

## MUDANÇAS CLIMÁTICAS E VULNERABILIDADE SOCIAL: O QUE REVELA A PRODUÇÃO CIENTÍFICA GLOBAL

Anderson Saccol Ferreira

Rejane Bolzan

Gilson Santos Santos

**GRUPO DE TRABALHO: GT7: Emergência climática, transição energética e ecodesenvolvimento:**

### RESUMO

As mudanças climáticas representam desafios globais críticos, que impactam sistemas naturais e humanos e afetam de forma desproporcional populações vulneráveis. Este estudo cientométrico, analisa 823 artigos publicados entre 2004 e 2024, investiga a produção científica sobre mudanças climáticas e vulnerabilidade social. Identifica periódicos, países e instituições líderes, além de tendências futuras, com o objetivo de subsidiar estratégias para resiliência climática e justiça social. Os resultados mostram crescimento anual de 20,04% na produção científica, liderada por EUA, China e Austrália. As descobertas destacam o impacto desproporcional das ondas de calor e eventos extremos em populações idosas e de baixa renda, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas com infraestrutura inadequada. Soluções baseadas na natureza, como arborização e infraestrutura resiliente, são eficazes. O estudo reforça a necessidade de integrar tecnologia, políticas inclusivas e planejamento sustentável para cidades inteligentes, resilientes e equitativas alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas. Vulnerabilidade Social. Resiliência Urbana. Justiça Social. Cienciometria.

### INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm impactado os sistemas naturais e humanos, de forma a desencadear eventos extremos que afetam desproporcionalmente as populações mais vulneráveis. Compreender as dinâmicas climáticas ao longo da história da Terra é essencial para o planejamento sustentável de recursos (Frissen, 1971). As atividades humanas, como a poluição atmosférica, têm contribuído para o aumento das temperaturas globais e o deslocamento populacional (Kopeck, 1971). Entre os problemas decorrentes das mudanças climáticas está a reconfiguração da distribuição de vetores de doenças, como o *Aedes aegypti*, cuja expansão é influenciada tanto pelas condições climáticas quanto por adaptações

humanas, como o armazenamento de água em tanques domésticos (Beebe, 2009). As consequências biológicas e epidemiológicas do aquecimento global, como o aumento da mortalidade durante ondas de calor, representam um alerta significativo (Swynghedauw, 2009).

Estratégias para mitigar os impactos urbanos, como a implementação de infraestrutura verde, têm sido amplamente estudadas em grandes cidades, onde iniciativas como telhados verdes mostram eficácia na redução das temperaturas urbanas (Tan, 2010; Rosenzweig *et al.*, 2011). Além disso, a urbanização acelerada e as mudanças nos padrões de uso do solo estão diretamente relacionadas à intensificação de eventos extremos, como enchentes urbanas, que demandam estratégias avançadas de gestão e resiliência (Hunt *et al.*, 2013; Wu, 2023). Grandes cidades, em países de renda média e baixa, enfrentam um aumento exponencial na exposição a ondas de calor, o que afeta de forma desproporcional a população idosa (Chen *et al.*, 2023). Esse fenômeno destaca como adaptações humanas não planejadas podem agravar os riscos à saúde pública. De maneira semelhante, alterações na hidrologia global e nos ciclos de chuva têm intensificado extremos climáticos que afetam áreas rurais e urbanas, exacerbando a vulnerabilidade das populações marginalizadas (Rodrigues, 2023; Xiong; Yang, 2024).

Na Indonésia, desafios relacionados à integração de estratégias de redução de riscos de desastres e adaptação climática são agravados pela fragmentação institucional e pela falta de liderança colaborativa, o que pode dificultar a implementação de ações eficazes (Dwirahmadi *et al.*, 2023). Já a intensificação do efeito de ilha de calor urbano, combinada com ondas de calor mais frequentes e intensas, tem resultado em maior mortalidade relacionada ao calor (Rosenzweig *et al.*, 2009; Tan, 2010). De maneira complementar, alterações nos padrões de urbanização e uso do solo contribuem para o aumento das enchentes urbanas, que requerem abordagens inovadoras de gestão e resiliência (Wu, 2023). No campo da saúde pública, ondas de calor intensificadas e a piora da qualidade do ar emergem como questões críticas, de forma a afetar principalmente populações idosas e residentes de áreas densamente povoadas.

Estudos realizados em Washington e Kassel destacam a necessidade de mapeamento de áreas de risco e implementação de medidas preventivas, como melhorias no planejamento urbano e na coordenação entre diferentes esferas administrativas (Jackson *et al.*, 2010). Além disso, os impactos das mudanças climáticas nos sistemas alimentares de regiões semiáridas, como no Zimbábue, reforçam a importância de intervenções adaptativas e mitigadoras para reduzir a pobreza e melhorar a segurança alimentar (Homann-Kee Tui *et al.*, 2023). Os riscos associados à mortalidade por calor e à deterioração da qualidade do ar são amplificados em

centros urbanos densamente habitados (Gosling; McGregor; Lowe, 2012; Voelkel et al., 2018). Por outro lado, a resiliência urbana em regiões como o planalto tibetano, é moldada por variáveis climáticas que possibilita estratégias adaptativas regionalmente diferenciadas (Liu et al., 2024).

Neste cenário o objetivo desta pesquisa é investigar a distribuição de estudos qualitativos e quantitativos sobre mudanças climáticas e da vulnerabilidade social nos últimos 20 anos, identificar os periódicos que concentram a maior parte dos estudos relacionados à temática, analisar como as pesquisas estão distribuídas entre países e universidades e mapear as áreas de maior concentração de pesquisa e projetar as tendências futuras. Este estudo oferece subsídios para o desenvolvimento de estratégias que possibilitem resiliência climática em cidades sob a ótica das populações mais vulneráveis. Ao analisar a produção científica global, busca-se identificar lacunas e propor soluções práticas e inclusivas que orientem políticas públicas e intervenções urbanas, alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e às demandas locais.

## **METODOLOGIA**

Este estudo cientométrico analisa a distribuição científica sobre mudanças climáticas e sua relação com a vulnerabilidade social. A pesquisa identifica a distribuição de estudos qualitativos e quantitativos realizados nos últimos 20 anos, de forma a compreender os periódicos que concentram os trabalhos nessa temática, mapear a distribuição das pesquisas por países e universidades, identificar as áreas de maior concentração de estudos e apontar tendências futuras. Para a análise, optou-se pela base de dados Scopus (Elsevier), considerada uma referência em pesquisa científica. Foi elaborado um conjunto de palavras-chave organizadas em três grupos principais. O primeiro grupo aborda tópicos relacionados à intensificação dos riscos climáticos. O segundo conecta os desafios climáticos a dimensões como vulnerabilidade social, saúde pública e justiça social. O terceiro faz a conexão com soluções inteligentes no meio urbano. A consulta utilizou operadores booleanos, com o termo *AND* para combinar os grupos de palavras-chave e *OR* para conectar os termos dentro de cada grupo. Foi utilizado um asterisco (\*) para ampliar os resultados e incluir variações de termos específicos.

A sequência de consulta final utilizada foi: *TITLE-ABS-KEY ( ( "climate change" OR "global warming" OR "climate mitigation" OR climate OR "urban heat island" OR "climate risk\*" OR "urban heat" OR "urban microclimate" ) AND ( "justice climate" OR "social vulnerability" OR risks OR "quality of life" OR "public health" OR "health impact" ) AND ("smart cit\*") )*.

Após inserir as palavras-chave no buscador da base Scopus, foram identificados 14.720 documentos. Aplicou-se um primeiro filtro para selecionar apenas artigos revisados por pares, o que resultou em 10.160 publicações. Em seguida, restringiu-se o período de análise para o intervalo de 2004 a 2024, o que reduziu o total para 9.939 documentos. A etapa seguinte consistiu na leitura e seleção dos artigos e foi utilizado critérios como maior relevância, maior número de citações e, por fim, os artigos mais recentes ainda sem citações. Após esse processo, foram selecionados 823 artigos que compõem o portfólio desta pesquisa.

Os dados completos, organizados em formato CSV com informações como citações, referências bibliográficas, resumos, palavras-chave, e outros serviram como base estruturada para a análise. Para processar esses dados, utilizou-se o Bibliometrix, desenvolvido em R, que facilita análises bibliométricas ao integrar-se com outros pacotes estatísticos e acompanhar as constantes evoluções da ciência (Aria, Cuccurullo, 2017). Além disso, foi empregado o CiteSpace, uma ferramenta voltada para a análise de rede progressiva, capaz de identificar nós críticos ao longo do tempo e destacar possíveis pontos de virada intelectuais na evolução das redes (Chen et al., 2010).

## **RESULTADOS E ANÁLISE**

A análise bibliométrica de 2004 a 2024 revela 823 documentos publicados em 305 fontes, com um crescimento anual de 20.04%. A produção tem uma média de 68.87 citações por artigo e 40.398 referências utilizadas. A idade média dos documentos é de 6,93 anos, o que reflete uma produção relativamente recente. O conteúdo é diverso com 18.298 palavras-chave dos autores, indica amplitude temática. A autoria envolveu 3.033 pesquisadores, e 72 documentos de autoria única e uma média de 4.91 coautores por artigo, dos quais 32.69% resultaram de colaborações internacionais. Os dados apontam um campo de pesquisa em rápida expansão, caracterizado por alta colaboração, impacto expressivo e diversidade temática destaca sua importância no cenário acadêmico.

Entre 2004 e 2024 apresenta crescimento contínuo, isto é, entre 2004 e 2008, foram publicados 67 documentos (8.14% do total). Entre 2009 e 2013, o número subiu para 246 (29.88%), com um crescimento expressivo. De 2014 a 2018, a produção registrou 166 documentos (20.17%), com estabilização relativa. O período mais recente, entre 2019 e 2024, totalizou 324 documentos (39.81%). Esses números indicam a ampliação e maior relevância da área na ciência. Os estudos mais citados sobre mudanças climáticas destacam o aumento da mortalidade e os impactos nas populações vulneráveis, com projeções de que até 74% da população mundial poderá enfrentar condições letais de calor até 2100 (Chen *et al.*, 2023). Regiões mais quentes e pobres serão desproporcionalmente afetadas (Gasparrini et al., 2017), principalmente nas áreas urbanas, onde o efeito de ilha de calor urbana amplifica as

ondas de calor, como observado em Xangai (Tan *et al.*, 2010; Manoli *et al.*, 2019). Áreas com menor infraestrutura de resfriamento e populações idosas estão em risco, o que aponta para a necessidade de intervenções locais (Reid *et al.*, 2009; Anderson; Bell, 2011).

Além do calor, a vulnerabilidade a eventos climáticos extremos, como ciclones e inundações, é uma preocupação. A intensidade crescente dos ciclones e o risco de inundações em áreas costeiras (Walsh *et al.*, 2016), com projeções de que, em cidades como Nova York, eventos de tempestade devastadores ocorrerão com mais frequência devido ao aumento do nível do mar (Li; Bou-Zeid, 2013). Em cidades africanas, a ocupação de áreas de risco amplia os danos das inundações, exacerbando a vulnerabilidade urbana (Douglas *et al.*, 2008). Para mitigar esses efeitos nas populações mais vulneráveis, um modelo de resiliência urbana que considere fatores socioeconômicos é essencial (Jabareen, 2013).

A Tabela 1 traz os artigos mais citados, o foco das pesquisas e jornal indexado. Os estudos recentes destacam o impacto das mudanças climáticas em áreas urbanas e suas implicações para populações vulneráveis. Há riscos climáticos, como ondas de calor e inundações, que pode ser agravado pela urbanização acelerada e pela infraestrutura inadequada e pode reduzir a capacidade de adaptação dessas populações (Liu *et al.*, 2024; Sheludkov; Vinogradova, 2024). O estresse térmico tem crescido em intensidade e duração, de forma a afetar comunidades de baixa renda em regiões urbanas costeiras, enquanto o acesso a serviços de emergência reduz a mortalidade entre pessoas idosas durante ondas de calor (Ennis; Milrad, 2024; Lee *et al.*, 2024). No Brasil, movimentos sociais em São Paulo e Natal resistem à exclusão urbana e buscam justiça climática, enquanto a perda de áreas úmidas em Valdivia, no Chile, intensifica inundações em comunidades pobres (Moretti *et al.*, 2024; Sauer *et al.*, 2024).

**Tabela 1. Os dez artigos com o maior número de citações.**

Classificação	Autores e ano	Foco da pesquisa	Jornal	Citação
Risco de calor extremo	Mora <i>et al.</i> , 2017	Projeções globais de mortalidade devido ao calor extremo e mudanças climáticas.	Nature climate change	965
Mortalidade em ondas de calor	Anderson; Bell, 2011	Impacto de intensidade e duração das ondas de calor na mortalidade nos EUA.	Environmental health perspectives	811
Ilhas de calor em Shanghai	Tan <i>et al.</i> , 2010	Efeitos da urbanização e do calor urbano na mortalidade em Shanghai.	International journal of biometeorology	808
Intensificação de calor urbano	Manoli <i>et al.</i> , 2019	Riscos à saúde devido à interação entre ondas de calor e ilhas de calor urbanas.	Nature climate change	647
Ondas de calor e urbanização	Li; Bou-Zeid, 2013	Aumento do estresse térmico em cidades e necessidade de mais áreas verdes.	Journal of applied meteorology and climatology	646
Impactos globais de temperatura	Gasparrini <i>et al.</i> , 2017	Projeções de mortalidade por mudanças climáticas em cenários de alta emissão.	The lancet. Planetary health	570

Ciclones tropicais e mudanças	Walsh <i>et al.</i> , 2016	Tendências de ciclones tropicais e aumento de riscos de tempestades e inundações.	Wiley interdisciplinary reviews	540
Planejamento urbano resiliente	Jabareen, 2013	Framework para cidades resilientes e fatores sociais, econômicos e físicos.	Cities	517
Vulnerabilidade e ao calor	Reid <i>et al.</i> , 2009	Mapas de vulnerabilidade ao calor nos EUA e populações em risco.	Environmental health perspectives	515
Tempestades e inundações	Lin <i>et al.</i> , 2012	Risco crescente de tempestades e inundações devido às mudanças climáticas.	Nature climate change	485

Fonte: Dados da pesquisa.

O crescimento urbano desordenado tem intensificado o efeito de ilhas de calor em populações vulneráveis a maiores riscos climáticos, como observado em Dehradun, na Índia, e nas aglomerações urbanas da China (Mishra; Arya, 2023; Zhang *et al.*, 2024). O aumento da intensidade do efeito de ilhas de calor durante ondas de calor em cidades chinesas agrava os riscos de saúde pública, especialmente em regiões densamente povoadas com pouca vegetação (Shi; Jia, 2024). Os estudos analisados apontam que as mudanças climáticas causam uma intensificação de impactos em populações vulneráveis, especialmente em regiões urbanas com menor capacidade de adaptação. O aumento da temperatura global, combinado com o efeito de ilhas de calor urbanas, exacerba a mortalidade em áreas densamente povoadas, onde comunidades de baixa renda e pessoas idosas enfrentam maior exposição e menos recursos para mitigação (Tan *et al.*, 2010; Manoli *et al.*, 2019; Shi, Jia, 2024).

Esse direcionamento evidencia a necessidade de intervenções locais voltadas para infraestrutura de resfriamento e ampliação de áreas verdes. Esses estudos mostram que mudanças climáticas ampliam desigualdades sociais, agravadas por infraestrutura inadequada, como sistemas de drenagem ineficientes ou a falta de áreas verdes (Aziz *et al.*, 2024; Corpuz *et al.*, 2024). Políticas de adaptação mal integradas podem perpetuar essas desigualdades e destacar a necessidade de estratégias inclusivas (Sufri; Lassa, 2024).

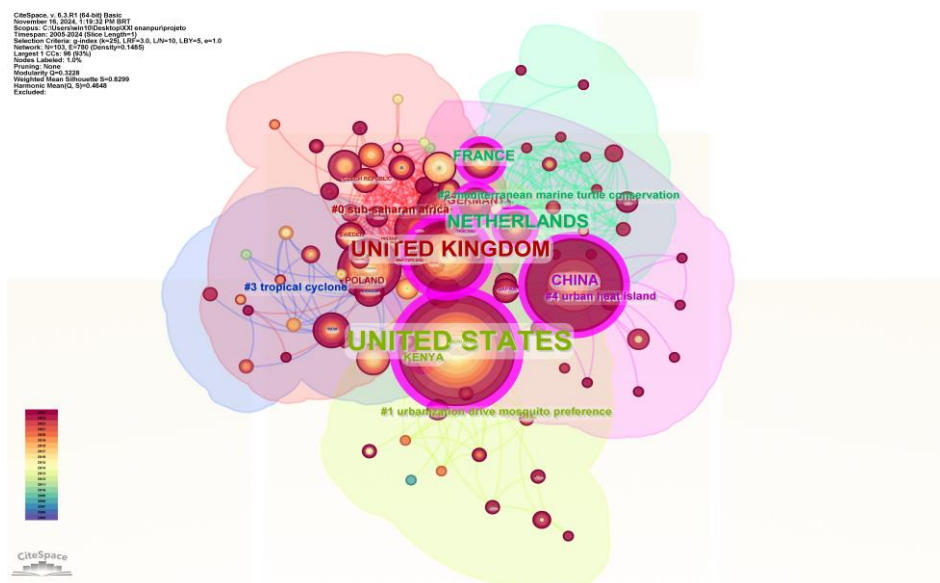
## ANÁLISE DA PARTICIPAÇÃO CIENTÍFICA DOS PAÍSES

Entre 2004 e 2024, os dados de coautoria e colaboração internacional extraídos da base Scopus destacam os principais países produtores de conhecimento e suas redes de parcerias científicas. Os Estados Unidos ocupam a liderança com 147 artigos, o que representa 20% do total, e reflete seu papel central na pesquisa em áreas como urbanização, mudanças climáticas e inovação tecnológica. A China aparece com 102 publicações (13.9%), em temas como ilhas de calor urbanas e desenvolvimento sustentável, no contexto de cidades densamente povoadas.

A Austrália contribui com 61 artigos (8.3%), frequentemente explora questões relacionadas a eventos climáticos extremos, como ciclones tropicais. O Reino Unido contribui com 45 publicações (6.1%) e uma abordagem interdisciplinar em soluções urbanas inteligentes. A Itália, com 30 artigos (4%), foca em questões ligadas à preservação ambiental e à conservação de espécies marinhas no Mediterrâneo. Outros países europeus como França e Alemanha desempenham contribuem com avanços em sustentabilidade urbana e inovação tecnológica. O Brasil, apesar de não estar entre os 10 primeiros, apresenta uma contribuição importante para o tema, especialmente em estudos relacionados à urbanização e inclusão social, o que reflete os desafios e soluções específicos de países em desenvolvimento. Esses dados evidenciam como diferentes países, a partir de suas prioridades e contextos locais, contribuem para o avanço global das cidades inteligentes e inclusivas, de forma a promover discussões essenciais para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A Figura 1 apresenta uma visualização de redes temáticas e colaborações entre países na pesquisa sobre mudanças climáticas e urbanização. Os nós representam países, enquanto os tamanhos refletem a centralidade na cor roxa e a intensidade das contribuições (Chen, Song, 2019).

Os Estados Unidos são o principal polo da rede e lideram os estudos em áreas como urbanização, o que indica a relação entre expansão urbana. A China se destaca, em temas como ilhas de calor urbanas, e reforça sua relevância em pesquisas sobre os impactos da urbanização acelerada (Shi; Jia, 2024). Países europeus, como Reino Unido, França e Holanda, apresentam conexões em estudos relacionados à conservação ambiental e mitigação climática (Walsh *et al.*, 2016). O nó ciclones tropicais envolve contribuições de várias regiões e aponta a preocupação global com eventos climáticos extremos.

**Figura 1. Distribuições geográficas globais das produções científicas.**



Fonte: Dados da pesquisa.

Dessa forma, evidencia a importância da colaboração internacional e das redes de pesquisa para abordar os desafios climáticos globais, o que demonstra como diferentes países se conectam em torno de tópicos estratégicos para promover resiliência e sustentabilidade urbana.

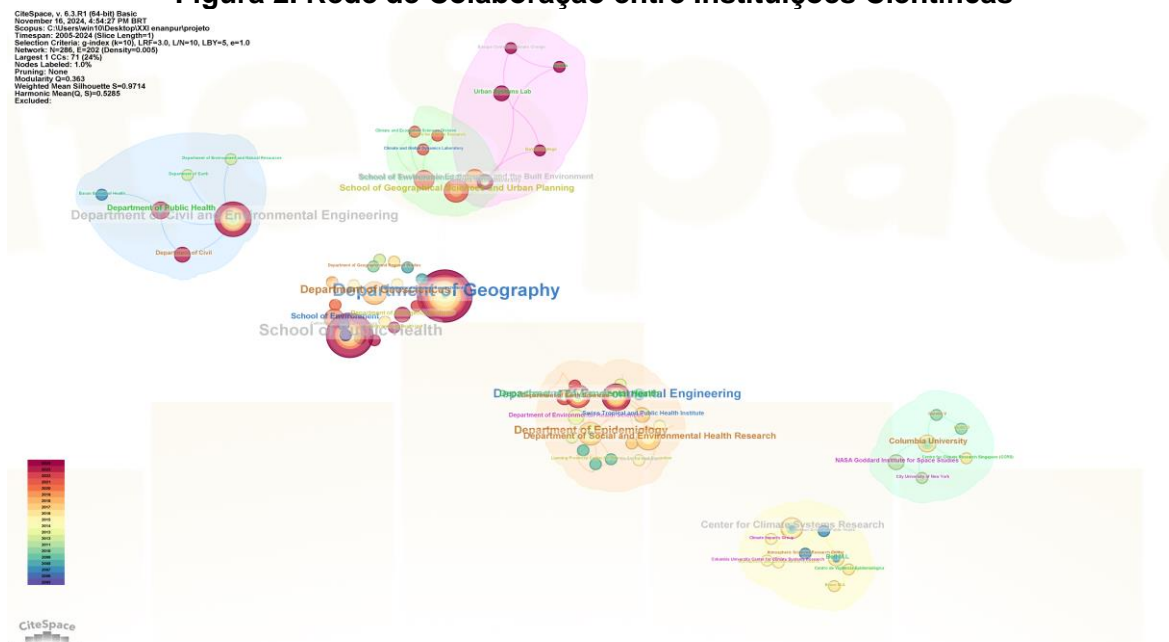
## ANÁLISE DE PERIÓDICOS, FATOR DE IMPACTO E INSTITUIÇÕES

Entre os 305 periódicos analisados, destacam-se *Urban Climate* (JCR 6.0) com 37 artigos (4,50%), *Science of the Total Environment* (JCR 8.2) com 32 (3,89%), e *Environment and Urbanization* (JCR 2.0) com 25 (3,04%). Também se sobressaem *Sustainable Cities and Society* (JCR 10.5) com 22 (2,67%), *Climatic Change* (JCR 4.8) e *International Journal of Biometeorology* (JCR 3.0), ambos com 20 artigos (2,43%). Outros periódicos relevantes incluem *International Journal of Environmental Research and Public Health* (JCR 4.6) com 19 (2,31%), *Sustainability (Switzerland)* (JCR 3.3) com 17 (2,07%), *Environmental Health Perspectives* (JCR 10.1) com 16 (1,94%) e *Environmental Research* (JCR 7.7) com 16 (1,58%). O portfólio também evidencia a liderança de 1.202 instituições, destacando-se a *Columbia University* (50 artigos), *Arizona State University* (38), *University of Michigan* (32), *London School of Hygiene and Tropical Medicine* (31) e *Harvard University* (29). Complementam o grupo: *University of California, Berkeley* (28), *University College London* (27), *Yale University* (26), *University of Washington* (25) e *Imperial College London* (24). A Figura 2 representa graficamente as redes de colaboração e os clusters temáticos consolidados por essas



instituições, reforçando a centralidade da sustentabilidade, saúde pública e urbanismo na produção científica do campo analisado.

**Figura 2. Rede de Colaboração entre Instituições Científicas**



Fonte: Dados da pesquisa.

Os *clusters* temáticos e conexões científicas apontam que a *Columbia University* colabora com o *NASA Goddard Institute for Space Studies* e a *City University of New York*, e seus estudos trazem questões climáticas e urbanas. A *Arizona State University* mantém parcerias com a *University of California, Berkeley*, voltadas para sustentabilidade e inovação urbana. A *University of Michigan* colabora com a *Harvard University*, e fortalece as pesquisas em saúde pública e infraestrutura urbana. Já a *London School of Hygiene and Tropical Medicine* tem forte interação com o *Imperial College London*, com foco em saúde global e mudanças climáticas. Essas colaborações destacam o papel central dessas instituições na produção científica interdisciplinar.

## ANÁLISE DE AUTORES E PALAVRAS-CHAVE

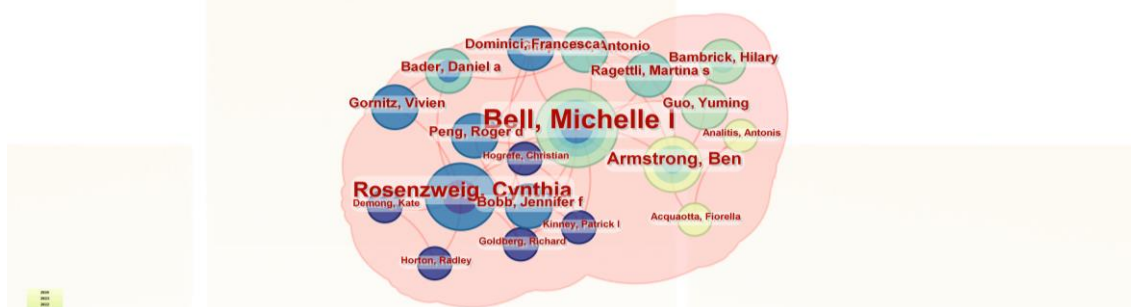
O portfólio, composto por 3.033 autores e coautores, a Figura 3 apresenta uma análise de rede de coautoria que traz conexões entre autores em um campo de pesquisa. Os nós representam os autores, com tamanhos maiores o que indica maior relevância ou centralidade, como observado em Michelle L. Bell e Cynthia Rosenzweig, que possuem alta produção ou impacto. As linhas conectam os nós indicam colaborações, com maior intensidade em áreas de pesquisa compartilhada. A rede está dividida em *clusters*, delimitados por áreas vermelhas, que representam subgrupos ou tópicos específicos de

interesse. A escala de cores reflete a evolução temporal das publicações, com tons mais quentes (amarelo) o que indica contribuições recentes e tons mais frios (azul) e mostra publicações mais antigas.

Michelle L. Bell destaca Michelle L. Bell como o mais relevante, com 12 artigos publicados entre 2007 e 2022 e 3.151 citações acumuladas. Seus estudos abordam a vulnerabilidade a temperaturas extremas, ondas de calor, mudanças climáticas e o papel de fatores ambientais como áreas verdes na saúde pública. O autor identifica que temperaturas elevadas aumentam a mortalidade em cidades da América Latina, com pessoas idosas, mulheres e pessoas com menor escolaridade são as mais vulneráveis (Bell *et al.*, 2008). Outro estudo mostra que, em 43 cidades dos EUA, ondas de calor intensas ou precoces no verão elevam a mortalidade em até 3.74%, com impactos mais acentuados no Nordeste e Meio-Oeste do país (Anderson; Bell, 2011).

Além disso, as mudanças climáticas podem aumentar as concentrações de ozônio em áreas urbanas, prejudicar a qualidade do ar e contribuem para uma mortalidade diária maior (Bell *et al.*, 2007). Por outro lado, áreas verdes reduzem o risco de mortalidade por calor em até 9%, potencialmente e preveniram cerca de 933 mortes anuais globalmente, o que evidencia o papel do planejamento urbano sustentável (Choi *et al.*, 2022). Outro estudo mostra que cidades com maior densidade populacional, níveis elevados de partículas finas (PM<sub>2,5</sub>) e desigualdade socioeconômica sofrem mais com os efeitos do calor, enquanto a presença de vegetação atenua esses impactos (Sera *et al.*, 2019). Essas descobertas reforçam a necessidade de integrar soluções baseadas na natureza e políticas públicas direcionadas para proteger as populações mais vulneráveis em cenários de urbanização acelerada e aquecimento global.

**Figura 3. Rede de Coautoria em Pesquisas sobre Mudanças Climáticas**



Fonte: Dados da pesquisa.

O portfólio de Peng Bi (14 artigos, 1.021 citações) destaca os efeitos das mudanças climáticas na saúde pública, com foco em ondas de calor, doenças infecciosas e riscos ocupacionais, revelando maior mortalidade entre idosos e trabalhadores expostos ao calor (Zhang *et al.*, 2017; Sheng *et al.*, 2018; Fatima *et al.*, 2023; Hunt *et al.*, 2013; Milazzo *et al.*,

2016; Beebe et al., 2009). Antonio Gasparrini (8 artigos, 1.335 citações) analisa mortalidade associada a extremos térmicos, destacando a urgência de políticas urbanas equilibradas para mitigar os impactos das ilhas de calor, especialmente em cidades europeias (Gasparrini et al., 2017; Sera et al., 2019; Huang et al., 2023; Choi et al., 2022).

Yujie Guo (10 artigos, 1.320 citações) aponta o aumento da vulnerabilidade ao calor em regiões densamente povoadas, com destaque para desigualdades sociais e educacionais que agravam a mortalidade não acidental (Yang et al., 2013; Wang et al., 2024). Marie S. O'Neill (9 artigos, 1.974 citações) aborda justiça ambiental, evidenciando que disparidades socioeconômicas e falta de infraestrutura dificultam a proteção contra o calor extremo (Gronlund et al., 2015; Sampson et al., 2013; Zanobetti et al., 2013). Jianlong Wang (9 artigos, 325 citações) foca na vulnerabilidade urbana e nos efeitos da descentralização das políticas ambientais na China, com destaque para a comparação de estresse térmico entre cidades e a eficácia de práticas de baixo impacto (Sun et al., 2021; Nanayakkara et al., 2023; Zhang, Wang, Liu, 2024b).

Wang X (11 artigos, 1.207 citações) contribui com propostas de redes verdes urbanas para mitigar calor extremo e reduzir riscos de inundação, defendendo o uso de modelagem climática e infraestrutura verde em contextos frágeis como o lêmén (Jia et al., 2023; Cheng et al., 2023; Al-Sakkaf et al., 2024; Zhang et al., 2024b). Esses portfólios evidenciam que estratégias adaptativas precisam considerar vulnerabilidades sociais, desigualdades territoriais e integrar infraestrutura verde, justiça climática e planejamento urbano sustentável para garantir equidade e qualidade de vida nas cidades em transformação.

O portfólio analisado, composto por 823 artigos selecionados, identificou um total de 18.298 palavras-chave. Esse conjunto reflete uma ampla diversidade de temas abordados nas publicações científicas, com destaque para questões relacionadas a cidades, mudanças climáticas, vulnerabilidade social e desenvolvimento sustentável. Essas palavras-chave evidenciam as preocupações contemporâneas em torno da gestão urbana, da mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e da busca por soluções inovadoras para fomentar a resiliência e inclusão nas cidades.

Entre as palavras-chave mais recorrentes, “*climate change*” lidera com 786 ocorrências, e representa 4.3% do total, isto é, a centralidade das mudanças climáticas nos debates científicos. Em seguida, “*risk assessment*” com 245 ocorrências (1.3%), o que indica preocupação com a avaliação de riscos em diferentes contextos, como ambientais e urbanos. Outros termos de alta frequência incluem “*article*” (243 ocorrências, 1.3%), “*human*” (221 ocorrências, 1.2%) e “*mortality*” (215 ocorrências, 1.1%), o que sugere uma interseção entre questões climáticas, saúde e impactos sociais. Além disso, “*urbanization*” (178 ocorrências,

1%), “*adaptation*”(155 ocorrências, 0.85%) e “*sustainability*” (148 ocorrências, 0.8%) apontam para um foco em dinâmicas urbanas e estratégias de adaptação, alinhadas aos ODS. Termos como “*policy*” (138 ocorrências, 0.75%) e “*biodiversity*” (133 ocorrências, 0.7%) reforçam a importância de ações políticas e da preservação ambiental. A Figura 4 mostra as principais palavras-chave e suas conexões em estudos sobre mudanças climáticas e urbanização. Termos como “*climate change*” e “*risk assessment*” possuem alta centralidade, representada por seus posicionamentos centrais na rede e tamanhos de círculos destacados. Isso indica que essas palavras-chave atuam como pontos de conexão entre diferentes clusters temáticos, e está frequentemente mencionada em conjunto com outros tópicos.

No que diz respeito à vulnerabilidade social, o conceito é identificado diretamente pela palavra “*vulnerability*”, que ocorre 114 vezes (0.6%), e destaca a preocupação com as populações mais expostas aos impactos das mudanças climáticas e desigualdades urbanas. Esse termo sugere discussões sobre políticas públicas inclusivas capazes de reduzir desigualdades e aumentar a resiliência nos contextos urbanos. Nas cidades da América Latina, África, Ásia e Oceania, as desigualdades no enfrentamento às mudanças climáticas são evidenciadas, pela ausência de pesquisas voltadas à aplicação prática em adaptações baseadas em ecossistemas urbanos (Liu *et al.*, 2024). No Brasil, os movimentos sociais por moradia representam ações insurgentes que enfrentam desigualdades urbanas e promovem justiça climática ao integrar a luta por habitação com iniciativas para reduzir vulnerabilidades (Moretti *et al.*, 2024). Em Seul, a vulnerabilidade das populações urbanas durante ondas de calor ressalta a necessidade de políticas públicas que considerem as dinâmicas populacionais diurnas para identificar áreas mais suscetíveis (Lee *et al.*, 2024). De forma complementar, em Dehradun, Índia, os impactos da urbanização, como mudanças no uso do solo e o aumento das ilhas de calor urbanas, afetam desproporcionalmente as populações vulneráveis o que mostra a urgência de estratégias de mitigação (Mishra; Arya, 2023). Essas análises reforçam a necessidade de políticas inclusivas e integradas para enfrentar desigualdades urbanas e fortalecer a resiliência climática.

#### **Figura 4. Mapa de Redes Temáticas em Estudos de Mudanças Climáticas**



integradas nas cidades, como soluções baseadas na natureza, políticas inclusivas e uso de dados para estratégias adaptativas, com foco em sustentabilidade, resiliência e equidade alinhadas aos ODS.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise bibliométrica (2004–2024) revela a crescente produção científica sobre mudanças climáticas, urbanização e vulnerabilidade social, com destaque para estratégias de mitigação e adaptação. Entre 2004 e 2008, os estudos focaram em efeitos de temperaturas extremas na mortalidade de idosos e populações isoladas, com destaque para pesquisas na América Latina e África (Bell et al., 2008; Douglas et al., 2008). Os Estados Unidos lideraram as publicações iniciais, com foco em vulnerabilidades ao calor e início do debate sobre planejamento urbano resiliente. Entre 2009 e 2013, a pesquisa expandiu-se geograficamente, incluindo China e Austrália, com ênfase em ilhas de calor e eventos extremos (Tan et al., 2010; Walsh et al., 2016). Nos EUA, reforçou-se a necessidade de adaptação local (Anderson e Bell, 2011). Palavras-chave como “sustainability” e “biodiversity” demonstram foco na preservação ambiental.

De 2014 a 2018, consolidaram-se redes internacionais. Estudos abordaram ciclones, inundações e a projeção de mortes por calor (Walsh et al., 2016; Gasparrini et al., 2017; Mora et al., 2017). China e EUA investiram em soluções baseadas na natureza. Termos como “vulnerability” e “policy” apontam para a urgência de políticas inclusivas. De 2019 a 2024, houve um pico nas publicações. Estudos evidenciaram os riscos urbanos intensificados e compararam impactos do calor extremo na China (Nanayakkara et al., 2023; Shi; Jia, 2024). As palavras-chave “smart cities,” “climate change adaptation” e “sustainable urban planning” indicam um avanço em soluções tecnológicas. No Brasil, movimentos sociais foram destacados como mecanismos de justiça climática.

A análise dos clusters revela: (a) *Rosa* – impactos das altas temperaturas e ilhas de calor, sugerindo uso de infraestrutura verde; (b) *Azul* – interação entre urbanização e clima, exigindo planejamento adaptativo; (c) *Amarelo* – efeitos diretos do calor sobre a saúde, reforçando a importância de habitação resiliente; (d) *Vermelho* – análises epidemiológicas, com necessidade de dados climáticos integrados às políticas públicas; (e) *Verde* – vulnerabilidades demográficas (idosos, mulheres, crianças), demandando políticas equitativas; (f) *Lilás* – impactos em jovens, faixa etária ainda pouco estudada. Palavras-chave como “climate change,” “risk assessment” e “urbanization” indicam o foco em integração entre mitigação, risco e sustentabilidade.

As projeções futuras indicam dois cenários: o pessimista aponta que até 74% da população global pode enfrentar calor letal até 2100 (Mora et al., 2017; Shi; Jia, 2024), com eventos extremos agravando desigualdades (Douglas et al., 2008; Walsh et al., 2016; Reid et al., 2009; Jabareen, 2013); o otimista prevê redução de até 5,34 °C com arborização e resfriamento urbano (Jia et al., 2023; Choi et al., 2022), e uso de drenagem sustentável e infraestrutura resiliente (Sun et al., 2021; Huang et al., 2023). A colaboração científica (Gasparrini et al., 2017; Moretti et al., 2024), políticas inclusivas e tecnologias inteligentes são fundamentais para cidades alinhadas aos ODS, que integrem justiça climática, participação social e qualidade de vida urbana.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo cientométrico realizado destaca a relevância das mudanças climáticas e sua relação com a vulnerabilidade social como uma área de pesquisa emergente e em rápida expansão. Com 823 artigos selecionados entre 2004 e 2024, verificou-se um crescimento anual que reflete a intensificação do debate científico sobre o tema. A pesquisa evidenciou uma colaboração internacional importante, com parcerias globais que reforçam o caráter interdisciplinar e abrangente do campo. Os resultados mostram que o aquecimento global tem intensificado riscos para populações urbanas vulneráveis, em áreas densamente povoadas e com infraestrutura inadequada. Ondas de calor e eventos climáticos extremos apresentam impactos desproporcionais em pessoas idosas, mulheres e pessoas de baixa renda. Soluções baseadas na natureza, como arborização urbana e criação de áreas de resfriamento, provaram-se eficazes na mitigação de temperaturas extremas.

A produção científica é liderada por países como Estados Unidos, China e Austrália, que se destacam em temas como urbanização, eventos climáticos extremos e sustentabilidade. No entanto, a ausência de políticas integradas continua a perpetuar desigualdades sociais e urbanas, enquanto estratégias inclusivas demonstram potencial para promover justiça climática e adaptação urbana sustentável. Essas descobertas reforçam a importância de soluções práticas, que integrem o planejamento adaptativo e tecnologias inovadoras, para transformar as cidades em espaços mais resilientes e inclusivos frente às mudanças climáticas. Entre as principais implicações do estudo, destaca-se a necessidade de repensar modelos de urbanização para integrar planejamento adaptativo e justiça climática, de forma a priorizar a infraestruturas resilientes e sustentáveis. Soluções baseadas na natureza, como a ampliação da cobertura verde e a gestão eficiente de recursos hídricos, são essenciais para mitigar os impactos das mudanças climáticas. Além disso, a colaboração

internacional e os movimentos sociais surgem como ferramentas importantes para desenvolver justiça climática e inclusão social.

Em termos de direcionamentos futuros, é primordial explorar amplamente o papel das cidades inteligentes na mitigação de impactos climáticos e na promoção da inclusão social. Estudos futuros podem investigar a eficácia de políticas públicas adaptativas em contextos locais e regionais, com foco na integração entre tecnologia, sustentabilidade e resiliência. Além disso, deve-se expandir a análise de vulnerabilidades climáticas em regiões menos estudadas, como a América Latina, para fortalecer estratégias de adaptação globais. O estudo reafirma que o enfrentamento das mudanças climáticas exige ações coordenadas que combinem avanços tecnológicos, políticas públicas inclusivas e estratégias adaptativas. Apenas dessa forma será possível transformar as cidades em espaços resilientes e sustentáveis, com maior equidade e qualidade de vida em um contexto de mudanças climáticas globais.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação Araucária, Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação de Santa Catarina FAPESC e CAPES - Agência Federal de Apoio e Avaliação à Pós-Graduação.

## REFERÊNCIAS

AL-SAKKAF, Ali Salem; ZHANG, Jiahua; YAO, Fengmei; *et al.* Quantifying the stochastic trends of climate extremes over Yemen: a comprehensive assessment using ERA5 data. **Stochastic environmental research and risk assessment: research journal**, v. 38, n. 9, p. 3639–3656, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s00477-024-02772-6>.

ANDERSON, G. Brooke; BELL, Michelle L. Heat waves in the United States: mortality risk during heat waves and effect modification by heat wave characteristics in 43 U.S. communities. **Environmental health perspectives**, v. 119, n. 2, p. 210–218, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1002313>.

ARIA, Massimo; CUCCURULLO, Corrado. bibliometrix : An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959–975, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>.

AZIZ, Farhan; WANG, Xiuquan; QASIM MAHMOOD, Muhammad; *et al.* Wastewater flooding risk assessment for coastal communities: Compound impacts of climate change and population growth. **Journal of hydrology**, v. 645, n. 132136, p. 132136, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.132136>.

BEEBE, Nigel W.; COOPER, Robert D.; MOTTRAM, Pipi; *et al.* Australia's dengue risk driven by human adaptation to climate change. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 3, n. 5, p. e429, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pntd.0000429>.

BELL, Michelle L.; GOLDBERG, Richard; HOGREFE, Christian; *et al.* Climate change, ambient ozone, and health in 50 US cities. **Climatic change**, v. 82, n. 1–2, p. 61–76, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-006-9166-7>.



BELL, Michelle L.; O'NEILL, Marie S.; RANJIT, Nalini; *et al.* Vulnerability to heat-related mortality in Latin America: a case-crossover study in São Paulo, Brazil, Santiago, Chile and Mexico City, Mexico. **International journal of epidemiology**, v. 37, n. 4, p. 796–804, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1093/ije/dyn094>.

CHEN, Chaomei; IBEKWE-SANJUAN, Fidelia; HOU, Jianhua. The structure and dynamics of cocitation clusters: A multiple-perspective cocitation analysis. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 61, n. 7, p. 1386–1409, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/asi.21309>.

CHEN, Chaomei; SONG, Min. Visualizing a field of research: A methodology of systematic scientometric reviews. **PloS one**, v. 14, n. 10, p. e0223994, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0223994>.

CHEN, Mingxing; CHEN, Liangkan; ZHOU, Yuan; *et al.* Rising vulnerability of compound risk inequality to ageing and extreme heatwave exposure in global cities. **npj Urban Sustainability**, v. 3, n. 1, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s42949-023-00118-9>.

CHENG, Yingyi; YU, Zhaowu; XU, Chi; *et al.* Climatic and economic background determine the disparities in urbanites' expressed happiness during the summer heat. **Environmental science & technology**, v. 57, n. 30, p. 10951–10961, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.3c01765>.

CHOI, Hayon Michelle; LEE, Whanhee; ROYE, Dominic; *et al.* Effect modification of greenness on the association between heat and mortality: A multi-city multi-country study. **EBioMedicine**, v. 84, n. 104251, p. 104251, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ebiom.2022.104251>.

CORPUZ, Bianca; ZAITCHIK, Benjamin; WAUGH, Darryn; *et al.* Shifting Islands: How weather conditions and urban form shape the spatiotemporal character of Baltimore's urban heat island. **Urban climate**, v. 56, n. 102058, p. 102058, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.uclim.2024.102058>.

DOUGLAS, Ian; ALAM, Kurshid; MAGHENDA, Maryanne; *et al.* Unjust waters: climate change, flooding and the urban poor in Africa. **Environment and urbanization**, v. 20, n. 1, p. 187–205, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/0956247808089156>.

DWIRAHMADI, Febi; BARNES, Paul; WIBOWO, Arif; *et al.* Linking disaster risk reduction and climate change adaptation through collaborative governance: Experience from urban flooding in Jakarta. **Geosciences**, v. 13, n. 11, p. 353, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/geosciences13110353>.

ENNIS, Kelsey E.; MILRAD, Shawn M. Man, it's a hot one: Trends and extremes in Florida autumn heat stress. **International journal of climatology: a journal of the Royal Meteorological Society**, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/joc.8415>.

FATIMA, Syeda Hira; ROTHMORE, Paul; GILES, Lynne C.; *et al.* Intra-urban risk assessment of occupational injuries and illnesses associated with current and projected climate: Evidence from three largest Australian cities. **Environmental research**, v. 228, n. 115855, p. 115855, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2023.115855>.

FRISKEN, W. R. Extended industrial revolution and climate change. **Eos, Transactions American Geophysical Union**, v. 52, n. 7, p. 500–508, 1971. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1029/EO052i007p00500>.

GASPARRINI, Antonio; GUO, Yuming; SERA, Francesco; *et al.* Projections of temperature-related excess mortality under climate change scenarios. **The lancet. Planetary health**, v. 1, n. 9, p. e360–e367, 2017. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30156-0](http://dx.doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30156-0).

GOSLING, Simon N.; MCGREGOR, Glenn R.; LOWE, Jason A. The benefits of quantifying climate model uncertainty in climate change impacts assessment: an example with heat-related mortality change estimates. **Climatic change**, v. 112, n. 2, p. 217–231, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-011-0211-9>.

GRONLUND, Carina J.; BERROCAL, Veronica J.; WHITE-NEWSOME, Jalonne L.; *et al.* Vulnerability to extreme heat by socio-demographic characteristics and area green space among the elderly in Michigan, 1990-2007. **Environmental research**, v. 136, p. 449–461, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2014.08.042>.

HOMANN-KEE TUI, Sabine; VALDIVIA, Roberto O.; DESCHEEMAEEKER, Katrien; *et al.* Balancing co-benefits and trade-offs between climate change mitigation and adaptation innovations under mixed crop-livestock systems in semi-arid Zimbabwe. **CABI agriculture and bioscience**, v. 4, n. 1, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1186/s43170-023-00165-3>.

HUANG, Wan Ting Katty; MASSELOT, Pierre; BOU-ZEID, Elie; *et al.* Economic valuation of temperature-related mortality attributed to urban heat islands in European cities. **Nature communications**, v. 14, n. 1, p. 7438, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-023-43135-z>.

HUNT, Julian C.; TIMOSHKINA, Yulia V.; BOHNENSTENGEL, Sylvia I.; *et al.* Implications of climate change for expanding cities worldwide. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Urban design and planning**, v. 166, n. 4, p. 241–254, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1680/udap.10.00062>.

JABAREEN, Yosef. Planning the resilient city: Concepts and strategies for coping with climate change and environmental risk. **Cities (London, England)**, v. 31, p. 220–229, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2012.05.004>.

JACKSON, J. Elizabeth; YOST, Michael G.; KARR, Catherine; *et al.* Public health impacts of climate change in Washington State: projected mortality risks due to heat events and air pollution. **Climatic change**, v. 102, n. 1–2, p. 159–186, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-010-9852-3>.

JIA, Mengyuan; HE, Ding; HUO, Xiaowei; *et al.* Exploring the impact of climate change on flood risk at cultural heritage sites using a GIS-based SCS-CN method: A case study of Shanxi province, China. **International journal of disaster risk reduction: IJDRR**, v. 96, n. 103968, p. 103968, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijdr.2023.103968>.

Journal Citation Reports. **Journal of Cleaner Production**, 2023.

KOPEC, Richard J. Global climate change and the impact of a maximum sea level on coastal settlement. **The Journal of geography**, v. 70, n. 9, p. 541–550, 1971. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00221347108981908>.

LEE, Jungsil; MIN, Jieun; LEE, Whanhee; *et al.* Timely accessibility to healthcare resources and heatwave-related mortality in 7 major cities of South Korea: a two-stage approach with principal component analysis. **The Lancet regional health. Western Pacific**, v. 45, n. 101022, p. 101022, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lanwpc.2024.101022>.

LI, Dan; BOU-ZEID, Elie. Synergistic interactions between urban heat islands and heat waves: The impact in cities is larger than the sum of its parts. **Journal of applied meteorology and climatology**, v. 52, n. 9, p. 2051–2064, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1175/jamc-d-13-02.1>.

LIN, Ning; EMANUEL, Kerry; OPPENHEIMER, Michael; *et al.* Physically based assessment of hurricane surge threat under climate change. **Nature climate change**, v. 2, n. 6, p. 462–467, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/nclimate1389>.

LIU, Zhimin; XIU, Chunliang; HAN, Gang; *et al.* Spatiotemporal dynamics and mainstreaming strategies of ecosystem-based adaptation to urban climate change. **Sustainability**, v. 16, n. 8, p. 3370, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/su16083370>.

MANOLI, Gabriele; FATICHI, Simone; SCHLÄPFER, Markus; *et al.* Magnitude of urban heat islands largely explained by climate and population. **Nature**, v. 573, n. 7772, p. 55–60, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41586-019-1512-9>.

MILAZZO, A.; GILES, L. C.; ZHANG, Y.; *et al.* The effect of temperature on different Salmonella serotypes during warm seasons in a Mediterranean climate city, Adelaide, Australia. **Epidemiology and infection**, v. 144, n. 6, p. 1231–1240, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1017/S0950268815002587>.

MISHRA, Ashish; ARYA, Dhyan Singh. Assessment of land-use land-cover dynamics and urban heat island effect of Dehradun city, North India: a remote sensing approach. **Environment Development and Sustainability**, v. 26, n. 9, p. 22421–22447, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10668-023-03558-6>.

MORA, Camilo; DOUSSET, Bénédicte; CALDWELL, Iain R.; *et al.* Global risk of deadly heat. **Nature climate change**, v. 7, n. 7, p. 501–506, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/nclimate3322>.

MORETTI, Julia Azevedo; CAVALCANTI, Emanuel Ramos; BRASIL, Amíria Bezerra; *et al.* Occupation of vacant buildings in central districts by social movements as a means to deal with climate change in an inclusive way: the cases of cities São Paulo and Natal. **Environment and urbanization**, v. 36, n. 1, p. 33–52, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/09562478241230814>.

NANAYAKKARA, Srimalee; WANG, Weimin; CAO, Jie; *et al.* Analysis of Urban Heat Island effect, heat stress and public health in Colombo, Sri Lanka and Shenzhen, China. **Atmosphere**, v. 14, n. 5, p. 839, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/atmos14050839>.

PAGE, Matthew J.; MCKENZIE, Joanne E.; BOSSUYT, Patrick M.; *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ (Clinical research ed.)**, v. 372, p. n71, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.n71>.

REID, Colleen E.; O'NEILL, Marie S.; GRONLUND, Carina J.; *et al.* Mapping community determinants of heat vulnerability. **Environmental health perspectives**, v. 117, n. 11, p. 1730–1736, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.0900683>.

RODRIGUES, Bruno Noronha; MOLINA JUNIOR, Vitor Eduardo; CANTERAS, Felipe Benavente. Green Infrastructure as a solution to mitigate the effects of climate change in a coastal area of social vulnerability in Fortaleza (Brazil). **Environmental advances**, v. 13, n. 100398, p. 100398, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envadv.2023.100398>.

ROSENZWEIG, Cynthia; SOLECKI, William D.; BLAKE, Reginald; *et al.* Developing coastal adaptation to climate change in the New York City infrastructure-shed: process, approach, tools, and strategies. **Climatic change**, v. 106, n. 1, p. 93–127, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-010-0002-8>.

SAMPSON, Natalie R.; GRONLUND, Carina J.; BUXTON, Miatta A.; *et al.* Staying cool in a changing climate: Reaching vulnerable populations during heat events. **Global environmental change: human and policy dimensions**, v. 23, n. 2, p. 475–484, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.12.011>.

SAUER, J.; GRIMM, N. B.; BARBOSA, O.; *et al.* Estimating combined effects of climate change and land cover change on water regulation services of urban wetlands in Valdivia, Chile. **Earth's future**, v. 12, n. 5, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1029/2023ef003801>.

SERA, Francesco; ARMSTRONG, Ben; TOBIAS, Aurelio; *et al.* How urban characteristics affect vulnerability to heat and cold: a multi-country analysis. **International journal of epidemiology**, v. 48, n. 4, p. 1101–1112, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1093/ije/dyz008>.

SHELUDKOV, Alexander; VINOGRADOVA, Vera. Population exposure to heat waves in Russian regions according to climate change scenarios for the mid-21 century. **GeoJournal**, v. 89, n. 2, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10708-024-11057-y>.

SHENG, Rongrong; LI, Changchang; WANG, Qiong; *et al.* Does hot weather affect work-related injury? A case-crossover study in Guangzhou, China. **International journal of hygiene and environmental health**, v. 221, n. 3, p. 423–428, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.01.005>.

SHI, Zitong; JIA, Gensuo. Changes in urban heat island intensity during heatwaves in China. **Environmental research letters**, v. 19, n. 7, p. 074061, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/ad5b0a>.

SUFRI, Sofyan; LASSA, Jonatan Anderias. Integration of disaster risk reduction and climate change adaptation in Aceh: Progress and challenges after 20 Years of Indian Ocean Tsunamis. **International journal of disaster risk reduction: IJDRR**, v. 113, n. 104894, p. 104894, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijdr.2024.104894>.

SUN, Xiaojing; LI, Ruonan; SHAN, Xinmeng; *et al.* Assessment of climate change impacts and urban flood management schemes in central Shanghai. **International journal of disaster risk reduction: IJDRR**, v. 65, n. 102563, p. 102563, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102563>.

SWYNGHEDAUW, Bernard. Conséquences médicales du réchauffement climatique. **Presse medicale (Paris, France: 1983)**, v. 38, n. 4, p. 551–561, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lpm.2008.02.022>.

TAN, Jianguo; ZHENG, Youfei; TANG, Xu; *et al.* The urban heat island and its impact on heat waves and human health in Shanghai. **International journal of biometeorology**, v. 54, n. 1, p. 75–84, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s00484-009-0256-x>.

VOELKEL, Jackson; HELLMAN, Dana; SAKUMA, Ryu; *et al.* Assessing vulnerability to urban heat: A study of disproportionate heat exposure and access to refuge by Socio-demographic status in Portland, Oregon. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 4, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph15040640>.

WALSH, Kevin J. E.; MCBRIDE, John L.; KLOTZBACH, Philip J.; *et al.* Tropical cyclones and climate change: Tropical cyclones and climate change. **Wiley interdisciplinary reviews. Climate change**, v. 7, n. 1, p. 65–89, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/wcc.371>.

WANG, Chengcong; REN, Zhibin; GUO, Yujie; *et al.* Assessing urban population exposure risk to extreme heat: Patterns, trends, and implications for climate resilience in China (2000–2020). **Sustainable cities and society**, v. 103, n. 105260, p. 105260, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2024.105260>.

WU, Junhao; LIU, Zihan; LIU, Tianxiang; *et al.* Assessing urban pluvial waterlogging resilience based on sewer congestion risk and climate change impacts. **Journal of hydrology**, v. 626, n. 130230, p. 130230, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.130230>.

XIONG, Jinghua; YANG, Yuting. Climate change and hydrological extremes. **Current climate change reports**, v. 11, n. 1, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s40641-024-00198-4>.

YANG, Jun; LIU, Hua-Zhang; OU, Chun-Quan; *et al.* Global climate change: impact of diurnal temperature range on mortality in Guangzhou, China. **Environmental pollution (Barking, Essex: 1987)**, v. 175, p. 131–136, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2012.12.021>.

ZANO BETTI, Antonella; O'NEILL, Marie S.; GRONLUND, Carina J.; *et al.* Susceptibility to mortality in weather extremes: effect modification by personal and small-area characteristics: Effect modification by personal and small-area characteristics. **Epidemiology (Cambridge, Mass.)**, v. 24, n. 6, p. 809–819, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1097/01.ede.0000434432.06765.91>.

ZHANG, Guidong; WANG, Jianlong; LIU, Yong. Energy transition in China: Is there a role for climate policy uncertainty? **Journal of environmental management**, v. 370, n. 122814, p. 122814, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122814>.

ZHANG, Hua; CEN, Xuehua; AN, Huimin; *et al.* Quantitative assessment and driving factors analysis of surface urban heat island of urban agglomerations in China based on GEE. **Environmental science and pollution research international**, v. 31, n. 34, p. 47350–47364, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-024-34205-w>.

ZHANG, Ying; NITSCHKE, Monika; KRACKOWIZER, Antoinette; *et al.* Risk factors for deaths during the 2009 heat wave in Adelaide, Australia: a matched case-control study. **International journal of biometeorology**, v. 61, n. 1, p. 35–47, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s00484-016-1189-9>.

ZHANG, Yuyang; YU, Dingyi; ZHAO, Huimin; *et al.* Chasing the heat: Unraveling urban hyperlocal air temperature mapping with mobile sensing and machine learning. **The Science of the total environment**, v. 927, n. 172168, p. 172168, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172168>.