerodinâmico inferior a 10 μm , denominadas PM10. Devido ao seu pequeno diâmetro, estas partículas podem entrar no sistema respiratório e desta maneira, provocar efeitos negativos para a saúde. Dentro das PM10 encontram-se as PM2,5, que têm um diâmetro aerodinâmico de 2,5 μm , que são partículas que para além de conseguirem entrar no sistema respiratório conseguem também penetrar o mesmo até ao nível alveolar, interferindo no processo respiratório. A exposição prolongada a estas partículas aumenta o risco de desenvolvimento de doenças respiratórias e cardiovasculares e de cancro do pulmão, além de ser um fator preponderante na exacerbação de sintomas relativos a várias patologias. Uma vez que as partículas se podem misturar a outras substâncias, tais como metais e iões de metais pesados, compostos orgânicos e inorgânicos, alergénios, compostos microbianos e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP), estas podem ser transportadas até o sistema respiratório, podendo até ser absorvidos pela circulação sanguínea (27,28,29).

As mudanças da temperatura do ar influenciam a concentração destas partículas. No inverno, a elevação da temperatura atmosférica e as mudanças climáticas no hemisfério norte vão aumentar a concentração de PM2,5 na atmosfera, enquanto no verão, a concentração de PM2,5 é elevada devido a massas de ar estacionárias, incêndios florestais e a formação secundária de aerossóis (27,28,29).

Para além disso, a exposição à poluição sonora, particularmente do tráfego rodoviário e aéreo, é outro fator que tem emergido e que tem também um papel preponderante no aumento da taxa de mortalidade associada às DCV. Estima-se que a exposição à poluição sonora esteja associada a um aumento de 2-7 % no risco de insuficiência cardíaca e a um aumento de 6 % no risco de fibrilhação auricular por cada aumento de 10 dB(A) nos níveis de ruído a longo prazo (109).

Atualmente existe ainda uma grande preocupação relativamente ao aumento exponencial do fabrico e da utilização de microplásticos (MP). Estes possuem um papel principal nas alterações climáticas, uma vez que são responsáveis pela emissão de cerca de 3,7 % dos GEE (110). Através de dados observacionais foi possível correlacionar um aumento do risco elevado de DCV entre indivíduos expostos aos MP, em comparação com o observado na restante população (110,111).

5.3. Relação entre Fatores Ambientais e Doenças Cardiovasculares

Os fatores ambientais desempenham um papel importante no desenvolvimento das DCV, sendo ao longo dos anos exacerbado pelas alterações climáticas. A poluição atmosférica, a exposição ao calor extremo e a urbanização acelerada são fatores que têm sido associados ao aumento da incidência de eventos cardiovasculares (103). Os fatores ambientais, nomeadamente a poluição atmosférica, composta por PM_{2,5}, N₂O e O₃, as temperaturas elevadas e os eventos climáticos extremos têm estado intimamente relacionados com a inflamação sistémica, disfunção endotelial e alterações da pressão arterial, contribuindo significativamente para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (103,105). Para além disto, estes fatores vão afetar infraestruturas de cuidados de saúde, limitando desta forma, o acesso à assistência médica por parte dos indivíduos (60).

Adicionalmente, a poluição sonora, em particular o ruído produzido pelo tráfego rodoviário e de outros meios de transporte, está a emergir como um fator de risco cardiovascular. Estudos demonstraram que o ruído do tráfego está associado a um aumento da morbilidade e mortalidade cardiovascular, uma vez que está responsável por desencadear sistemas que promovem fatores de risco cardiovascular. Para além disso, o ruído vai também prejudicar a saúde cardiovascular através da perturbação do sono, que por sua vez está relacionado com o aumento do risco de doenças cardiovasculares (99).

5.3.1. Exposição ao Calor

A exposição prolongada ao calor extremo tem sido associada a um aumento das taxas de mortalidade e morbilidade e do risco de eventos cardiovasculares, tais como insuficiência cardíaca, arritmias e AVC, sendo que é estimado que por cada 1000 mortes por AVC, 1,6 mortes têm como principal causa as altas temperaturas (98). Estima-se ainda que a exposição a altas temperaturas está associada a um aumento de 2,1 % no risco de morte cardiovascular, particularmente nas mulheres, idosos e nos indivíduos residentes em países com baixos rendimentos (112).

Para além disso, as exposições a longos períodos de elevadas temperaturas podem ser responsáveis por aumentar a desidratação e a hipertermia, uma vez que a exposição às altas temperaturas tem como resposta o aumento do fluxo sanguíneo e a ativação do

sistema simpático. Desta forma irá existir um aumento da vasodilatação e da frequência cardíaca para manter a homeostase térmica, que terá como consequências a ocorrência de eventos cardiovasculares, como as arritmias e isquemia cardíaca. A depleção do volume de água corporal, outra consequência da exposição ao calor, irá provocar um aumento do risco de trombozes e isquemia cardíaca, devido à hemoconcentração e hipercoagulabilidade que vai ocorrer (11,98). A associação entre a exposição a altas temperaturas e o aumento do risco de eventos cardiovasculares e das taxas de mortalidade e morbidade vão variar de acordo com a localização geográfica e com a população exposta. Os indivíduos com mais de 65 anos, os pertencentes a minorias étnicas ou raciais e os indivíduos com condições cardiovasculares e/ou pulmonares pré-existentes, quando expostos ao calor extremo encontram-se perante um maior risco cardiovascular (12).

No verão de 2003, a Europa Ocidental enfrentou uma das mais severas ondas de calor da história recente. A onda de calor prolongou-se entre junho e setembro, com temperaturas 4 a 5 °C mais elevadas do que o normal sazonal, durante vários dias consecutivos, tanto durante a noite como no início do dia, impedindo a termorregulação dos indivíduos. Nas regiões muito povoadas, onde o efeito de ilha de calor, as más condições de alojamento e a falta de refrigeração agravavam a situação, este fenómeno foi particularmente perigoso (113,114).

A vaga de calor foi diretamente responsável por milhares de mortes em excesso no verão de 2003, incluindo 18.928 na França, 23.177 na Itália, 20.875 na Espanha, 12.885 na Alemanha, 2.699 em Portugal e 1.771 nos Países Baixos, entre outros. A exceção foi na Inglaterra e no País de Gales, onde se observou uma redução de 3.369 mortes no mesmo período. Somente nos 4 meses de verão estima-se que foram registadas cerca de 71.000 mortes em excesso (113,114).

Através de um estudo realizado na França, foi possível caracterizar os fatores ligados à mortalidade. Este estudo incluiu 315 casos de pessoas que morreram durante a vaga de calor e foi efetuado em quatro regiões diferentes: Paris, Val-de-Marne, Tours e Orléans. Em 254 destes casos, a causa de morte foi determinada por doenças cardiovasculares, o que representa 37 % dos casos, em que 72,7 % das mortes estavam associadas a indivíduos do sexo feminino e a idade média era de 85,1 anos (113,114).

Na figura 9, observam-se as frequências diárias padronizadas de mortes, onde 1 representa a mediana do número de mortes e 2 representa o dobro dessa mediana, em agosto de 2003, em 16 países europeus.

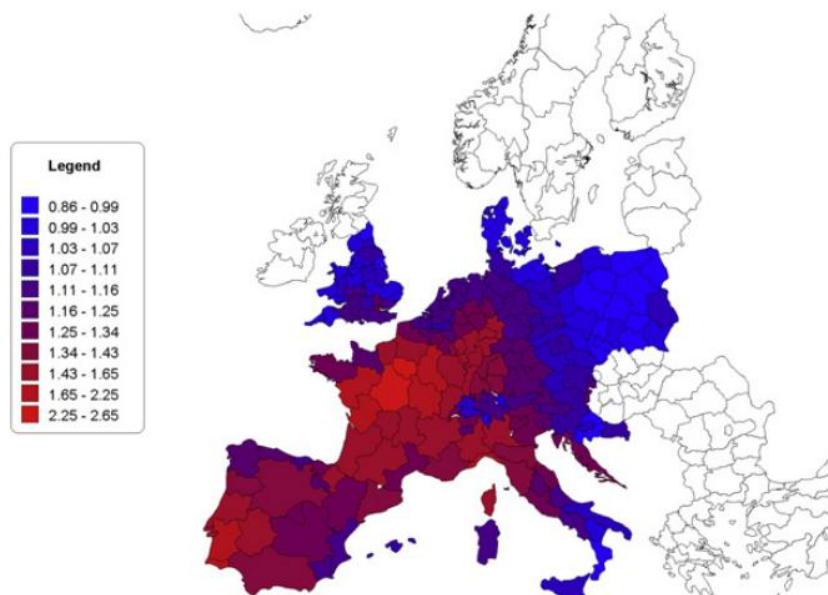


Figura 9 - Frequências diárias de óbitos no mês de agosto de 2003 na Europa. Fonte: Robine et all (113).

5.3.2. Poluição do Ar

As doenças cardiovasculares encontram-se intimamente relacionadas com a poluição atmosférica, no que concerne às PM_{2,5}, aos poluentes gasosos, nomeadamente N₂O e o O₃, e a outros poluentes do ar, como os compostos orgânicos voláteis, nomeadamente os HAP. Essas partículas ao serem inaladas irão se depositar profundamente no interior dos pulmões, e desta forma, irão desencadear uma resposta inflamatória a nível sistémico, além de promoverem o stress oxidativo, disfunção endotelial, hipertensão arterial e a libertação de citocinas pró-inflamatórias (60,99). Como consequência, o risco de ocorrência de eventos cardiovasculares, tais como o enfarte agudo do miocárdio, AVC e insuficiência cardíaca irão aumentar (99). As alterações climáticas são um fator-chave para o agravamento da poluição atmosférica, afetando de forma negativa a saúde cardiovascular. Desastres ambientais como incêndios florestais e tempestades de poeira provocados pelas alterações climáticas emitem quantidades significativas de poluentes para a atmosfera que aumentam os riscos de doenças cardiovasculares (105). Além disso, o aumento de temperaturas e toxinas transportadas pelo ar pode aumentar a reação inflamatória do organismo,

conduzindo a uma maior ocorrência de incidentes cardiovasculares mortais (104). Através de estudos foi possível observar que um aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração de partículas finas está correlacionado com um risco significativamente maior de desenvolver doenças cardiovasculares (103). Para além disso, é possível ainda observar que existe uma relação entre a poluição atmosférica e o aumento considerável da ocorrência de arritmias fatais e de eventos trombóticos (11).

Em regiões muito poluídas, a incidência de hospitalizações por DCV pode aumentar substancialmente durante períodos de alta concentração de poluentes, destacando a necessidade de políticas públicas voltadas para a mitigação desses impactos (104).

É importante destacar que os efeitos adversos da poluição do ar não afetam todas as populações da mesma maneira. O efeito da poluição atmosférica afeta de forma desproporcional as populações de maior risco, como as crianças, os idosos e os indivíduos com doenças pré-existentes (104).

Os incêndios florestais representam nos dias de hoje uma importante e crescente fonte de poluição atmosférica a nível global, tendo a sua frequência e intensidade aumentado ao longo dos anos. O fumo resultante dos incêndios é uma mistura heterogênea de vários componentes e está fortemente associado a fatores de risco cardiovasculares. As alterações climáticas contribuíram para o aumento destes eventos, através de secas prolongadas, do aumento das temperaturas e das alterações nos padrões de precipitação (105).

Em 2018, a Califórnia foi gravemente afetada por estes eventos, em que os níveis $\text{PM}_{2,5}$ foram superiores a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, devido à elevada quantidade de fumo libertado, sendo que em julho-agosto de 2018, durante o incêndio do Complexo de Mendocino foi registado um aumento de 23,1 % na taxa de DCV. No estudo é ainda referido que cada aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nas $\text{PM}_{2,5}$ estava associado a um aumento de 4,8 % na taxa de eventos de DCV, concluindo-se desta forma que a exposição a níveis elevados de $\text{PM}_{2,5}$ influenciava as hospitalizações por DCV (115).

6. Medidas de Mitigação

6.1. Redução das emissões de carbono e promoção de energias renováveis

As energias renováveis desempenham um papel significativo na redução das emissões de GEE. O aumento da utilização destas energias, tais como a energia eólica, solar e hidráulica, traduz-se na diminuição das emissões de GEE, sendo que, existe uma redução de 5,8 % no balanço das emissões de CO₂ por cada aumento de 1 % no consumo de energias renováveis (116,117). Além disso, as energias renováveis contribuem ainda para a redução da discrepância entre as emissões associadas à indústria daquelas que estão associadas ao consumo, especialmente em países que exportam emissões líquidas (116). A substituição dos combustíveis fósseis por energias renováveis tem sido uma das principais estratégias para diminuir as emissões de GEE a nível global (118,119).

A relação entre o consumo de energias renováveis e o crescimento económico é complexa, uma vez que inicialmente o crescimento económico pode resultar em um aumento das emissões de CO₂. No entanto, a adoção de energias renováveis e os avanços tecnológicos podem mitigar esses efeitos ao longo do tempo. Esta dinâmica é explicada pela hipótese da Curva Ambiental de Kuznets, que sugere que existe uma relação em U invertido entre a poluição ambiental e os rendimentos per capita, segundo a qual, à medida que o rendimento per capita aumenta, as emissões aumentam inicialmente e depois diminuem após atingirem um nível máximo (120,121).

Para além do impacto ambiental, a utilização de energias renováveis traz também outros benefícios no contexto económico. Estudos mostram que o consumo de energias renováveis pode fomentar o desenvolvimento económico ao mesmo tempo que reduz as emissões, evidenciando uma relação entre o crescimento económico e as energias renováveis, tanto a curto como a longo prazo. Para além disso, este tipo de energias pode ter um papel preponderante na concretização dos objetivos de desenvolvimento sustentável, ao equilibrar metas ambientais e económicas (122).

Apesar dos possíveis benefícios, a transição para as energias renováveis enfrenta vários desafios, incluindo a necessidade de investir de forma significativa em infraestruturas e na tecnologia. Para que isso seja possível, devem ser adotadas estratégias que sejam eficazes para

superar os obstáculos que impedem a possível transição, incluindo a implementação de políticas de incentivo à adoção de energias renováveis, o investimento na investigação e no desenvolvimento e a eliminação de subsídios para os combustíveis fósseis (123,124). Para além disso, os sistemas híbridos de energia renovável revelam-se promissores na redução das emissões de CO₂, ao mesmo tempo que proporcionam retornos económicos positivos (117).

Para tentar concretizar estes objetivos é importante que os decisores políticos sejam incentivados a desenvolver estratégias que apoiem a adoção de energias renováveis e tecnologias ambientais. Isso implica que sejam criadas medidas, além de ser necessário que haja uma promoção da inovação e do investimento em infraestruturas sustentáveis (123,125). A integração das energias renováveis nas políticas energéticas nacionais é também um fator essencial para alcançar as reduções nas emissões de carbono e combater de forma eficaz as alterações climáticas (119,126).

6.2. Sistemas de Saúde Resilientes às Mudanças Climáticas

As alterações climáticas apresentam desafios significativos para os sistemas de saúde, ao aumentarem a frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, que conduzem a maiores taxas de morbidade e mortalidade, além de sobrecarregarem as infraestruturas e os recursos dos serviços de saúde (127,128). Estes eventos agravam também os problemas de saúde mental e aumentam a procura por cuidados de saúde por parte da população, especialmente em áreas urbanas, onde as desigualdades socioeconómicas são mais evidentes (129).

Para mitigar estes efeitos é essencial que existam ações por parte do governo que sejam eficientes e a integração de políticas por parte dos mesmos para aumentar a resiliência dos sistemas de saúde. Isso significa integrar os problemas relativos às alterações climáticas no planeamento e gestão dos sistemas de saúde, assegurando, desta forma, a sua adaptação face aos diversos desafios que são provocados pelas alterações climáticas (130,131). Por exemplo, a criação de sistemas de alerta precoce e vigilância epidemiológica associados a eventos extremos, como o portal CLIMA EXTREMO em Portugal, que identifica em tempo real os concelhos com maior risco durante ondas de calor e frio, e permitindo assim à proteção civil, bem como aos serviços de saúde uma atuação mais rápida e eficaz. Para além disso, no país existem outros sistemas de alerta, como o sistema de vigilância Importância do Calor: Repercussões sobre os Óbitos (ÍCARO) que prevê o impacto das ondas de calor na saúde da

população, com base num conjunto de critérios, tendo a previsão do tempo (132). É ainda crucial melhorar as infraestruturas e as competências dos profissionais de saúde, o que vai envolver a criação de novas unidades de saúde, mais resistentes, e garantir que os profissionais de saúde, que desempenham um papel preponderante na adaptação e resposta aos desafios climáticos estejam aptos para lidar de forma eficaz com os impactos das alterações climáticas (133,134). Estes devem alertar os doentes sobre os riscos associados ao clima, identificar os grupos mais vulneráveis às alterações climáticas e adotar medidas preventivas específicas, como a hidratação adequada, uso de espaços frescos e limitar a exposição ao ar livre durante eventos de calor extremo ou quando existe demasiada poluição atmosférica (135). É ainda recomendado que estes profissionais tenham acesso a formações contínuas acerca do clima e saúde para que estejam preparados para quaisquer eventualidades que possam ocorrer. Um exemplo disso é o programa lançado em 2024 pela *European Network on Climate and Health Education* (ENCHE) que tem o intuito de preparar a próxima geração de profissionais de saúde sobre os efeitos das alterações climáticas na saúde (136). Outras iniciativas, tais como o *Nurses Climate Challenge* (NCC), que capacita enfermeiros com recursos para a sensibilização da população no contexto das alterações climáticas, são também exemplos relevantes do contributo que estes profissionais podem ter (137).

O envolvimento da população e a colaboração entre os vários profissionais são também aspetos importantes que estão relacionados com a resiliência dos sistemas de saúde, promovendo a partilha de experiências e boas práticas entre áreas, de forma a reforçar a aprendizagem mútua e a adaptação contínua (134,138). A cooperação internacional e nacional, como as iniciativas desenvolvidas pela União Europeia, desempenham também um papel preponderante no aumento da resiliência dos sistemas de saúde, ao procurar articular os esforços na adaptação climática com o fortalecimento da capacidade de resposta e recuperação face aos impactos climáticos (133,138).

Por fim, é necessário promover a investigação interdisciplinar contínua que explore as ligações entre alterações climáticas, migração e resiliência dos sistemas de saúde. Esta investigação deve centrar-se no desenvolvimento das estratégias adaptativas e diversificadas que respondam a estes desafios (139). Além disso, o aumento do investimento nas ciências de implementação e a normalização de como a comunicação de iniciativas de resiliência é feita, poderão ajudar a colmatar a lacuna entre conhecimento e ação, assegurando que o financiamento no contexto das alterações climáticas chegue efetivamente às populações mais vulneráveis (127,134).

6.3. Melhoria na Infraestrutura Urbana para Lidar com Eventos Climáticos Extremos

A melhoria das infraestruturas urbanas para enfrentar eventos climáticos extremos apresenta-se como sendo um desafio preocupante, especialmente no contexto das alterações climáticas, onde existe um aumento da frequência e da intensidade desses eventos (140). As áreas urbanas, devido à sua elevada densidade populacional e à concentração de infraestruturas, apresentam uma vulnerabilidade acrescida (141). Desta forma, é essencial implementar estratégias eficazes para reforçar a resiliência da população e garantir a continuidade do acesso aos serviços básicos e essenciais (142,143).

As infraestruturas dos transportes estão particularmente perante perturbações causadas por eventos climáticos extremos. Para aumentar a sua resiliência, podem ser adotadas diversas medidas, tais como a otimização dos sistemas de drenagem, a melhoria dos padrões de construção e a implementação de infraestruturas verdes, que permitem reduzir significativamente a vulnerabilidade e melhorar a gestão de cheias (140,142). Um exemplo prático encontra-se em Newcastle, onde a combinação de infraestruturas verdes com as infraestruturas de engenharia tradicional, demonstrou reduzir a perturbação nos transportes, devido a inundações, além de serem alcançadas melhorias nos tempos de deslocação urbanos em 3 a 22 % (142).

Também os sistemas de energia urbanos devem estar preparados para garantir o fornecimento constante de eletricidade, aquecimento e gás durante os eventos climáticos extremos. Estratégias como a coordenação multienergética podem reforçar a resiliência dos sistemas energéticos, assegurando a manutenção dos serviços básicos e essenciais (144,145). Em Pequim, por exemplo, foram desenvolvidas estratégias específicas para gerir os desequilíbrios entre oferta e procura de energia durante os eventos climáticos extremos, com especial foco na importância das fontes renováveis e na flexibilidade dos sistemas (143).

A integração de infraestruturas verdes e cinzentas revela-se também fundamental para a gestão das águas pluviais e para a mitigação do risco de cheias. A combinação de medidas cinzentas, como os sistemas de drenagem convencionais, com infraestruturas verdes, como pavimentos permeáveis e células de biorretenção, permite melhorar significativamente o desempenho hidrológico e reduzir os custos ao longo do ciclo de vida das infraestruturas (146,147). É importante ainda reconhecer que a resiliência urbana não se limita aos aspetos

técnicos, uma vez que envolve também fatores sociais e políticos. As normas, valores e relações sociais influenciam a eficácia das estratégias de resiliência. Assim, processos de planejamento urbano que sejam transparentes e inclusivos tornam-se essenciais para lidar com estas dinâmicas e assegurar um desenvolvimento urbano sustentável (141).

6.4. Educação e Conscientização da População Sobre Riscos e Prevenção

A educação e a sensibilização sobre os riscos e a prevenção associados às alterações climáticas são cruciais para promover medidas proativas e estratégias de adaptação. Estas abordagens exigem a compreensão dos diversos impactos das alterações climáticas na saúde, na segurança no trabalho, no bem-estar mental, bem como do papel da educação na moldagem de comportamentos e atitudes (148).

As alterações climáticas apresentam riscos significativos para a saúde, afetando a qualidade dos alimentos e da água, aumentando a poluição do ar e alterando a dinâmica de transmissão de doenças. Estas mudanças exigem o reforço dos sistemas de saúde para responder eficazmente aos novos desafios (148). Apesar das autoridades de saúde pública reconhecerem a necessidade de existirem recursos financeiros para se prepararem para os riscos climáticos, estas enfrentam frequentemente resistência por parte da população e escassez de financiamento (149).

O aumento das temperaturas causado pelas alterações climáticas intensifica o stress térmico, sobretudo em setores onde os trabalhadores estejam expostos às altas temperaturas, afetando assim a saúde e a produtividade dos trabalhadores. A perceção dos riscos e as estratégias de adaptação variam entre os diferentes tipos de atividades, sublinhando a necessidade de intervenções de prevenção específicas (150). Para além disso, as alterações climáticas agravam os riscos para a saúde mental, com impacto desproporcional entre as comunidades (151).

A perceção pública dos riscos climáticos é moldada por valores ambientais, políticos e perceções que cada individuo possui. Existe frequentemente um desfasamento entre o conhecimento científico e a perceção pública, o que dificulta a ação individual e coletiva para mitigar os riscos climáticos (152). Iniciativas educativas, como cursos de educação ambiental, podem melhorar a consciência e a perceção dos riscos e consequências que podem advir das

alterações climáticas, embora os problemas imediatos sobreponham-se às ameaças futuras e de longo prazo (153).

Apesar do aumento generalizado da sensibilização, pode ocorrer uma normalização do risco, em que os indivíduos minimizam os perigos percecionados como mecanismo psicológico de adaptação, sobretudo em países com elevadas emissões de GEE. Esta realidade demonstra a complexidade do processo de sensibilização e a necessidade de estratégias que considerem fatores psicológicos e contextuais (154). É por isso que deve existir a necessidade de proceder a uma investigação futura que se deve centrar no desenvolvimento de tópicos abrangentes para avaliar e mitigar os riscos, reforçando o envolvimento público através da educação e de iniciativas políticas (155).

Na figura 10 é possível observar como a intervenção em diferentes setores pode contribuir para mitigar as alterações climáticas.

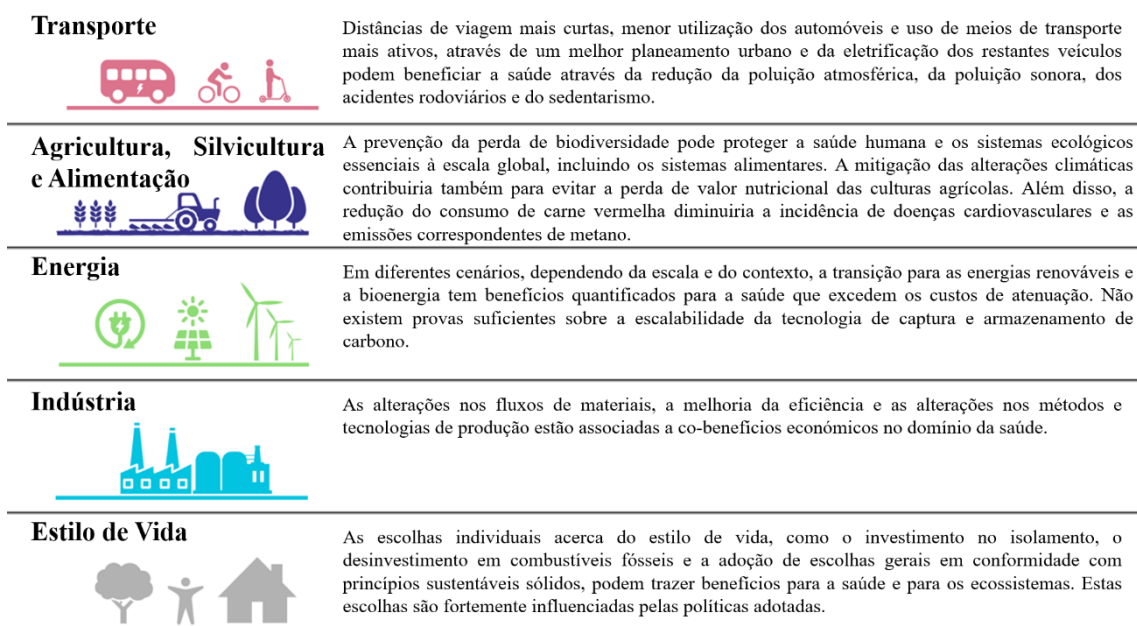


Figura 10 - Contributo de diversos fatores para a mitigação das alterações climáticas.
Adaptado de New Insights in Climate Science (156)

(156).

7. Políticas Públicas e Acordos Internacionais

7.1. Acordo de Paris e Metas Globais de Redução de Emissões

Uma das maiores ameaças à sustentabilidade do planeta são as alterações climáticas. Devido ao aumento das emissões de GEE, a comunidade internacional tem encontrado formas de lidar com este importante desafio global (157).

A temática das alterações climáticas foi discutida pela primeira vez na Conferência Mundial sobre o Clima no ano de 1979, que marcou o início da compreensão e discussão acerca deste tópico, o qual se tornou um desafio crescente. Mais tarde, no ano de 1988, foi criado o IPCC, que desempenhou um papel fundamental em fornecer os primeiros conhecimentos científicos consensuais sobre as alterações climáticas. Para além disso, este Painel sugeriu a redução da emissão de GEE, além de identificar estratégias de mitigação relativamente a diversos setores, tais como o da energia e agricultura (157)

Em 1992, no Rio de Janeiro, na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), foi adotada a CQNUAC. Este acordo estabeleceu princípios fundamentais, tais como as responsabilidades comuns, mas diferenciadas (CBDR), e estabeleceu uma estrutura organizada e abrangente para as negociações climáticas posteriores. Para além disso, o objetivo deste Quadro era estabilizar a concentração de GEE na atmosfera a um nível que evitasse a interferência perigosa pelo ser humano no sistema climático. A CQNUAC representou também um papel crucial para os esforços de cooperação internacional, reconhecendo que os países desenvolvidos deveriam assumir um papel principal na ação climática, ao passo que os países em desenvolvimento deveriam ser incentivados a contribuir conforme as suas capacidades (157,158).

Em 1997, foi adotado o Protocolo de Quioto, que estabeleceu objetivos com a finalidade de reduzir as emissões de GEE para os países mais industrializados, estabelecendo limites específicos de emissão para cada país, no período de 2008 a 2012. O Protocolo introduziu ainda mecanismos como o comércio de emissões, a Implementação Conjunta (JI) e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (CDM), com vista a promover a flexibilidade das abordagens para alcançar as metas de redução de emissões de GEE. No entanto, a retirada dos EUA do Protocolo e a não ratificação por outros países-chave levaram ao surgimento de novas iniciativas fora do

quadro da ONU, intensificando a competição pela liderança nas negociações relacionadas com as alterações climáticas (157,159).

Após a ratificação pela Rússia, o Protocolo de Quioto entrou em vigor no ano de 2005, e a questão das alterações climáticas continuou a ser um tema central nas agendas globais. Contudo, as divisões políticas e os diferentes interesses por parte de cada país geraram desafios significativos. A partir de 2008, as negociações climáticas passaram a ocorrer num contexto de profunda crise económica global, com os países a enfrentar pressões económicas internas enquanto tentavam manter o compromisso com as metas climáticas. No entanto, em 2009, a Conferência de Copenhaga gerou grande expectativas, mas terminou com resultados limitados, refletindo as dificuldades em alcançar um consenso vinculativo. No entanto, este acordo introduziu objetivos de mitigação por parte de cada país e reconheceu formalmente a importância de limitar o aumento da temperatura global a 2 °C (157).

O Plano de Ação de Bali, adotado na 13ª Conferência das Partes (COP13), no ano de 2007, deu início às negociações para um acordo pós-Quioto, sendo essas negociações concluídas na 18ª Conferência das Partes (COP18) em Doha. Estas negociações tiveram como resultado a introdução do conceito de Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMA) para os países em desenvolvimento, onde estes estão encarregues de realizar qualquer ação com vista na redução das emissões de GEE. As NAMA podem ser definidas em 2 contextos, sendo eles a nível nacional, em que deve haver uma submissão formal por parte das Partes, declarando a intenção de mitigar as emissões de GEE de forma compatível com as suas capacidades e em concordância com os ODS, e a nível individual, onde as ações ou grupos de ações são realizadas a fim de ajudar o país a atingir os objetivos de mitigação no contexto dos ODS (157,160).

O Acordo de Paris, adotado em 2015 no âmbito da CQNUAC, teve por objetivo combater as alterações climáticas, limitando o aquecimento global a menos de 2 °C relativamente aos níveis pré-industriais, de modo que a temperatura média mundial não exceda 1,5 °C até ao final do século (161,162). Para atingir os objetivos do Acordo de Paris, é essencial alcançar emissões zero de GEE na segunda metade do século. Embora isso não seja necessário para não exceder o aquecimento global a 1,5 °C ou 2 °C, o excesso de emissões exigiria a emissão de emissões negativas (163,164).

Os contributos determinados a nível nacional (CDN) estão no centro do Acordo de Paris e da realização dos seus objetivos a longo prazo. Os CDN incorporam os esforços de cada país para reduzir as emissões nacionais e adaptar-se aos impactes das alterações climáticas. Estes

são fundamentais para o acordo, porque os países apresentam as suas próprias metas de redução de emissões de GEE e adaptação climática, com a promessa de rever e aumentar essas metas a cada cinco anos, de modo a tentar reduzir as emissões até 2030 (162,165). Contudo, os CDN atuais são insuficientes para atingir os objetivos de temperatura, prevendo-se um aquecimento global médio entre 2,6 °C e 3,1°C até 2100 (166,167).

Atualmente, 131 países, responsáveis por 72 % das emissões globais, comprometeram-se a atingir emissões zero, o que pode reduzir o aquecimento para valores entre 2,0 °C e 2,4 °C até ao final do século. Caso mais países adotem metas semelhantes, os objetivos do Acordo de Paris tornar-se-ão mais exequíveis (165).

O cumprimento das metas do Acordo de Paris traduz-se em resultados significativos a nível económico e ambiental. Embora o acordo permita uma redução das emissões de CO₂, em comparação com um cenário sem mitigação, não garante uma diminuição absoluta face aos níveis de 2015. As repercussões económicas variam entre países, sendo as nações exportadoras de combustíveis fósseis as mais afetadas (168,169).

A probabilidade de atingir as metas de emissões de CO₂ vai variar entre os dez maiores emissores mundiais. Países como a China, a Índia e a Rússia demonstram maior capacidade para cumprir os seus compromissos, enquanto outros países, como os EUA e o Japão, poderão enfrentar dificuldades em fazê-lo. A inexistência de uma tendência global uniforme na redução de carbono reforça a necessidade de estratégias adaptadas a cada país (170).

Desde 2016 têm sido adotados outros acordos, como a Emenda de Kigali ao Protocolo de Montreal, no qual os HFC devem ser eliminados gradualmente a nível mundial (171). Para além disso, na 39ª sessão da Assembleia da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), que se realizou nesse mesmo ano, foi feito um acordo para o contributo da aviação no combate às alterações climáticas, através de um sistema de compensação, denominado por Regime de Compensação e Redução das Emissões de Carbono para a Aviação Internacional (CORSIA). Este sistema visa compensar e reduzir as emissões de CO₂ da aviação internacional (171,172).

Contudo, a implementação efetiva destes acordos enfrenta muitos desafios, uma vez que os objetivos não são de carácter obrigatório, e os interesses comuns permanecem insuficientes face à urgência climática. A concretização destes objetivos dependem dos esforços por parte da cooperação internacional em financiamento e tecnologia, sobretudo entre países desenvolvidos e em desenvolvimento (173).

Neste contexto, a 28ª Conferência das Partes (COP28), realizada no Dubai no ano de 2023, assumiu um papel importante e estratégico ao incluir o primeiro balanço mundial no âmbito do Acordo de Paris, um processo para os países avaliarem se estão ou não a progredir no cumprimento dos objetivos do Acordo. Este primeiro balanço enfatizou a necessidade crítica de existir uma ação mais ambiciosa e coordenada por parte dos países, uma vez que não estamos no caminho certo para limitar o aquecimento global aos 1,5 °C e que o período para os países realizarem mudanças significativas está a fechar-se (174,175). Para além disso, ainda na COP28, entre os resultados mais relevantes, destaca-se o acordo para abandonar os combustíveis fósseis a fim de atingir a neutralidade carbónica até 2050, sendo ainda adotados compromissos para triplicar a capacidade de energias renováveis e duplicar a eficiência energética até 2030 (176).

A figura 11 apresenta em síntese os acordos internacionais relacionados com as alterações climáticas.

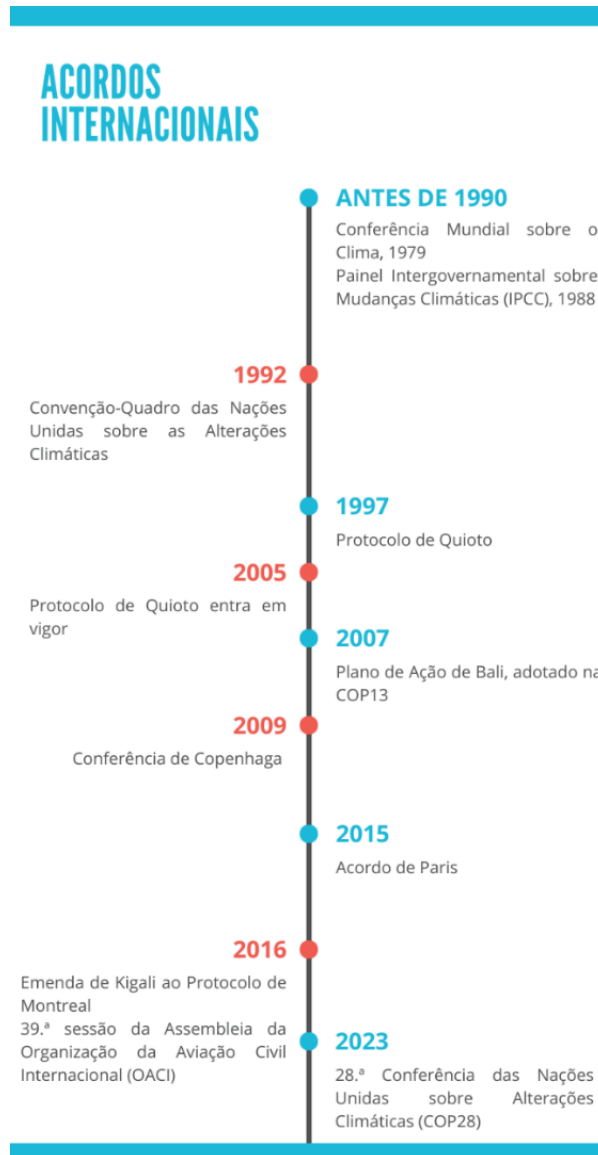


Figura 11 - Infográfico temporal dos Acordos Internacionais relacionados com as alterações climáticas

7.2. Programas Governamentais para Adaptação Climática e Saúde Pública

Os programas governamentais de adaptação climática e saúde pública desempenham um papel fundamental na mitigação dos impactos das alterações climáticas na saúde. Através do planeamento estratégico e da alocação eficiente de recursos, estes programas visam preparar e proteger as comunidades contra riscos associados às alterações climáticas. No entanto, a implementação destas medidas enfrenta desafios significativos, exigindo uma integração mais

eficaz entre setores e uma maior ambição política. A necessidade de respostas estruturadas e coordenadas torna-se ainda mais urgente num contexto em que os impactos das alterações climáticas na saúde são cada vez mais irreversíveis, reforçando a urgência de uma abordagem centrada na saúde para enfrentar esta crise global (177).

A escassez de recursos constitui um dos principais obstáculos à implementação de estratégias de adaptação na saúde. Em várias regiões da Europa, a falta de financiamento, formação especializada e pessoal qualificado limita a capacidade de resposta dos sistemas de saúde dos países (178,179). Além disso, a saúde continua a ocupar um papel crucial nas políticas de adaptação climática, resultando num apoio insuficiente às iniciativas de saúde pública, que é agravado pela fraca coordenação interdepartamental, tanto a nível nacional como local, onde a colaboração entre diferentes setores é frequentemente insuficiente (179,180). A falta de uma compreensão clara sobre o papel da saúde na política climática compromete a eficácia das respostas, dificultando a implementação das medidas necessárias. Para além disso, a frágil vontade política e a ausência de diretrizes nacionais representam um entrave à incorporação da saúde nos planos de adaptação climática, conduzindo a esforços fragmentados e a um progresso limitado na mitigação dos impactos na saúde (180,181).

Perante estes desafios, a promoção de uma colaboração intersectorial reforçada revela-se essencial para uma adaptação climática eficaz. A integração das questões de saúde em políticas climáticas mais amplas e a cooperação entre autoridades de saúde pública e outros setores podem contribuir para uma resposta mais coordenada (178,182). A adoção de abordagens baseadas em evidência constitui igualmente um passo determinante na construção de estratégias mais eficazes. Além disso, o desenvolvimento de ferramentas concretas, como sistemas de alerta precoce para eventos climáticos extremos, pode melhorar a capacidade de adaptação das autoridades, permitindo-lhes responder de forma mais rápida e eficiente às ameaças emergentes (181,182).

A evolução das políticas de adaptação climática vai exigir um forte investimento na capacitação das autoridades de saúde pública, com um maior envolvimento dos governos. O aumento do apoio financeiro, a disseminação do conhecimento e a promoção da liderança em adaptação climática são elementos fundamentais para reforçar a resiliência dos sistemas de saúde (183). A experiência adquirida com a pandemia do COVID-19 também forneceu lições valiosas para o futuro, evidenciando a necessidade de sistemas de saúde resilientes e bem preparados para responder a crises emergentes. A integração destas aprendizagens nos planos de adaptação climática, sobretudo no que diz respeito ao planeamento de emergência e à gestão

de desastres ambientais, poderá reforçar a capacidade de resposta das instituições de saúde (179,181).

7.2.1. Exemplos de Iniciativas Sustentáveis em Diferentes Países

As iniciativas sustentáveis para enfrentar as alterações climáticas estão a ser implementadas em diversas regiões do mundo, ajustando-se aos contextos e desafios específicos de cada país. Em África, a *Climate-Smart Agriculture* (CSA) tem sido uma estratégia fundamental para reforçar a resiliência climática e reduzir emissões, com destaque para países como Gana, Senegal e Quênia. Estas iniciativas incluem o desenvolvimento de aldeias climaticamente inteligentes, serviços de informação climática e o realinhamento de políticas para apoiar uma agricultura sustentável (184).

Na Europa e na América do Norte, a aposta na sustentabilidade urbana tem sido central através de programas como a iniciativa Capital Verde Europeia da Comissão Europeia e as classificações das cidades mais ecológicas nos Estados Unidos. Estes programas incentivam o planeamento urbano sustentável, utilizando indicadores quantitativos para promover políticas ambientalmente responsáveis e práticas urbanas mais ecológicas (185).

Os países do BRICS, como Brasil, Índia e China, têm investido significativamente em energias renováveis e financiamento verde para reduzir as emissões de CO₂. O foco nestes países tem sido a inovação voltada para a sustentabilidade e a implementação dos Mercados de Carbono, visando a neutralidade dos GEE (186). Ainda em relação ao Brasil, as políticas ambientais têm oscilado ao longo dos anos, mas o país desempenha um papel crucial na mitigação das mudanças climáticas devido à floresta Amazónia, que atua como um dos maiores sumidouros de carbono do mundo (187).

No Bangladesh, as políticas de redução das emissões de GEE estão direcionadas para o desenvolvimento de energias renováveis e de eficiência energética. No entanto, o rápido crescimento industrial e populacional representa desafios significativos para a implementação eficaz destas medidas (188).

Na África, a Etiópia destaca-se pela sua estratégia de Economia Verde Resiliente ao Clima, que procura integrar a mitigação das alterações climáticas com o crescimento económico. O foco deste modelo tem sido a industrialização verde e a promoção de

sistemas de inovação sustentáveis, estabelecendo um paradigma para outros países em desenvolvimento (189).

A nível global, as Nações Unidas, através do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), têm desempenhado um papel crucial no apoio às ações climáticas locais. Projetos como a expansão da energia renovável nas Nações Insulares do Pacífico e a promoção da agricultura inteligente para o clima no Sudeste Asiático exemplificam o impacto das parcerias inovadoras na promoção do desenvolvimento sustentável (190).

8. Conclusão e Perspetivas Futuras

As alterações climáticas desempenham um papel crucial na ameaça à saúde humana, na maioria dos casos associadas ao aumento da temperatura. Este efeito traduz-se num aumento da taxa de mortalidade e no agravamento de doenças, como as doenças infecciosas, respiratórias e cardiovasculares.

Adicionalmente, as alterações climáticas estão relacionadas com a deterioração da saúde mental da população, devido ao aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos e da exacerbação de doenças crónicas, como a diabetes mellitus e a hipertensão.

Contudo, esse impacto será desproporcional, uma vez que indivíduos mais vulneráveis, como crianças e idosos, e as comunidades com baixos rendimentos enfrentam maiores impactos na sua saúde devido à sua maior suscetibilidade aos efeitos provocados pelas alterações climáticas.

Para mitigar os efeitos negativos na saúde provocados pelas alterações climáticas é importante que haja uma colaboração entre países e setores, sendo também fundamental consciencializar e educar a população acerca dos riscos que podem advir das alterações climáticas. Para isso devem ser criadas políticas que sejam eficazes, incluindo a modificação dos sistemas de saúde, o incentivo na mudança dos hábitos pessoais mais sustentáveis e a incorporação de leis que tenham em consideração os impactos que o clima e as alterações climáticas têm na saúde humana.

No futuro deverá existir uma investigação mais aprofundada sobre os mecanismos fisiopatológicos subjacentes aos efeitos das alterações climáticas, considerando as diferentes comunidades, indivíduos e áreas geográficas.

9. Bibliografia e Referências Bibliográficas

1. Ambiente AP do. Emissões GEE. Disponível em: <https://apambiente.pt/clima/emissoes-gee> (acedido a 20 maio 2025)
2. Europeia C. Consequências das alterações climáticas. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_pt (acedido a 26 maio 2025)
3. Mudanças climáticas. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health> (acedido a 17 abril 2025)
4. Calvin K, Dasgupta D, Krinner G, Mukherji A, Thorne P, Trisos CH, *et al.* IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report, Summary for Policymakers. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2023; [https://doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647](https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647).
5. Organization world H. Climate change. Disponível em: https://www.who.int/health-topics/climate-change#tab=tab_1 (acedido a 26 maio 2025)
6. Gamble JL, Balbus J, Berger M, Bouye K, Campbell V, Chief K, *et al.* Ch. 9: Populations of Concern. The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment. U.S. Global Change Research Program; 2016. Disponível em: <https://health2016.globalchange.gov/downloads#populations-of-concern>
7. Romanello M, Napoli C di, Green C, Kennard H, Lampard P, Scamman D, *et al.* The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: the imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms. *Lancet Lond Engl.* 2023;402(10419):2346–94.
8. Edelson PJ, Harold R, Ackelsberg J, Duchin JS, Lawrence SJ, Manabe YC, *et al.* Climate Change and the Epidemiology of Infectious Diseases in the United States. *Clin Infect Dis Off Publ Infect Dis Soc Am.* 2023;76(5):950–6.
9. Deng SZ, Jalaludin BB, Antó JM, Hess JJ, Huang CR. Climate change, air pollution, and allergic respiratory diseases: a call to action for health professionals. *Chin Med J (Engl).* 2020;133(13):1552–60.
10. Clima – ZERO identifica as principais consequências das alterações climáticas em Portugal. Associação Sistema Terrestre Sustentável. Disponível em: <https://zero.org/noticias/clima-zero-identifica-as-principais-consequencias-das-alteracoes-climaticas-em-portugal/> (acedido a 20 março 2025)
11. Liu J, Varghese BM, Hansen A, Zhang Y, Driscoll T, Morgan G, *et al.* Heat exposure and cardiovascular health outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Planet Health.* 2022;6(6):e484–95.

12. Kazi DS, Katznelson E, Liu CL, Al-Roub NM, Chaudhary RS, Young DE, et al. Climate Change and Cardiovascular Health: A Systematic Review. *JAMA Cardiol.* 2024;9(8):748–57.
13. The Paris Agreement | United Nations. Disponível em: <https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement> (acedido a 18 fevereiro 2025)
14. COP27 - Nações Unidas - ONU Portugal. Disponível em: <https://unric.org/pt/cop27/> (acedido a 18 fevereiro 2025)
15. ODS • Objetivos Desenvolvimento Sustentável • BCSD Portugal. Disponível em: <https://ods.pt/> (acedido a 18 fevereiro 2025)
16. Objetivo 13: Ação Climática - Nações Unidas - ONU Portugal. Disponível em: <https://unric.org/pt/objetivo-13-acao-climatica/> (acedido a 18 fevereiro 2025)
17. Nations U. What Is Climate Change? | United Nations. Disponível em: <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change> (acedido a 18 fevereiro 2025)
18. NASA. Global Warming. Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/GlobalWarming> (acedido a 20 fevereiro 2025)
19. Unidas N. Dicionário do Clima. Disponível em: <https://unric.org/pt/dicionario-do-clima/> (acedido a 20 fevereiro 2025)
20. Nikendei C, Bugaj TJ, Nikendei F, Kühl SJ, Kühl M. [Climate change: Causes, consequences, solutions and public health care implications]. *Z Evidenz Fortbild Qual Im Gesundheitswesen.* 2020;156–157:59–67.
21. Causas das alterações climáticas - Comissão Europeia. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_pt (acedido a 19 fevereiro 2025)
22. Emissões de gases com efeito de estufa | Relatório do Estado do Ambiente. Disponível em: <https://rea.apambiente.pt/content/emiss%C3%B5es-de-gases-com-efeito-de-estufa> (acedido a 19 de fevereiro de 2025]
23. O que são gases fluorados e porque são nocivos? — Agência Europeia do Ambiente . [citado 13 de março de 2025]. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/pt/help/perguntas-frequentes/o-que-sao-gases-fluorados>
24. Barbosa C, Fernandes T. Sustentabilidade Ambiental nos Sistemas de Saúde: O Papel da Anestesiologia. *Acta Médica Port.* 1 de julho de 2022;35(7–8):519–21.
25. Eckelman MJ, Sherman J. Environmental Impacts of the U.S. Health Care System and Effects on Public Health. Ahmad S, editor. *PLOS ONE.* 9 de junho de 2016;11(6):e0157014.
26. Pickles K, Haas R, Guppy M, O'Connor DA, Pathirana T, Barratt A, et al. Clinician and health service interventions to reduce the greenhouse gas emissions generated by healthcare: a systematic review. *BMJ Evid-Based Med.* outubro de 2024;29(5):300–12.

27. Keil M, Frehse L, Hagemeister M, Knieß M, Lange O, Kronenberg T, et al. Carbon footprint of healthcare systems: a systematic review of evidence and methods. *BMJ Open*. 2024;14(4):e078464.
28. Pritchard JN. The Climate is Changing for Metered-Dose Inhalers and Action is Needed. *Drug Des Devel Ther*. 2020;Volume 14:3043–55.
29. Belkhir L, Elmeligi A. Carbon footprint of the global pharmaceutical industry and relative impact of its major players. *J Clean Prod*. 2019;214:185–94.
30. Romanello M, Napoli C di, Green C, Kennard H, Lampard P, Scamman D, et al. The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: the imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms. *The Lancet*. 2023;402(10419):2346–94.
31. Climate Change Indicators in the United States: Fifth Edition | US EPA . Disponível em: <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-united-states-fifth-edition> (acedido a 20 fevereiro 2025)
32. Patz J, Campbell-Lendrum D, Holloway T, Foley J. Impact of regional climate change on human health. *Nature*. 2005;438:310–7.
33. Copernicus: 2024 virtually certain to be the warmest year and first year above 1.5°C | Copernicus. Disponível em: <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2024-virtually-certain-be-warmest-year-and-first-year-above-15deg> (acedido a 21 abril 2025)
34. Khraishah H, Alahmad B, Ostergard R, AlAshqar A, Albaghdadi M, Vellanki N, et al. Climate change and cardiovascular disease: implications for global health. *Nat Rev Cardiol*. 2022;19:798–812.
35. Gasparrini A, Guo Y, Sera F, Vicedo-Cabrera AM, Huber V, Tong S, et al. Projections of temperature-related excess mortality under climate change scenarios. *Lancet Planet Health*. 2017;1(9):e360–7.
36. Hajat S, Vardoulakis S, Heaviside C, Eggen B. Climate change effects on human health: projections of temperature-related mortality for the UK during the 2020s, 2050s and 2080s. *J Epidemiol Community Health*. 2014;68(7):641–8.
37. Impact of extreme weather events on healthcare utilization and mortality in the United States | Nature Medicine. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41591-024-02833-x> (acedido a 22 fevereiro 2025)
38. Hosseini Z, Gholami M, Bonyadi Z. Impact of Climate Change on Human Health. *Iran Biomed J*. 2024; Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Impact-of-Climates-Change-on-Human-Health.-Hosseini-Gholami/546aae683c105b650fbfad74801b4f4ea01422de> (acedido a 20 fevereiro 2025)
39. How climate change affects your health. Disponível em: <https://www.apha.org/news-and-media/multimedia/infographics/how-climate-change-affects-your-health> (acedido a 23 fevereiro 2025)

40. Agache I, Sampath V, Aguilera J, Akdis CA, Akdis M, Barry M, et al. Climate change and global health: A call to more research and more action. *Allergy*. maio de 2022;77(5):1389–407.
41. Why Climate Change Is a Health Threat | NIH Intramural Research Program. Disponível em: <https://irp.nih.gov/catalyst/30/3/why-climate-change-is-a-health-threat> (acedido a 25 fevereiro 2025)
42. Faurie C, Varghese BM, Liu J, Bi P. Association between high temperature and heatwaves with heat-related illnesses: A systematic review and meta-analysis. *Sci Total Environ*. 2022;852:158332.
43. Sarkar SM, Dhar BK, Fahlevi M, Ahmed S, Hossain MdJ, Rahman MM, et al. Climate Change and Aging Health in Developing Countries. *Glob Chall*. 2023;7(8):1–8.
44. Fatima SH, Rothmore P, Giles LC, Varghese BM, Bi P. Extreme heat and occupational injuries in different climate zones: A systematic review and meta-analysis of epidemiological evidence. *Environ Int*. 2021;148:106384.
45. Chen F, Zhang X, Chen Z. Behind climate change: Extreme heat and health cost. *Struct Change Econ Dyn*. 2023;64:101–10.
46. Cianconi P, Betrò S, Janiri L. The Impact of Climate Change on Mental Health: A Systematic Descriptive Review. *Front Psychiatry*. 2020;11. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/psychiatry/articles/10.3389/fpsy.2020.00074/full>
47. White BP, Breakey S, Brown MJ, Smith JR, Tarbet A, Nicholas PK, et al. Mental Health Impacts of Climate Change Among Vulnerable Populations Globally: An Integrative Review. *Ann Glob Health*. 2023;89(1):66.
48. Já ouviu falar de ecoansiedade? | CUF. Disponível em: <https://www.cuf.pt/mais-saude/ja-ouviu-falar-de-ecoansiedade> (acedido a 28 fevereiro 2025)
49. Cianconi P, Hanife B, Hirsch D, Janiri L. Is climate change affecting mental health of urban populations? *Curr Opin Psychiatry*. 2023;36(3):213–8.
50. Hayes K, Blashki G, Wiseman J, Burke S, Reifels L. Climate change and mental health: risks, impacts and priority actions. *Int J Ment Health Syst*. 2018;12:28.
51. D’Amato G, Cecchi L, D’Amato M, Annesi-Maesano I. Climate change and respiratory diseases. *Eur Respir Rev*. 2014;23(132):161–9.
52. ad_zyrweb. Quais são as árvores que produzem mais pólen? ? . Zyrtec. 2023. Disponível em: <https://zyrtec.pt/arvores-com-maior-potencial-alergenico/> (acedido a 20 fevereiro 2025)
53. Barnes CS. Impact of Climate Change on Pollen and Respiratory Disease. *Curr Allergy Asthma Rep*. 20 de setembro de 2018;18(11):59.
54. Covert HH, Abdoel Wahid F, Wenzel SE, Lichtveld MY. Climate change impacts on respiratory health: exposure, vulnerability, and risk. *Physiol Rev*. 2023;103(4):2507–22.

55. Bayram H, Rice MB, Abdalati W, Akpınar Elci M, Mirsaedi M, Annesi-Maesano I, et al. Impact of Global Climate Change on Pulmonary Health: Susceptible and Vulnerable Populations. *Ann Am Thorac Soc*. 2023;20(8):1088–95.
56. Xu J, Su Z, Liu C, Nie Y, Cui L. Climate change, air pollution and chronic respiratory diseases: understanding risk factors and the need for adaptive strategies. *Environ Health Prev Med*. 2025;30:7.
57. Kline O, Prunicki M. Climate change impacts on children’s respiratory health. *Curr Opin Pediatr*. 2023;35(3):350–5.
58. Cheng X, Su H. Effects of climatic temperature stress on cardiovascular diseases. *Eur J Intern Med*. 2010;21(3):164–7.
59. Song X, Zhang S, Huang H, Ding Q, Guo F, Zhang Y, et al. A systematic review of the inequality of health burdens related to climate change. *Front Environ Sci Eng*. 2024;18(5):63.
60. De Vita A, Belmusto A, Di Perna F, Tremamunno S, De Matteis G, Franceschi F, et al. The Impact of Climate Change and Extreme Weather Conditions on Cardiovascular Health and Acute Cardiovascular Diseases. *J Clin Med*. 2024;13(3):759.
61. Peters A, Schneider A. Cardiovascular risks of climate change. *Nat Rev Cardiol*. 2021;18(1):1–2.
62. Aitken WW, Brown SC, Comellas AP. Climate Change and Cardiovascular Health. *J Am Heart Assoc*. 2022;11(24):e027847.
63. Lafferty KD. The ecology of climate change and infectious diseases. *Ecology*. 2009;90(4):888–900.
64. Sterk A, Schijven J, de Nijs T, de Roda Husman AM. Direct and indirect effects of climate change on the risk of infection by water-transmitted pathogens. *Environ Sci Technol*. 2013;47(22):12648–60.
65. Metcalf CJE, Walter KS, Wesolowski A, Buckee CO, Shevliakova E, Tatem AJ, et al. Identifying climate drivers of infectious disease dynamics: recent advances and challenges ahead. *Proc R Soc B Biol Sci*. 2017;284(1860):20170901.
66. Richardson KJ, Lewis KH, Krishnamurthy PK, Kent C, Wiltshire AJ, Hanlon HM. Food security outcomes under a changing climate: impacts of mitigation and adaptation on vulnerability to food insecurity. *Clim Change*. 2018;147(1):327–41.
67. Hasegawa T, Fujimori S, Havlík P, Valin H, Bodirsky BL, Doelman JC, et al. Risk of increased food insecurity under stringent global climate change mitigation policy. *Nat Clim Change*. 2018;8(8):699–703.
68. Randell H, Jiang C, Liang XZ, Murtugudde R, Sapkota A. Food insecurity and compound environmental shocks in Nepal: Implications for a changing climate. *World Dev*. 2021;145:105511.

69. Wheeler T, von Braun J. Climate change impacts on global food security. *Science*. 2013;341(6145):508–13.
70. Bennett CM, Friel S. Impacts of Climate Change on Inequities in Child Health. *Child Basel Switz*. 2014;1(3):461–73.
71. Fonseca S, Delicado A, Rowland J, Schmidt L, Almeida AN de. Alterações climáticas e as crianças: novas vulnerabilidades. *Atas IX Congr Port Sociol*. 2017; Disponível em: <https://repositorio.ulisboa.pt/handle/10451/27871>
72. Parsons, E.S., Jowell, A., Veidis, E. *et al*. Climate change and inequality. *Pediatr Res* (2024). <https://doi.org/10.1038/s41390-024-03153-z>
73. Lindsay S, Hsu S, Rangunathan S, Lindsay J. The impact of climate change related extreme weather events on people with pre-existing disabilities and chronic conditions: a scoping review. *Disabil Rehabil*. 2023;45(25):4338–58.
74. Climate change and noncommunicable diseases: connections. Disponível em: <https://www.who.int/news/item/02-11-2023-climate-change-and-noncommunicable-diseases-connections> (acedido a 10 março 2025)
75. US EPA O. Climate Change and the Health of People with Chronic Medical Conditions . 2022. Disponível em: <https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-and-health-people-chronic-medical-conditions> (acedido a 10 abril 2025)
76. Campbell-Lendrum D, Corvalán C. Climate Change and Developing-Country Cities: Implications For Environmental Health and Equity. *J Urban Health Bull N Y Acad Med*. 2007;84(Suppl 1):109–17.
77. Borg FH, Greibe Andersen J, Karekezi C, Yonga G, Furu P, Kallestrup P, et al. Climate change and health in urban informal settlements in low- and middle-income countries – a scoping review of health impacts and adaptation strategies. *Glob Health Action*. 2021;14(1):1908064.
78. Cardoso E. The impact of climate change on developing economies: a comparative analysis of vulnerability indices. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/the-impact-of-climate-change-on-developing-a-of-cardoso/d1e17afe1ed91e5ffb34365c2d2a2b0ebdc6e3fa>
79. Mapa que revela os países que têm melhores hipóteses de sobreviver às mudanças climáticas | Pplware Kids. 2018. Disponível em: <https://kids.pplware.sapo.pt/educacao/mapa-que-revela-os-paises-que-tem-melhores-chances-de-sobreviver-as-mudancas-climaticas/> (acedido a 25 março 2025)
80. Ireland A, Johnston D, Knott R. Heat and Worker Health. *J Health Econ*. 2023;91:102800.
81. Mudanças climáticas criam graves riscos para a saúde de 70% dos trabalhadores no mundo | International Labour Organization. 2024. Disponível em: <https://www.ilo.org/pt-pt/resource/news/mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas-criam-graves-riscos-para-sa%C3%BAde-de-70-dos-trabalhadores> (acedido a 22 abril 2025)

82. Cardiovascular diseases (CVDs) . [citado 21 de março de 2025]. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)) (acedido a 22 abril 2025)
83. Bourbon M, Miranda N, Moura Vicente A, Rato Q. Doenças Cardiovasculares. fevereiro de 2016; Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.18/3447>
84. nhs.uk. 2017. Cardiovascular disease. Disponível em: <https://www.nhs.uk/conditions/cardiovascular-disease/> (acedido a 26 abril 2025)
85. fpcardio. Aterosclerose . Fundação Portuguesa Cardiologia. 2014. Disponível em: <https://www.fpcardiologia.pt/aterosclerose/> (acedido a 26 abril 2025)
86. Münzel T, Khraishah H, Schneider A, Lelieveld J, Daiber A, Rajagopalan S. Challenges posed by climate hazards to cardiovascular health and cardiac intensive care: implications for mitigation and adaptation. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*. 28 de outubro de 2024;13(10):731–44.
87. Zhao Q, Guo Y, Ye T, Gasparrini A, Tong S, Overcenco A, et al. Global, regional, and national burden of mortality associated with non-optimal ambient temperatures from 2000 to 2019: a three-stage modelling study. *Lancet Planet Health*. 2021;5(7):e415–25.
88. Fan JF, Xiao YC, Feng YF, Niu LY, Tan X, Sun JC, et al. A systematic review and meta-analysis of cold exposure and cardiovascular disease outcomes. *Front Cardiovasc Med*. 2023;10:1084611.
89. Mao Q, Zhu X, Zhang X, Kong Y. Effect of air pollution on the global burden of cardiovascular diseases and forecasting future trends of the related metrics: a systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2021. *Front Med*. 2024;11:1472996.
90. Islam F, Nukala SK, Shrestha P, Badgery-Parker T, Foo F. Air pollution and cardiovascular disease: a systematic review of the effects of air pollution, including bushfire smoke, on cardiovascular disease. *Am Heart J Plus Cardiol Res Pract*. 2025;54:100546.
91. nhs.uk. 2017. Peripheral arterial disease (PAD). Disponível em: <https://www.nhs.uk/conditions/peripheral-arterial-disease-pad/> (acedido a 20 março 2025)
92. Hypertension. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hypertension> (acedido a 20 março 2025)
93. Válvulas cardíacas e valvulopatias | Hospital da Luz. Disponível em: <https://www.hospitaldaluz.pt/pt/dicionario-de-saude/valvulas-cardiacas-e-valvulopatias> (acedido a 20 março 2025)
94. nhs.uk. 2017. Cardiomyopathy. Disponível em: <https://www.nhs.uk/conditions/cardiomyopathy/> (acedido a 20 março 2025)
95. www.heart.org. What is Cardiovascular Disease? Disponível em: <https://www.heart.org/en/health-topics/consumer-healthcare/what-is-cardiovascular-disease> (acedido a 20 março 2025)

96. Münzel T, Khraishah H, Schneider A, Lelieveld J, Daiber A, Rajagopalan S. Challenges posed by climate hazards to cardiovascular health and cardiac intensive care: implications for mitigation and adaptation. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*. 2024;13(10):731–44.
97. Khraishah H, Alahmad B, Ostergard RL, AlAshqar A, Albaghdadi M, Vellanki N, et al. Climate change and cardiovascular disease: implications for global health. *Nat Rev Cardiol*. 2022;19(12):798–812.
98. Alahmad B, Khraishah H, Royé D, Vicedo-Cabrera AM, Guo Y, Papatheodorou SI, et al. Associations Between Extreme Temperatures and Cardiovascular Cause-Specific Mortality: Results From 27 Countries. *Circulation*. 2023;147(1):35–46.
99. Blaustein JR, Quisel MJ, Hamburg NM, Wittkopp S. Environmental Impacts on Cardiovascular Health and Biology: An Overview. *Circ Res*. 2024;134(9):1048–60.
100. Olvera Lopez E, Ballard BD, Jan A. Cardiovascular Disease. Em: StatPearls . Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535419/>
101. Mehta PK, Gagnard S, Schwartz A, Manson JE. Traditional and Emerging Sex-Specific Risk Factors for Cardiovascular Disease in Women. *Rev Cardiovasc Med*. 2022;23(8):288.
102. Borén J, Öörni K, Catapano AL. The link between diabetes and cardiovascular disease. *Atherosclerosis*. 2024;394. Disponível em: [https://www.atherosclerosis-journal.com/article/S0021-9150\(24\)00167-9/fulltext](https://www.atherosclerosis-journal.com/article/S0021-9150(24)00167-9/fulltext)
103. Thompson EJ, Alexander SE, Moneghetti K, Howden EJ. The interplay of climate change and physical activity: Implications for cardiovascular health. *Am Heart J Plus Cardiol Res Pract*. 2024;47:100474.
104. Jacobsen AP, Khiew YC, Duffy E, O’Connell J, Brown E, Auwaerter PG, et al. Climate change and the prevention of cardiovascular disease. *Am J Prev Cardiol*. 2022;12:100391.
105. Alahmad B, Khraishah H, Althalji K, Borchert W, Al-Mulla F, Koutrakis P. Connections Between Air Pollution, Climate Change, and Cardiovascular Health. *Can J Cardiol*. 2023;39(9):1182–90.
106. Partículas em suspensão (PM) | Agência Portuguesa do Ambiente. Disponível em: <https://apambiente.pt/ar-e-ruído/particulas-em-suspensao-pm> (acedido a 21 março 2025)
107. Sharma S. O que é matéria particular pm2.5? fontes | Impactos. Prana Air. 2021 Disponível em: <https://www.pranaair.com/pt-pt/blog/particulate-matter-pm-2-5-sources-impacts-measures/> (acedido a 21 março 2025)
108. European Environment Agency. O que são partículas em suspensão e quais os seus efeitos na saúde humana? Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/pt/help/perguntas-frequentes/o-que-sao-particulas-em> (acedido a 21 março 2025)
109. Münzel T, Schmidt FP, Steven S, Herzog J, Daiber A, Sørensen M. Environmental Noise and the Cardiovascular System. *J Am Coll Cardiol*. 2018;71(6):688–97.

110. Malhi JK, McEvoy JW, Blumenthal RS, Jacobsen AP. Climate change and cardiovascular health: Recent updates and actions for healthcare. *Am Heart J Plus Cardiol Res Pract.* 2024;45:100443.
111. Marfella R, Prattichizzo F, Sardu C, Fulgenzi G, Graciotti L, Spadoni T, et al. Microplastics and Nanoplastics in Atheromas and Cardiovascular Events. *N Engl J Med.* 2024;390(10):900–10.
112. Liu J, Varghese BM, Hansen A, Zhang Y, Driscoll T, Morgan G, et al. Heat exposure and cardiovascular health outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Planet Health.* 2022;6(6):e484–95.
113. Robine JM, Cheung SLK, Le Roy S, Van Oyen H, Griffiths C, Michel JP, et al. Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. *C R Biol. fevereiro de 2008;*331(2):171–8.
114. Vandentorren S, Bretin P, Zeghnoun A, Mandereau-Bruno L, Croisier A, Cochet C, et al. August 2003 heat wave in France: risk factors for death of elderly people living at home. *Eur J Public Health.* 2006;16(6):583–91.
115. Wildfire Air Pollution and Rates of Cardiovascular Events and Mortality in Northern California in 2018 | Journal of the American Heart Association. Disponível em: https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/JAHA.124.036264?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org
116. Guo X, Huang K, Li L, Wang X. Renewable Energy for Balancing Carbon Emissions and Reducing Carbon Transfer under Global Value Chains: A Way Forward. *Sustainability.* 2023;15(1). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/1/234>
117. Razmjoo A, Gakenia Kaigutha L, Vaziri Rad MA, Marzband M, Davarpanah A, Denai M. A Technical analysis investigating energy sustainability utilizing reliable renewable energy sources to reduce CO2 emissions in a high potential area. *Renew Energy.* 2021;164(C):46–57.
118. Yuan X, Su CW, Umar M, Shao X, Lobonç OR. The race to zero emissions: Can renewable energy be the path to carbon neutrality? *J Environ Manage.* 2022;308:114648.
119. Attanayake K, Wickramage I, Samarasinghe U, Ranmini Y, Ehalapitiya S, Jayathilaka R, et al. Renewable energy as a solution to climate change: Insights from a comprehensive study across nations. *PLOS ONE.* 2024;19(6):e0299807.
120. Hasanov FJ, Mukhtarov S, Suleymanov E, Shannak S. The role of renewable energy and total factor productivity in reducing carbon emissions: A case of top-ranked nations in the renewable energy country attractiveness index. *J Environ Manage.* 2024;361:121220.
121. Nathaniel SP, Alam MS, Murshed M, Mahmood H, Ahmad P. The roles of nuclear energy, renewable energy, and economic growth in the abatement of carbon dioxide emissions in the G7 countries. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2021;28(35):47957–72.
122. Saidi K, Omri A. The impact of renewable energy on carbon emissions and economic growth in 15 major renewable energy-consuming countries. *Environ Res.* 2020;186:109567.

123. Bilgili F, Önderol S, Kuşkaya S, Alnour M, Hoque ME, Balsalobre-Lorente D. Renewable energy and technology adoption: Mitigating CO emissions through implementation strategies. *Nat Resour Forum*. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12441>
124. Mostafaeipour A, Bidokhti A, Fakhrzad MB, Sadegheih A, Zare Mehrjerdi Y. A new model for the use of renewable electricity to reduce carbon dioxide emissions. *Energy*. 2022;238:121602.
125. Kwilinski A, Lyulyov O, Pimonenko T. Reducing transport sector CO2 emissions patterns: Environmental technologies and renewable energy. *J Open Innov Technol Mark Complex*. 2024;10(1):100217.
126. Saidi K, Omri A. Reducing CO2 emissions in OECD countries: Do renewable and nuclear energy matter? *Prog Nucl Energy*. 2020;126:103425.
127. Ebi KL, Vanos J, Baldwin JW, Bell JE, Hondula DM, Errett NA, et al. Extreme Weather and Climate Change: Population Health and Health System Implications. *Annu Rev Public Health*. 2021;42:293–315.
128. Sherman JD, MacNeill AJ, Biddinger PD, Ergun O, Salas RN, Eckelman MJ. Sustainable and Resilient Health Care in the Face of a Changing Climate. *Annu Rev Public Health*. 3 de abril de 2023;44:255–77.
129. Schmidt A, Lampl C, Aigner E, Haas W. Building up public health resilience to tackle climate change in an urban context. *Eur J Public Health*. 2023;33(Suppl 2):ckad160.508.
130. Martins FP, Paschoalotto MAC, Closs J, Bukowski M, Veras MM. The Double Burden: Climate Change Challenges for Health Systems. *Environ Health Insights*. 2024;18:11786302241298789.
131. Lugten E, Hariharan N. Strengthening Health Systems for Climate Adaptation and Health Security: Key Considerations for Policy and Programming. *Health Secur*. 2022;20(5):435–9.
132. RELIABLE. Disponível em: <https://reliable.tecnico.ulisboa.pt/> (acedido a 5 maio 2025)
133. Organised by: Ecorys EP -ENV, Chair persons: Rana Orhan Pees (Netherlands) LH (Netherlands). 2.E. Round table: Building climate resilient health systems in the EU. *Eur J Public Health*. 2024;34(Supplement_3):ckae144.085.
134. Nayna Schwerdtle P, Ngo TA, Hasch F, Phan TV, Quitmann C, Montenegro-Quiñonez CA. Climate change resilient health facilities: a scoping review of case studies in low and middle-income countries. *Environ Res Lett*. 2024;19(7):074041.
135. Sustainable Healthcare . 2022. Climate change adaptation: a guide for health and care professionals. Disponível em: <https://sustainablehealthcare.org.uk/blog-climate-change-adaptation/> (acedido a 6 maio 2025)
136. Climate and health education and training. 2025. Disponível em: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/observatory/publications-and-outreach/capacity-building/training-and-education-resources-1> (acedido a 6 abril 2025)

137. Nurses Climate Challenge Europe: A campaign to engage health professionals on the impacts of climate change on health. Disponível em: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/nurses-climate-challenge-europe-a-campaign-to-engage-health-professionals-on-the-impacts-of-climate-change-on-health> (acedido a 6 maio 2025)
138. Organised by: EUPHA-ENV, Chair persons: Andrea Schmidt (Austria) AM (UK). 8.C. Scientific session: Health system resilience: A Planetary Health perspective. *Eur J Public Health*. 2024;34(Supplement_3):ckae144.473.
139. Ridde V, Benmarhnia T, Bonnet E, Bottger C, Cloos P, Dagenais C, et al. Climate change, migration and health systems resilience: Need for interdisciplinary research. *F1000Research*. 2019;8:22.
140. Lang Q, Wan Z, Zhang J, Zhang Y, Zhu D, Liu G. Resilience Assessment and Enhancement Strategies for Urban Transportation Infrastructure to Cope with Extreme Rainfalls. *Sustainability*. 2024;16(11). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/11/4780>
141. Eakin H, Bojórquez-Tapia LA, Janssen MA, Georgescu M, Manuel-Navarrete D, Vivoni ER, et al. Opinion: Urban resilience efforts must consider social and political forces. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2017;114(2):186–9.
142. Pregnotato M, Ford A, Robson C, Glenis V, Barr S, Dawson R. Assessing urban strategies for reducing the impacts of extreme weather on infrastructure networks. *R Soc Open Sci*. 2016;3(5):160023.
143. Shen C, Zhu W, Tang X, Du W, Wang Z, Xu S, et al. Risk assessment and resilience enhancement strategies for urban power supply-demand imbalance affected by extreme weather: A case study of Beijing. *Int J Disaster Risk Reduct*. 2024;106:104471.
144. Li X, Du X, Jiang T, Zhang R, Chen H. Coordinating multi-energy to improve urban integrated energy system resilience against extreme weather events. *Appl Energy*. 2022;309:118455.
145. Jing R, Wang X, Zhao Y, Zhou Y, Wu J, Lin J. Planning urban energy systems adapting to extreme weather. *Adv Appl Energy*. 2021;3:100053.
146. Wang M, Liu M, Zhang D, Qi J, Fu W, Zhang Y, et al. Assessing and optimizing the hydrological performance of Grey-Green infrastructure systems in response to climate change and non-stationary time series. *Water Res*. 2023;232:119720.
147. Zhou S, Diao H, Wang J, Jia W, Xu H, Xu X, et al. Multi-stage optimization framework for synergetic grey-green infrastructure in response to long-term climate variability based on shared socio-economic pathways. *Water Res*. 2025;274:123091.
148. Tong S, Ebi K. Preventing and mitigating health risks of climate change. *Environ Res*. 2019;174:9–13.
149. Zust B, Jost R. Public health awareness of climate change's impact on health. *Public Health Nurs Boston Mass*. 2022;39(4):797–805.

150. Nunfam VF, Oosthuizen J, Adusei-Asante K, Van Etten EJ, Frimpong K. Perceptions of climate change and occupational heat stress risks and adaptation strategies of mining workers in Ghana. *Sci Total Environ.* 2019;657:365–78.
151. Hayes K, Blashki G, Wiseman J, Burke S, Reifels L. Climate change and mental health: risks, impacts and priority actions. *Int J Ment Health Syst.* 2018;12:28.
152. Etkin D, and EH. Climate Change: Perceptions and Discourses of Risk. *J Risk Res.* 2007;10(5):623–41.
153. Nkoana EM. Exploring the effects of an environmental education course on the awareness and perceptions of climate change risks among seventh and eighth grade learners in South Africa. | EBSCOhost. Vol. 29. 2020. p. 7. Disponível em: <https://openurl.ebsco.com/contentitem/doi:10.1080%2F10382046.2019.1661126?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:doi:10.1080%2F10382046.2019.1661126>
154. Luís S, Vauclair CM, Lima ML. Raising awareness of climate change causes? Cross-national evidence for the normalization of societal risk perception of climate change. *Environ Sci Policy.* 2018;80:74–81.
155. Li HM, Wang XC, Zhao XF, Qi Y. Understanding systemic risk induced by climate change. *Adv Clim Change Res.* 2021;12(3):384–94.
156. 2. Vulnerability hotspots cluster in ‘regions at risk’ . 10insightsclimate. Disponível em: <https://10insightsclimate.science/year-2021/10-costs-climate-change-mitigation-can-justified/>
157. Gupta J. A history of international climate change policy. *WIREs Clim Change.* 2010;1(5):636–53.
158. Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas - UNFCCC | Agência Portuguesa do Ambiente. Disponível em: <https://apambiente.pt/clima/convencao-quadro-das-nacoes-unidas-sobre-alteracoes-climaticas-unfccc> (acedido a 20 fevereiro 2025)
159. Protocolo de Quioto | Agência Portuguesa do Ambiente. Disponível em: <https://apambiente.pt/clima/protocolo-de-quioto> (acedido a 20 fevereiro 2025)
160. Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas (NAMAs) | UNFCCC. Disponível em: <https://unfccc.int/topics/mitigation/workstreams/nationally-appropriate-mitigation-actions> (acedido a 20 fevereiro 2025)
161. Consilium. Acordo de Paris sobre as alterações climáticas. Disponível em: <https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/paris-agreement-climate/> (acedido a 20 fevereiro 2025)
162. The Paris Agreement | UNFCCC. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement> (acedido a 20 fevereiro 2025)
163. Tanaka K, O’Neill BC. The Paris Agreement zero-emissions goal is not always consistent with the 1.5 °C and 2 °C temperature targets. *Nat Clim Change.* 2018;8(4):319–24.

164. Guia para as emissões neutras e emissões negativas. Disponível em: https://pegadaverde.pt/pt_pt/blog/post/guia-para-emissoes-neutras-emissoes-negativas (acedido a 21 fevereiro 2025)
165. Höhne N, Gidden MJ, den Elzen M, Hans F, Fyson C, Geiges A, et al. Wave of net zero emission targets opens window to meeting the Paris Agreement. *Nat Clim Change*. 2021;11(10):820–2.
166. Rose SK, Richels R, Blanford G, Rutherford T. The Paris Agreement and next steps in limiting global warming. *Clim Change*. 2017;142(1):255–70.
167. Rogelj J, den Elzen M, Höhne N, Fransen T, Fekete H, Winkler H, et al. Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2 °C. *Nature*. 2016;534(7609):631–9.
168. Böhringer C, Peterson S, Rutherford TF, Schneider J, Winkler M. Climate policies after Paris: Pledge, Trade and Recycle: Insights from the 36th Energy Modeling Forum Study (EMF36). *Energy Econ*. 2021;103:105471.
169. Liu W, McKibbin WJ, Morris AC, Wilcoxon PJ. Global Economic and Environmental Outcomes of the Paris Agreement. Rochester, NY: Social Science Research Network; 2019. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/abstract=3317263>
170. Dong C, Dong X, Jiang Q, Dong K, Liu G. What is the probability of achieving the carbon dioxide emission targets of the Paris Agreement? Evidence from the top ten emitters. *Sci Total Environ*. 2018;622–623:1294–303.
171. Hoch S, Michaelowa A, Espelage A, Weber AK. Governing complexity: How can the interplay of multilateral environmental agreements be harnessed for effective international market-based climate policy instruments? *Int Environ Agreem Polit Law Econ*. 2019;19(6):595–613.
172. Compensação das emissões de carbono da aviação internacional (CORSIA) | Agência Portuguesa do Ambiente. Disponível em: <https://apambiente.pt/clima/compensacao-das-emissoes-de-carbono-da-aviacao-internacional-corsia> (acedido a 20 fevereiro 2025)
173. Falkner R. The Paris Agreement and the new logic of international climate politics. *Int Aff*. 2016;92(5):1107–25.
174. Por que o Balanço Global é Importante para a Ação Climática nesta Década | UNFCCC. Disponível em: <https://unfccc.int/topics/global-stocktake/about-the-global-stocktake/why-the-global-stocktake-is-important-for-climate-action-this-decade> (acedido a 20 fevereiro 2025)
175. Global Stocktake | UNFCCC. Disponível em: <https://unfccc.int/topics/global-stocktake> (acedido a 20 fevereiro 2025)
176. Consilium. COP28. Disponível em: <https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/paris-agreement-climate/cop28/> (acedido a 20 fevereiro 2025)
177. Romanello M, Napoli C di, Green C, Kennard H, Lampard P, Scamman D, et al. The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: the imperative for a health-

- centred response in a world facing irreversible harms. *Lancet Lond Engl.* 2023;402(10419):2346–94.
178. Hoeben AD, Otto ,Ilona M., and Chersich MF. Integrating public health in European climate change adaptation policy and planning. *Clim Policy.* 2023;23(5):609–22.
179. Turner GA, de’Donato F, Hoeben AD, Nordeng Z, Coleman S, Otto IM, et al. Implementation of climate adaptation in the public health sector in Europe: qualitative thematic analysis. *Eur J Public Health.* 2024;34(3):544–9.
180. Marcus H, Hanna E. Understanding national barriers to climate change adaptation for public health - a global survey. *Eur J Public Health.* 2020;30(Supplement_5). Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1093/eurpub/ckaa166.097>
181. Budin-Ljøsne I, Nordeng Z, Schwarze PE, Rao S. Linking climate change adaptation and public health: perspectives of Norwegian policymakers. *Scand J Public Health.* 2025;53(2):125–33.
182. Ebi KL. Policy Responses to Climate Change. Em: Nriagu JO, editor. *Encyclopedia of Environmental Health* . Burlington: Elsevier; 2011. p. 614–22. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444522726001719>
183. Austin SE, Ford JD, Berrang-Ford L, Biesbroek R, Ross NA. Enabling local public health adaptation to climate change. *Soc Sci Med.* 2019;220:236–44.
184. Zougmore RB, Läderach P, Campbell BM. Transforming Food Systems in Africa under Climate Change Pressure: Role of Climate-Smart Agriculture. *Sustainability.* 2021;13(8):1–17.
185. Rosol M, Béal V, Mössner S. Greenest cities? The (post-)politics of new urban environmental regimes. *Environ Plan A.* 2017;49(8):1710–8.
186. Bi Z, Khan R. A Comparative Study of the Environmental, Social, and Governance Impacts of Renewable Energy Investment on CO2 Emissions in Brazil, Russia, India, China, and South Africa. *Energies.* 2024;17(23):5834.
187. Gonzalez CI. Overview of Global and European Institutional Sustainable Finance Initiatives . Rochester, NY: Social Science Research Network; 2021. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/abstract=3937147>
188. Chowdhury MMI, Rahman SM, Abubakar IR, Aina YA, Hasan MA, Khondaker AN. A review of policies and initiatives for climate change mitigation and environmental sustainability in Bangladesh. *Environ Dev Sustain Multidiscip Approach Theory Pract Sustain Dev.* 2021;23(2):1133–61.
189. Okereke C, Coke A, Geebreyesus M, Ginbo T, Wakeford JJ, Mulugetta Y. Governing green industrialisation in Africa: Assessing key parameters for a sustainable socio-technical transition in the context of Ethiopia. *World Dev.* 2019;115:279–90.
190. Asad T, Ahmed M, Malik S, Zarouni FAA. Assessing the Effectiveness of UNDP’s Climate Action Initiatives at the Local Level: A Thematic Analysis of Implementation Strategies and Outcomes. *Am J Environ Clim.* 2024;3(2):18–24.