



Foto: Divulgação

Soluções baseadas na natureza ajudam a mitigar ilhas de calor, promover saúde pública e fortalecer a resiliência climática nas cidades

Caminhos possíveis para fortalecer os nexos entre clima, natureza e saúde nas cidades

por Luciana Ferreira e Gabriela Di Giulio

Resumo

Os efeitos das mudanças climáticas têm se tornado cada vez mais evidentes, em particular nas cidades, que concentram a maior parte das populações. Nesse contexto, torna-se indispensável adotar medidas de adaptação para minimizar os impactos negativos dos eventos climáticos extremos na saúde, nas condições de vida e nas infraestruturas essenciais. Tradicionalmente, a adaptação às mudanças climáticas tem se baseado em soluções de engenharia convencionais, que nem sempre são custo-efetivas, suficientes ou sustentáveis. No Brasil, não é diferente. Mais recentemente, contudo, as chamadas Soluções Baseadas na Natureza (SbN) vêm conquistando espaço nas discussões e nas estratégias adaptativas. As SbN utilizam elementos naturais para atingir metas ambientais e sociais por meio da oferta de serviços ecossistêmicos. O caráter integrador e interdependente dessas soluções são aspectos fundamentais para avançar na sustentabilidade urbana. Seja para lidar com os eventos extremos relacionados à precipitação ou com os efeitos do aumento de temperatura, as SbN têm como um dos principais desafios alinhar questões de governança, sustentabilidade e justiça. Neste artigo, discutimos o potencial das SbN como respostas estruturais frente ao calor extremo, explorando como iniciativas como arborização, corredores verdes, entre outras, podem contribuir para mitigar ilhas de calor, reduzir riscos e promover bem-estar urbano. Com base em evidências científicas e experiências empíricas recentes no contexto paulista, refletimos sobre caminhos possíveis para fortalecer a integração entre clima, natureza e saúde no enfrentamento das altas temperaturas nas cidades.

Palavras-chave: Cidades; Mudanças Climáticas; Adaptação; Soluções Baseadas na Natureza; Altas Temperaturas

Introdução

Os efeitos das mudanças climáticas têm se tornado cada vez mais evidentes em escala global. A cada ano, regiões distintas batem novos recordes de precipitação, estiagem e temperaturas extremas, tanto máximas quanto mínimas.^[1,2] Segundo o relatório mais recente do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC WGII AR6), mesmo em cenários de emissões reduzidas, a humanidade enfrentará riscos climáticos significativos antes do final deste século, com perdas e danos que incidirão de forma mais severa sobre as populações em situação de maior vulnerabilidade socioeconômica.

Nesse contexto, além das ações voltadas à mitigação — essenciais para conter o aumento da temperatura média global em até 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais — torna-se indispensável adotar medidas de adaptação para enfrentar os impactos inevitáveis das mudanças climáticas. A adaptação envolve processos de ajustes em diferentes áreas e setores, visando antecipar e reduzir possíveis efeitos adversos, diminuindo a vulnerabilidade de populações e grupos sociais específicos. Mais recentemente, destaca-se o conceito de adaptação sustentável,^[3] que propõe ajustes capazes de minimizar conflitos e *trade-offs*, e ampliar sinergias entre a ação climática e outros Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Nas áreas urbanas — onde se concentra a maior parte da população mundial

e mais de 85% dos brasileiros^[4] — os eventos climáticos extremos vêm gerando impactos negativos na saúde da população, nas condições de vida e nas infraestruturas essenciais.^[5] Esses efeitos podem resultar de enchentes, deslizamentos de terra ou temperaturas extremas, tanto elevadas quanto baixas, sendo frequentemente intensificados pela combinação entre as mudanças climáticas e os efeitos dos processos de urbanização. (Figura 1)

No Brasil, por exemplo, o Atlas Digital de Desastres^[6] contabilizou, entre 1991 e 2024, mais de 5,4 mil óbitos decorrentes de desastres relacionados aos extremos climáticos (como secas, inundações, chuvas fortes, movimentos de massa, vendavais, ciclones, granizo, incêndios florestais, erosão, onda de frio e tornados). Os números oficialmente registrados nesse período impressionam: mais de 10,77 milhões de desalojados e desabrigados; 1,75 milhão de feridos e enfermos; e 31,10 milhões diretamente afetados.

Os custos associados a esses desastres também são preocupantes: mais de R\$ 152 bilhões em danos materiais, e um prejuízo total de cerca de R\$ 636 bilhões. Ao longo de pouco mais de três décadas, o Brasil contabilizou mais de 63 mil eventos e o registro de pelo menos um evento em 93% das cidades brasileiras.

Tradicionalmente, a adaptação às mudanças climáticas tem se baseado em soluções de engenharia convencionais, que nem sempre são custo-efetivas, suficientes ou sustentáveis.^[7] No Brasil, não é diferente. Nas cidades brasileiras, ainda predominam as chamadas soluções de “infraestrutura cinza”, como piscinões, canalização e aterramento de rios para combater enchentes; muros de arrimo para conter deslizamentos ou, ainda, materiais usados para amenizar os efeitos de altas temperaturas, como telhados de cores claras e determinados tipos de pavimentos.

Todavia, as Soluções Baseadas na Natureza (SbN)



Figura 1. Enchente em São Paulo

têm conquistado cada vez mais espaço nos debates e nas estratégias voltadas à adaptação. As SbN representam abordagens relativamente recentes que utilizam elementos naturais para atingir metas ambientais e sociais por meio da oferta de serviços ecossistêmicos. Esse conceito funciona como um guarda-chuva que engloba práticas já conhecidas no planejamento urbano, como a adaptação baseada em ecossistemas, a infraestrutura verde urbana e os serviços ecossistêmicos.^[8] Ademais, o caráter integrador e interdependente das SbN são aspectos fundamentais para avançar na sustentabilidade urbana, considerando a complexidade interligada dos desafios ambientais nas cidades.^[9]

No caso brasileiro, em particular, as SbN começam a ser incorporadas nos planos de ação climática como estratégias que têm potencial de produzir benefícios ambientais, econômicos, de saúde e sociais para cidadãos e comunidades. O Plano Estadual de Adaptação e Resiliência Climática de São Paulo (PEARC), por exemplo, propõe priorizar, nas intervenções de desenvolvimento habitacional e urbano, as medidas de SbN, assim como na gestão de infraestruturas nas zonas costeiras para contenção das inundações, ressacas e erosões costeiras.

As SbN também têm sido estimuladas pelo seu potencial para minimizar os efeitos associados às altas temperaturas, especialmente frente aos episódios cada vez mais recorrentes de onda de calor, que passaram a ser registrados com frequência em diversas

“Mesmo em cenários de emissões reduzidas, a humanidade enfrentará riscos climáticos significativos antes do final deste século.”

localidades no Brasil nos últimos anos.

Seja para lidar com os eventos extremos relacionados à precipitação ou com os efeitos do aumento de temperatura, as SbN têm como um dos principais desafios alinhar questões de governança, sustentabilidade e justiça.^[10] No Brasil, em particular, as cidades brasileiras são espaços marcados por segregações socioespaciais e amplas desigualdades. Não raro, a presença de SbN nos ambientes urbanos coincide justamente com locais que já contam com infraestrutura, serviços e assistência, ocupados, em geral, por pessoas com melhores condições socioeconômicas. Estudos mostram a importância de fomentar experiências de SbN nas periferias, evitar a chamada gentrificação verde — ou seja, o processo pelo qual a melhoria da qualidade ambiental torna uma determinada área mais atrativa, encarecendo o custo de vida na região — e planejar as SbN através da lente da justiça.^[11] Expandir as redes de SbN no contexto brasileiro demanda também engajamento público, fomentando decisões e soluções coletivas alinhadas

às aspirações e necessidades das comunidades locais.

Neste artigo, discutimos o potencial das SbN como respostas estruturais frente ao calor extremo, explorando como iniciativas como arborização, corredores verdes, entre outras, podem contribuir para mitigar ilhas de calor, reduzir riscos e promover bem-estar urbano. Com base em evidências científicas e experiências recentes no contexto paulista, refletimos sobre caminhos possíveis para fortalecer a integração entre clima, natureza e cidade no enfrentamento das altas temperaturas.

Calor extremo e os impactos na saúde

Cada vez mais frequentes e intensos, os períodos com temperaturas excepcionalmente altas podem ser perigosos quando a capacidade de termorregulação do corpo é excedida, agravando doenças cardiovasculares, respiratórias, renais, transtornos mentais, aumentando comportamentos agressivos e violência e reduzindo a qualidade de vida e a produtividade.^[12,13] Os efeitos são agravados tanto pelas altas temperaturas quanto pelas variações em relação à média histórica.^[14]

Populações mais vulneráveis — como idosos, pessoas racializadas, de baixa renda ou com doenças crônicas — sofrem impactos mais severos, mesmo sob as mesmas condições térmicas, devido à menor capacidade de adaptação, acesso limitado a cuidados médicos e maior exposição ocupacional. Essas desigualdades

“Os eventos climáticos extremos vêm gerando impactos negativos na saúde da população, nas condições de vida e nas infraestruturas essenciais.”

refletem fatores históricos e estruturais, como o racismo ambiental e a segregação socioespacial. Além disso, características do ambiente urbano, como baixa cobertura vegetal e alta poluição, aumentam a exposição ao calor. Diante disso, é essencial adotar estratégias de adaptação que enfrentem essas vulnerabilidades e promovam justiça climática.^[14]

Exemplos como Chicago (1995), com 465 mortes, França (2003), com quase 15.000 óbitos, e Índia (1992–2020), com mais de 25.000 mortes, ilustram a magnitude dos impactos desses eventos.^[15,16,17] No Brasil, entre 2000 e 2018, o calor foi responsável por 48.000 mortes, superando as vítimas de deslizamentos de terra.^[18] Em 2023, o país registrou nove ondas de calor; em 2024, foram oito; e nos dois primeiros meses de 2025, três.

^[6] Sem medidas de adaptação, a mortalidade relacionada ao calor deve crescer mais rapidamente em regiões tropicais e subtropicais, com destaque para a Colômbia, Filipinas e Brasil.^[19,20] Nas cidades, o risco é ainda maior devido à elevada densidade populacional e à intensificação dos impactos pelo

fenômeno das ilhas de calor urbano.^[21,22]

Parte inicial do processo de definição de medidas de adaptação é a identificação dos eventos de calor extremo, começando pela sua definição conceitual. A Organização Meteorológica Mundial (WMO) define onda de calor como um período com dias e noites de temperaturas excepcionalmente altas, mas sem critérios únicos, o que faz com que cada país ou cidade adote limites próprios para duração e intensidade.^[23,24] No Brasil, o INMET define onda de calor como pelo menos cinco dias seguidos com máximas diárias 5°C acima da média mensal, com alertas graduados por duração: 2–3 dias (amarelo), 3–5 dias (laranja) e mais de 5 dias (vermelho). Cidades como São Paulo e Rio de Janeiro utilizam dados de umidade do ar, além da temperatura, para definir alertas à população.

Potencialidades e desafios da utilização de SbN para enfrentar o calor extremo

Existe uma extensa literatura que discute tanto a capacidade das SbN para reduzirem as temperaturas em áreas urbanas, sobretudo aquelas com vegetação arbórea, quanto o impacto dessas SbN na saúde física e mental das populações urbanas.^[25, 26] No entanto, dados específicos para as cidades sul-americanas (incluindo as cidades brasileiras) são mais escassos.^[27]

A vegetação arbórea, por meio do sombreamento e da evapotranspiração, é um exemplo de SbN que contribui para a redução das temperaturas em áreas urbanas. Em seus diversos arranjos — como parques, florestas urbanas e áreas de conservação —, favorece a manutenção de temperaturas mais amenas nas áreas vegetadas em comparação às áreas construídas sem cobertura vegetal. Além disso, ao absorver CO₂, as SbN que envolvem vegetação contribuem tanto para a adaptação quanto para a mitigação das mudanças climáticas. (Figura 2)

A multifuncionalidade é um dos aspectos mais relevantes ligados às SbN, já que uma mesma intervenção pode trazer benefícios climáticos, sociais, educativos, ecológicos e de saúde física e mental, otimizando recursos e atendendo simultaneamente a diferentes desafios.

No entanto, a implementação de SbN para enfrentar o calor extremo também apresenta desafios, sendo a disponibilidade de espaço um dos principais, especialmente em áreas densamente construídas. Encontrar locais adequados para sua implantação onde elas são mais desejáveis exige que as SbN sejam

“As cidades brasileiras são espaços marcados por segregações socioespaciais e amplas desigualdades.”



Foto: Carlos Bassan/PMC. Reprodução

Figura 2. Mata Santa Genebra, em Campinas: Por meio da sombra e da evapotranspiração, a vegetação arbórea contribui para a diminuição das temperaturas em zonas urbanas.

tratadas como prioridade. Nesse sentido, a conscientização sobre os múltiplos benefícios que oferecem pode contribuir para ganharem maior relevância nas decisões de planejamento. Além disso, outras barreiras importantes incluem o tempo e a complexidade do monitoramento: intervenções baseadas em elementos naturais podem levar tempo para apresentar resultados perceptíveis, tornando o acompanhamento de seus impactos mais desafiador.^[28] Soma-se a isso o risco de gentrificação verde, uma vez que melhorias ambientais podem elevar o custo de vida em determinadas regiões, potencialmente excluindo moradores mais vulneráveis se não forem acompanhadas de políticas voltadas à justiça territorial.

Experiências de SbN para minimizar o calor extremo no contexto paulista

Algumas iniciativas recentes no Estado de São Paulo mostram como as SbN podem contribuir para enfrentar o calor extremo, mesmo quando esse não é o objetivo principal do projeto. São experiências que articulam educação, bem-estar e regeneração ambiental, e contribuem para aumentar a resiliência urbana.

Mini florestas nas escolas públicas de São Paulo

Desde 2021, o projeto Formigas-de-Embaúba tem implantado miniflorestas de Mata Atlântica em escolas públicas da capital paulista, em parceria

com a Prefeitura de São Paulo. A proposta vai além do plantio, envolvendo as alunas e alunos em todas as etapas do processo, promovendo educação ambiental crítica e práticas de cuidado com o território. Ao transformar áreas cimentadas em pequenos núcleos de floresta, o projeto contribui para a redução das temperaturas locais, melhora a infiltração da água da chuva e cria espaços de sombra e convivência.

Microflorestas urbanas em Campinas

Campinas possui um programa de implantação de microflorestas urbanas cujo objetivo é oferecer sombra, reduzir a temperatura e criar abrigo para a fauna urbana. A meta da Prefeitura é estabelecer 200 dessas áreas até 2028, com tamanhos entre 200 e 1.000 m², utilizando espécies nativas da região. A prioridade de implantação será em áreas com maior risco de incidência de ondas de calor, conforme definição do Plano Local de Ação Climática do município.

Santos Sustentável: infraestrutura verde para a resiliência climática

O programa Santos Sustentável reúne diversas intervenções urbanas com foco na adaptação climática. Entre elas, o plantio de árvores, a criação de jardins de chuva e a substituição de pavimentos impermeáveis por materiais

drenantes. Além de reduzir alagamentos, essas ações buscam diminuir a temperatura e promover o conforto térmico em espaços públicos. A estratégia é integrada ao Plano Municipal de Adaptação às Mudanças Climáticas da cidade.

Embora essas e outras experiências em curso nas cidades paulistas se mostrem potentes, ainda é preciso continuar a avançar na produção de conhecimento para mensurar seus reais impactos em termos de minimização dos efeitos do aumento da temperatura. Estudos com enfoque sobre a influência da morfologia urbana e da vegetação durante episódios de calor extremo (como os desenvolvidos no projeto Biota Síntese), e estimativas de temperatura do ar em cenários de ampliação da infraestrutura verde, em particular em áreas de vulnerabilidade e risco a eventos de calor extremo (como os desenvolvidos no projeto CiAdapta2), têm se mostrado importantes. São importantes também iniciativas que buscam mapear condições e locais para criar os chamados refúgios climáticos. Esses espaços, também conhecidos como refúgios termais, são essenciais para proteger pessoas e ecossistemas do calor extremo, mas precisam ser

bem planejados e integrativos, atendendo em especial às populações mais vulneráveis.^[29]

Considerações Finais

Para além das questões relacionadas à governança, sustentabilidade e justiça, como buscamos abordar nesse artigo, a agenda de SbN traz outros desafios centrais. Um deles refere-se à própria natureza e sua biodiversidade. Considerando que as principais estratégias de SbN envolvem o uso de vegetação, é essencial atentar para a saúde das plantas e suas necessidades de sobrevivência em contextos de altas temperaturas. A resiliência da vegetação é um fator-chave para a eficácia dessas soluções ao longo do tempo.

Além disso, a análise dos custos de implementação das SbN não pode ser dissociada da avaliação dos múltiplos benefícios e co-benefícios que proporcionam. Um estudo recente do *World Resources Institute (WRI)* apontou que, para cada dólar investido em adaptação, podem ser gerados mais de US\$ 10,50 em benefícios ao longo de dez anos. Os benefícios vão além

de evitar perdas com desastres climáticos, mas incluem também benefícios econômicos, sociais e ambientais. Ampliar estudos que enfoquem indicadores de efetividade e de custos de SbN é fundamental para avançar nesta agenda.

Finalmente, ainda que mensurar os efeitos das SbN seja uma tarefa complexa, dada a diversidade de impactos que geram, essa avaliação é fundamental para orientar e aprimorar sua adoção de forma mais estratégica e eficaz, priorizando buscar relações mais harmoniosas com a natureza, que possam melhorar a convivência, o desenvolvimento da solidariedade, potencializar a participação pública e alcançar efetivamente a perspectiva de justiça nas suas múltiplas dimensões (social, ambiental, climática).

Luciana Ferreira é doutora em Arquitetura e Urbanismo e pesquisadora pós-doc no projeto Biota Síntese, desenvolvido no Instituto de Estudos Avançados (IEA), USP.

Gabriela Di Giulio é doutora em Ambiente e Sociedade e professora associada no Departamento de Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública, USP.

REFERÊNCIAS

- [1] LIN, B. B. et al. *Integrating solutions to adapt cities for climate change*. The Lancet Planetary Health, v. 5, n. 7, p. E479–E486, 2021. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00135-2](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00135-2).
- [2] UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *Adaptation Gap Report 2022: Too Little, Too Slow – Climate adaptation failure puts world at risk*. Nairobi: UNEP, 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/adaptation-gap-report-2022>. Acesso em: 7 maio 2025.
- [3] GRESSE E, et al. *Sustainable ways of adapting to climate change Hamburg Climate Futures Outlook 2023: The Plausibility of a 1.5 °C Limit to Global Warming—Social Drivers and Physical Processes* ed A Engels, J Marotzke, E G Gresse, A López-Rivera, A Pagnone and J Wilkens (Cluster of Excellence Climate, Climatic Change, and Society (CLICCS)) 56–58
- [4] UN-DESA – UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. 2018. Disponível em: <https://population.un.org/wup/assets/WUP2018-Report.pdf>. Acesso em: 7 maio 2025.
- [5] IPCC. *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. Geneva: IPCC, 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>.
- [6] BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional; Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil; Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. *Atlas Digital de Desastres no Brasil: dados consolidados de 1991–2024*. Brasília: MDR, 2025. Disponível em: <https://atlasdigital.mdr.gov.br/>. Acesso em: 24 jun. 2025.
- [7] KABISCH, N. et al. (Ed.). *Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas: Linkages between science, policy and practice*. Springer Open, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5>.
- [8] PAULEIT, S. et al. *Nature-Based Solutions and Climate Change: Four Shades of Green*. In: KABISCH, N. et al. (Eds.). *Nature-based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas*. Springer, 2017. p. 29–49.
- [9] ADAMS, C. et al. *Mainstreaming nature-based solutions in cities: A systematic literature review and a proposal for facilitating urban transitions*. Land Use Policy, v. 130, 106661, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106661>
- [10] ANGUELOVSKI, I., & CORBERA, E. (2022). *Integrating justice in Nature-Based Solutions to avoid nature-enabled dispossession*. Ambio, 52, 45 - 53. <https://doi.org/10.1007/s13280-022-01771-7>.
- [11] TORRES, P.H.C. et al. *Just cities and nature-based solutions in the Global South: A diagnostic approach to move beyond panaceas in Brazil*. Environmental Science & Policy, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.02.017>
- [12] MORA, Camilo; DOUSSET, Benoit; CALDWELL, Ian; et al. *Global risk of deadly heat*. Nature Climate Change, [S.l.], v. 7, p. 501–506, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/nclimate3322>.
- [13] YANG, Jun; YIN, Peng; SUN, Jimin; et al. *Heatwave and mortality in 31 major Chinese cities: definition, vulnerability and implications*. Science of The Total Environment, [S.l.], v. 649, p. 695–702, 1 fev. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.332>.
- [14] BELL, Michelle L.; GASPARRINI, Antonio; BENJAMIN, Georges C. *Climate Change, Extreme Heat, and Health*. The New England Journal of Medicine, Boston, v. 390, n. 19, p. 1793–1801, 16 maio 2024. DOI: [10.1056/NEJMra2210769](https://doi.org/10.1056/NEJMra2210769). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877343520300750>.
- [15] NOAA – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. *Natural Disaster Survey Report: July 1995 Heat Wave*. Washington: NOAA, 1995. Disponível em: <https://www.weather.gov/media/publications/assessments/heat95.pdf>. Acesso em: 7 maio 2025.
- [16] CANOÛI-POITRINE, F. et al. *Excess deaths during the August 2003 heat wave in Paris, France*. Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique, v. 54, n. 2, p. 127–135, 2006. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0398-7620\(06\)76706-2](https://doi.org/10.1016/s0398-7620(06)76706-2)
- [17] WMO – WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. *Climate change made heatwaves in India and Pakistan “30 times more likely”*. Genebra: WMO, 2022. Disponível em: <https://wmo.int/media/news/climate-change-made-heatwaves-india-and-pakistan-30-times-more-likely..> Acesso em: 7 maio 2025.
- [18] MONTEIRO DOS SANTOS, D. et al. *Twenty-first-century demographic and social inequalities of heat-related deaths in Brazilian urban areas*. PLOS ONE, v. 19, n. 1, e0295766, 2024. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0295766>.
- [19] GUO, Y. et al. *Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios: A multicountry time series modelling study*. PLoS Medicine, v. 15, n. 7, p. 1–17, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002629>.
- [20] BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. *Projeções climáticas indicam que temperaturas no Brasil devem subir acima da média global*. Brasília: MCTI, 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2021/07/projecoes-climaticas-indicam-que-temperaturas-no-brasil-devem-subir-acima-da-media-global>. Acesso em: 10 março 2025.
- [21] TUHOLSKE, C. et al. *Global urban population exposure to extreme heat*. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 118, n. 41, e2024792118, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.2024792118>.
- [22] GAO, S. et al. *Urbanization-induced warming amplifies population exposure to compound heatwaves but narrows exposure inequality between global North and South cities*. npj Climate and Atmospheric Science, v. 7, 154, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41612-024-00708-z>.
- [23] WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). *Heatwave*. Genebra: WMO, [s.d.]. Disponível em: <https://wmo.int/topics/heatwave>. Acesso em: 8 maio 2025.

[24] BONI, Zofia; BIENKOWSKA, Zofia; CHWAŁCZYK, Franciszek; JANCEWICZ, Barbara; MARGINEAN, Iulia; SERRANO, Paloma Yáñez. *What is a heat(wave)? An interdisciplinary perspective*. Climatic Change, [S.l.], v. 176, n. 129, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-023-03592-3>.

[25] RAMAKRESHNAN, Logaraj; AGHAMOHAMMADI, Nasrin. *The Application of Nature-Based Solutions for Urban Heat Island Mitigation in Asia: Progress, Challenges, and Recommendations*. Current Environmental Health Reports, Cham, v. 11, n. 1, p. 4–17, mar. 2024. DOI: [10.1007/s40572-023-00427-2](https://doi.org/10.1007/s40572-023-00427-2). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40572-023-00427-2>.

[26] PAUDEL, Prakash Kumar; DHAKAL, Saraswati; SHARMA, Shailendra. *Pathways of ecosystem-based disaster risk reduction: a global review of empirical evidence*. Science of The Total Environment, [S.l.], v. 929, art. 172721, 15 jun. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172721>

[27] MORAES, Sara Lopes de; ALMENDRA, Ricardo; BARROZO, Ligia Vizeu. *Impact of heat waves and cold spells on cause-specific mortality in the city of São Paulo, Brazil*. International Journal of Hygiene and Environmental Health, [S.l.], v. 239, art. 113861, jan. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113861>.

[28] NELSON, D. R.; BLEDSOE, B. P.; FERREIRA, S.; NIBBELINK, N. P. *Challenges to realizing the potential of nature-based solutions*. Current Opinion in Environmental Sustainability, v. 45, p. 49–55, 2020. DOI: [10.1016/j.cosust.2020.09.001](https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.09.001). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877343520300750>. Acesso em: 25 jun. 2025.

[29] CONNOLLY, J., ANGUELOVSKI, I., CHU, E., & AMORIM-MAIA, A. (2023). *Seeking refuge? The potential of urban climate shelters to address intersecting vulnerabilities*. Landscape and Urban Planning. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104836>.