
ARTIGOS

CALOR, SECA, FOGO E FUMAÇA: DESASTRES CLIMÁTICOS E A PROTEÇÃO DE VULNERÁVEIS NO BRASIL

HEAT, DROUGHT, FIRE, AND SMOKE: CLIMATE DISASTERS AND THE PROTECTION OF VULNERABLE POPULATION IN BRAZIL

Giovana Mira de Espindola

Resumo: Qual o papel do Poder Judiciário no enfrentamento das mudanças climáticas e na proteção de populações vulneráveis no Brasil? Desastres climáticos, como ondas de calor extremo, secas persistentes e incêndios florestais, estão interconectados e são intensificados por crises ambientais globais, como mudanças climáticas, perda de biodiversidade e poluição e degradação de ecossistemas. Este artigo examina o papel do Poder Judiciário na proteção de populações vulneráveis diante dos desastres climáticos de temperatura, como ondas de calor, secas e incêndios florestais. O texto explora como esses eventos, intensificados pelas mudanças climáticas globais, afetam desproporcionalmente grupos marginalizados no Brasil, exacerbando desigualdades socioeconômicas e ambientais. Ao longo do artigo, abordaram-se os principais desafios enfrentados pelas políticas públicas de adaptação e contingência climática no país e analisou-se a crescente relevância do Judiciário na implementação de processos estruturais e na exigência de ações governamentais para reduzir os impactos desses desastres.

Palavras-chave: Mudanças climáticas. Desastres climáticos. Contingência climática.

Abstract: What is the role of the Judiciary in addressing climate change and protecting vulnerable population in Brazil? Climate-related disasters, such as extreme heatwaves, persistent droughts, and wildfires, are interconnected and intensified by global environmental crises, including climate change, biodiversity loss, and ecosystem degradation. This article examines the role of the Judiciary in protecting vulnerable populations from climate disasters, such as heatwaves, droughts, and wildfires. It explores how these events, exacerbated by global climate change, disproportionately affect marginalized groups in Brazil, highlighting existing socio-economic and environmental inequalities. Throughout the article, the critical challenges public policies face on climate adaptation and contingency in the country are discussed, along with an analysis of the Judiciary's increasing role in implementing structural processes and demanding governmental actions to reduce the impacts of these disasters.

Keywords: Climate Change. Climate disasters. . Climate contingency.

1 INTRODUÇÃO

Os impactos das mudanças climáticas globais estão se tornando cada vez mais evidentes em diferentes partes do mundo, afetando milhões de pessoas, independentemente de suas localizações geográficas ou características ambientais locais. Eventos climáticos extremos, como ondas de calor, secas prolongadas e incêndios florestais, têm se intensificado, tornando-se também mais frequentes, conforme demonstrado no *Relatório de Síntese do Sexto Ciclo de Avaliação (AR6)*, do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022). Esses eventos expõem a vulnerabilidade das populações humanas e destacam as lacunas das políticas públicas de mitigação e adaptação (Mora *et al.*, 2017; Zaitchik *et al.*, 2006). Além disso, danos imediatos, como mortalidade e problemas de saúde agudos, temperaturas elevadas, tempo seco e poluição, agravam condições crônicas, como doenças cardiovasculares e respiratórias, e aprofundam desigualdades socioambientais existentes (Anderson *et al.*, 2011).

Na América Latina, os eventos climáticos extremos de temperatura¹ têm gerado significativos impactos sociais, econômicos e ambientais, expondo as particularidades e os desafios regionais. Estudos recentes indicam que ondas de calor extremo aumentam a mortalidade e a morbidade, especialmente entre grupos vulneráveis, como idosos, crianças e indivíduos com condições de saúde preexistentes (Bell *et al.*, 2008; Kephart *et al.*, 2022). A exposição prolongada ao calor aumenta o número de hospitalizações por

doenças respiratórias e cardiovasculares e agrava problemas de saúde mental, como ansiedade e depressão (Aghamohammadi *et al.*, 2022; Hansen *et al.*, 2008).

Economicamente, a recorrência de ondas de calor, secas prolongadas e incêndios florestais compromete a produtividade agrícola, reduzindo a produção de culturas sensíveis ao calor e ameaçando a segurança alimentar. O estresse térmico também afeta a produtividade do trabalho, especialmente em setores que dependem de atividades externas, como a construção civil e a agricultura (Orlov *et al.*, 2020). Além disso, do ponto de vista ecológico, essas condições alteram ecossistemas, afetando a biodiversidade e os ciclos hidrológicos, o que repercute na disponibilidade de água e na conservação ambiental (Lenton *et al.*, 2023).

Em termos de cenários futuros para a América Latina, as projeções variam consideravelmente entre as regiões, refletindo a diversidade climática e socioeconômica do continente. Pesquisas recentes indicam que, com o avanço das mudanças climáticas, a frequência, intensidade e duração de eventos extremos de temperatura aumentarão substancialmente. Modelos climáticos sugerem que áreas, como o Nordeste do Brasil, partes da Amazônia e o centro da Argentina serão particularmente afetadas (Avila-Diaz *et al.*, 2023; Leal Filho, 2018; Marengo *et al.*, 2009; Sparacino *et al.*, 2021). O aumento das temperaturas médias e extremas resultará em um número crescente de dias com temperaturas acima de 35°C,

¹ De acordo com o (IPCC, 2022), eventos climáticos extremos de temperatura são caracterizados por variações significativas em relação às condições climáticas médias ou normais de uma região específica. Esses eventos incluem ondas de calor, que se manifestam como períodos prolongados de temperaturas excepcionalmente elevadas em comparação às médias históricas locais. Com o intuito exclusivo de aprofundar a análise dos impactos sobre populações vulneráveis, este artigo também inclui, nesse contexto, as secas recorrentes e os incêndios florestais, bem como a dispersão da fumaça gerada por esses incêndios, como exemplos de eventos climáticos extremos associados a essa mesma categoria.

ameaçando a saúde pública, a economia e os ecossistemas.

No semiárido nordestino, as mudanças nos padrões de precipitação devem agravar os desafios históricos enfrentados pela população local, que já lida com a escassez hídrica e a degradação do meio ambiente (Brito *et al.*, 2023). Na Amazônia, o aumento das temperaturas, associado ao desflorestamento, pode acelerar a savanização da floresta, afetando drasticamente a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (Alves Oliveira *et al.*, 2021). No sul da América Latina, em países, como Argentina e Chile, ondas de calor e secas prolongadas prejudicarão a produção agrícola, especialmente de culturas sensíveis ao calor, como trigo e milho, além de elevar o risco de incêndios florestais, como observado nos últimos anos (Guo *et al.*, 2022; Hartinger *et al.*, 2024).

No contexto urbano brasileiro, megacidades, como São Paulo e Rio de Janeiro, já enfrentam problemas relacionados às ilhas de calor, fenômeno em que áreas metropolitanas registram temperaturas substancialmente mais altas do que suas áreas rurais adjacentes (Rivera *et al.*, 2023). Esse efeito é intensificado devido à alta densidade de construções, à pavimentação extensa, à falta de cobertura vegetal, às emissões de calor por veículos e indústrias e a uma configuração urbana que dificulta a dispersão do calor (Piracha *et al.*, 2022; Yadav *et al.*, 2023).

A insuficiência das atuais medidas de adaptação aos impactos dos eventos climáticos extremos de temperatura revela lacunas preocupantes na preparação e na contingência dos sistemas de alerta, saúde pública e infraestrutura urbana, todos essenciais para minimizar os efeitos

desses desastres sobre as populações mais vulneráveis.

Diante disso, o presente artigo propõe debater o papel do Poder Judiciário no enfrentamento das mudanças climáticas e na proteção dessas populações no Brasil.

Para essa análise, inicialmente, apresenta-se uma contextualização interdisciplinar do conhecimento científico relacionado às mudanças climáticas, com destaque para os principais marcos regulatórios sobre a temática.

Em seguida, o segundo tópico explora os principais impactos dos eventos climáticos extremos de temperatura sobre as populações vulneráveis.

O terceiro tópico aprofunda a discussão sobre os desafios enfrentados pelas políticas públicas implementadas no Brasil, comparando-as com estratégias adotadas em outros países com desafios semelhantes.

Por fim, o quarto tópico analisa a atuação do Poder Judiciário, avaliando seu papel e suas contribuições na proteção das populações em situação de risco diante das mudanças climáticas.

2 OS DESAFIOS JURÍDICOS DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Na década de 1980, com o estabelecimento de um novo período planetário chamado antropoceno, consolida-se a noção do ser humano como o mais novo e principal agente de mudança do sistema terrestre². A partir da Revolução Industrial, a humanidade passa a intervir globalmente e de forma significativa nos processos biofísicos da Terra, gerando modificações no clima global, principalmente em decorrência do aumento da concentração de gases

² Tradução livre do termo earth system refere-se à integração das interações mútuas que ocorrem entre a atmosfera, a biosfera, a criosfera, a hidrosfera e a camada superior da litosfera. Essa visão sistêmica da Terra é amplamente utilizada pelos modelos computacionais preditivos de mudanças climáticas.

de efeito estufa (GEE) (Folke *et al.*, 2021; Steffen *et al.*, 2011; Steffen *et al.*, 2015).

De fato, o conhecimento científico internacional sobre o meio ambiente e as mudanças climáticas globais é comumente analisado segundo as metas e os impactos das ações humanas no sistema terrestre e o retorno dessas ações na própria sociedade. Richardson *et al.* (2023), por exemplo, estabelecem limites operacionais seguros para a humanidade em relação aos principais processos biofísicos da Terra, avaliando o grau de comprometimento da capacidade de autorregulação e resposta desses processos.

Há ainda alertas científicos, como os do IPCC e da Plataforma Intergovernamental Científico-Política sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES) (Kanitkar *et al.*, 2024; Ruckelshaus *et al.*, 2020). Entre os diversos aspectos ressaltados por essas instituições intergovernamentais, destaca-se que o aumento da temperatura média global está ocorrendo a uma taxa sem precedentes, com a temperatura média global já 1,1°C acima dos níveis pré-industriais. Esse aumento tem impactos diretos e preocupantes, incluindo eventos climáticos extremos mais frequentes e severos, como ondas de calor, secas, inundações e ciclones.

O *Relatório Síntese do Sexto Ciclo de Avaliação* (IPCC, 2022), em particular, também aponta sobre a crescente acidificação dos oceanos e a elevação do nível do mar, que ameaçam os ecossistemas marinhos e costeiros e a segurança alimentar e hídrica de milhões de pessoas. O relatório sublinha a urgência de ações imediatas e ambiciosas para reduzir drasticamente as emissões de gases de efeito estufa, indicando que muitos dos efeitos das mudanças climáticas são irreversíveis a longo prazo. Além disso, destaca a necessidade de

adaptação e contingência, especialmente para as comunidades mais vulneráveis, que já estão sofrendo os impactos mais severos das mudanças climáticas (Kikstra *et al.*, 2022).

Nesse contexto, a crise climática e as ações necessárias para enfrentá-la suscitam questões de grande importância para o interesse público. O debate, antes liderado principalmente por movimentos ambientalistas, hoje envolve praticamente todos os atores sociais.

Consequentemente, as mudanças climáticas têm provocado uma mobilização política e institucional, acompanhando o avanço do conhecimento científico sobre o tema. Dessa forma, a distribuição dos impactos do aumento da temperatura média global, bem como os esforços para combatê-lo, vem sendo cada vez mais discutida no âmbito jurídico, tanto em termos de regulamentações para mitigação quanto para adaptação a esses impactos (McDonald *et al.*, 2021).

As dificuldades de alcançar consenso e progresso na cooperação internacional se somam ao fato de que as causas das mudanças climáticas derivadas das emissões de gases de efeito estufa são descentralizadas e, portanto, passíveis de regulamentação em diferentes esferas. Além disso, é desafiador conceber perspectivas teórico-metodológicas amplas e consensuais o suficiente para se chegar a uma articulação política efetiva. A conciliação de posições científicas e jurídicas no campo da crise climática é complexa devido às incertezas que envolvem a própria extensão da crise (Alves, 2014; Hulme, 2009).

É importante notar que os impactos das mudanças climáticas, de forma geral, são abordados de duas maneiras principais: a mitigação das mudanças climáticas e a adaptação a elas.

No âmbito das ações de mitigação das mudanças climáticas, busca-se, em resumo, a redução das emissões de gases de efeito estufa e o aumento da capacidade de sequestro de carbono.

Em escala internacional, o Protocolo de Kyoto, firmado em 1997, representou o maior esforço conjunto de política internacional para o controle das emissões globais (Gupta, 2010; Rosen, 2015).

Kyoto formalizou, pela primeira vez, o compromisso de redução de emissões de GEE dos países desenvolvidos, incluídos no chamado Anexo I. O ano-base instituído foi 1990, e as nações deveriam, durante o período de 2008 a 2012, reduzir suas emissões em uma média de 5,2% em relação ao ano de referência.

Nos termos deste documento, os países em desenvolvimento, classificados como Partes do Não Anexo I³, não tinham metas obrigatórias de redução de GEE, mas deveriam relatar suas ações de mitigação de forma geral (Dubois *et al.*, 2016).

Após Kyoto, as Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), na COP-15 em 2009, acordaram sobre a necessidade de ampliar o financiamento aos países em desenvolvimento para reduzir as emissões de GEE provenientes do desflorestamento. Nessa reunião, os países discutiram novas obrigações de redução de gases do efeito estufa a serem assumidas até 2020 (Schmidt, 2011).

Ainda na COP-15, o Brasil se comprometeu a reduzir suas emissões de GEE decorrentes do desflorestamento na Amazônia em até 80% até 2020, tendo como base a taxa média de desflorestamento entre 1995 e 2005.

Destaca-se, mais recentemente, o Acordo de Paris, vigente desde 4 de

novembro de 2016 e ratificado pelo Brasil em 21 de setembro de 2016, que é considerado o instrumento internacional mais relevante atualmente para o tema das emissões globais de GEE (Wegener, 2020).

Em Paris, os países membros comprometeram-se a limitar o aumento da temperatura global média a menos de 2°C acima dos níveis pré-industriais, com esforços para limitar o aumento a 1,5°C, reconhecendo a necessidade de definir caminhos para a redução das emissões de GEE e para o desenvolvimento climático resiliente (Souza *et al.*, 2017). Como definido no preâmbulo desse marco, a comunidade internacional reconhece a necessidade de uma resposta eficaz e progressiva à ameaça urgente do clima, com base no melhor conhecimento científico disponível (Roelfsema *et al.*, 2020).

Nomeadamente, o Brasil é parte dos principais tratados internacionais em matéria climática concluídos pela ONU. Muito antes da promulgação da Constituição Federal de 1988, o Brasil já havia ratificado vários tratados internacionais de mitigação das mudanças climáticas. O reflexo da proteção internacional em matéria climática no âmbito interno resultou, a partir da COP-15, na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que estabelece o comprometimento nacional voluntário à adoção de ações de mitigação das emissões de GEE, com reduções entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas (Menin, 2018; Safatle, 2016; Viglio *et al.*, 2019).

Contudo, apesar das iniciativas, como a PNMC e os compromissos assumidos

³ Países como o Brasil e a Indonésia são incluídos no rol dos Estados com perfil de emissões de GEE oriundas, essencialmente, das mudanças de uso e cobertura da terra, especialmente o desflorestamento.

no Acordo de Paris, a efetividade das políticas de mitigação no Brasil tem sido limitada. Dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) indicam que, embora tenha havido uma redução nas emissões durante a década de 2000, essa tendência não se manteve, resultando em novos picos na última década (Observatório do Clima, 2021).

Em 2019, as emissões totais do Brasil alcançaram aproximadamente 2,17 bilhões de toneladas de CO₂ equivalente, impulsionadas principalmente pelo aumento do desflorestamento na Amazônia.

A persistente alta nas taxas de desflorestamento em biomas estratégicos, a expansão agrícola em outros biomas e a controvérsia dos investimentos em energias ditas renováveis e tecnologias limpas por meio da transição energética destacam a baixa efetividade das políticas de mitigação no Brasil e os desafios jurídicos da crise climática (Gatti *et al.*, 2023).

Em termos de ações e estratégias de adaptação às mudanças climáticas no Brasil, o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), publicado em 2016, e a Política Nacional de Defesa Civil (Lei n. 12.608, de 10 de abril de 2012) são pilares fundamentais da base regulatória e estratégica do país.

O PNA, como parte integrante da PNMC, estabelece um conjunto abrangente de diretrizes e ações que visam aumentar a resiliência do país diante dos impactos climáticos. Ele identifica setores prioritários e define estratégias específicas para cada um deles, incluindo agricultura, recursos hídricos, saúde, biodiversidade, zonas costeiras e infraestrutura (Nusdeo *et al.*, 2023; Obermaier *et al.*, 2013).

Ademais, o PNA promove a integração de políticas públicas

setoriais, incentivando a cooperação entre as diferentes esferas do governo e setores da sociedade, o que é crucial para enfrentar os desafios climáticos de forma coordenada e eficaz. Entre seus mecanismos operacionais estão a avaliação de vulnerabilidade climática, que identifica áreas e populações mais expostas a riscos, e a implementação de medidas de mitigação e adaptação voltadas para fortalecer a resiliência das comunidades, como práticas agrícolas sustentáveis, infraestrutura adaptativa e manejo integrado de recursos hídricos (Rodrigues Filho *et al.*, 2016; Torres *et al.*, 2021).

Já a Política Nacional de Defesa Civil (PNDC) introduz uma abordagem integrada de gestão de riscos de desastres, que considera explicitamente a adaptação às mudanças climáticas. A lei articula a necessidade de preparar e adaptar comunidades e infraestrutura para eventos climáticos extremos, como enchentes, secas e deslizamentos de terra, que têm se tornado mais frequentes e intensos devido às mudanças climáticas.

A política promove o fortalecimento das capacidades locais de resposta a desastres, a construção de sistemas de alerta precoce e a implementação de medidas preventivas, como obras de infraestrutura para contenção de enchentes e programas de capacitação para comunidades vulneráveis (Back, 2016; Dutra *et al.*, 2020).

Todavia, apesar de o Brasil contar com um arcabouço regulatório significativo para a adaptação às mudanças climáticas, há lacunas e desafios importantes que limitam sua efetividade. Um dos principais desafios é a falta de integração entre as políticas setoriais e as diferentes esferas do governo, o que dificulta a implementação coordenada e eficaz das ações climáticas.

Frequentemente, os planos e as estratégias nacionais não são adequadamente articulados com as realidades locais e regionais, o que pode resultar em políticas desconectadas das necessidades específicas das comunidades mais vulneráveis.

Além disso, a ausência de mecanismos robustos de monitoramento e de avaliação dos resultados das ações de adaptação dificulta a mensuração do progresso e da eficácia das medidas implementadas, prejudicando a capacidade de ajustar as estratégias conforme necessário (Artaxo, 2022; Edson Fachin, 2020)2022; Edson Fachin, 2020.

Outro desafio é a insuficiente preparação técnica das instituições locais e dos agentes públicos para implementar e gerenciar as estratégias de adaptação. Muitas cidades e regiões carecem de pessoal treinado e de conhecimento técnico para aplicar políticas adaptativas, resultando em desigualdades na implementação das ações climáticas, especialmente em áreas mais pobres e vulneráveis.

Há, portanto, a necessidade latente de fortalecer os sistemas de governança e participação social para garantir que as populações mais afetadas pelos impactos climáticos tenham voz e influência nas decisões sobre adaptação climática (Milanez et al., 2011; Rammê, 2012).

Desse modo, os principais desafios jurídicos enfrentados pelo Poder Judiciário no Brasil no contexto das mudanças climáticas, tanto em termos de mitigação quanto de adaptação, decorrem de uma combinação de fatores complexos que incluem lacunas legislativas, necessidade de harmonização entre normas ambientais e outras áreas do direito e capacidade de as instituições judiciais lidarem com questões de natureza interdisciplinar.

Especificamente no âmbito das ações de adaptação e enfrentamento de desastres climáticos, o Poder Judiciário tem sido cada vez mais demandado, não apenas em casos de litígios que envolvem danos irreparáveis, mas também em processos estruturais que visam assegurar a proteção de bens jurídicos coletivos e difusos.

3 OS IMPACTOS DO CALOR, DA SECA, DO FOGO E DA FUMAÇA EM POPULAÇÕES VULNERÁVEIS

A baixa efetividade das políticas de mitigação das mudanças climáticas tem se tornado uma preocupação crescente, uma vez que os esforços globais para reduzir as emissões de gases de efeito estufa não têm alcançado os resultados necessários para conter o aumento da temperatura média global.

A contínua dependência de combustíveis fósseis, o ritmo insuficiente e ambíguo da transição para energias ditas renováveis e a falta de cumprimento das metas estabelecidas em acordos internacionais, como o Acordo de Paris, ilustram as limitações dessas iniciativas (Crowley, 2021; Estrada *et al.*, 2021; Sokołowski *et al.*, 2022). Diante desse cenário, a implementação de estratégias de adaptação e contingência perante os desastres climáticos torna-se uma prioridade crescente.

Dados do AR6 do IPCC indicam que as ondas de calor se tornarão mais frequentes e intensas em cenários futuros de baixo comprometimento com as metas globais de redução de emissões de gases de efeito estufa.

Em particular, os ambientes urbanos da América Latina enfrentam desafios significativos com o aumento da frequência e intensidade de desastres climáticos de temperatura, pois o aumento das temperaturas médias, a baixa umidade

relativa do ar e a poluição atmosférica podem resultar em um aumento nos casos de doenças relacionadas ao calor, como desidratação, insolação e problemas cardiovasculares.

Os desastres climáticos não apenas intensificam a vulnerabilidade de populações já marginalizadas, mas também criam grupos vulneráveis. À medida que o clima muda de forma abrupta, pessoas que antes viviam em áreas seguras ou que tinham acesso a recursos suficientes para enfrentar situações extremas podem repentinamente se encontrar em risco, devido ao grau de incerteza associado a esses eventos.

Assim, esses desastres ampliam as categorias de vulnerabilidade, incluindo, além de grupos historicamente afetados, novas populações em risco. Essas populações vulneráveis tornam-se amplamente impactadas; estudos mostram que, em cidades como São Paulo e Cidade do México, há uma correlação direta entre as ondas de calor e o aumento da mortalidade e morbidade. (Bell *et al.*, 2008; Son *et al.*, 2016).

Conforme discutido por Cannon (2008), o conceito de vulnerabilidade é central para o debate sobre desastres climáticos de temperatura, que afetam desproporcionalmente as populações mais vulneráveis. A vulnerabilidade não é apenas um estado de pobreza ou marginalização, ela é socialmente construída e amplificada por fatores políticos, econômicos e culturais.

Isso significa que as consequências desses fenômenos sobre as populações vulneráveis resultam de uma complexa interação de fatores que vão além da mera exposição ao risco, incorporando desigualdades preexistentes e falta de acesso a recursos e suporte institucional. Dessa forma, as consequências

dos desastres climáticos refletem e aprofundam as disparidades já existentes, agravando a vulnerabilidade de determinados grupos sociais (Margolis, 2021).

No caso dos desastres climáticos de temperatura, populações vulneráveis, muitas vezes localizadas em áreas urbanas densamente povoadas, carecem de infraestrutura adequada, como acesso a espaços verdes, que poderiam mitigar os efeitos do calor extremo.

Além disso, as condições de moradia precárias e a falta de acesso a serviços de saúde exacerbam os riscos, levando a um aumento significativo nas taxas de mortalidade e morbidade durante eventos extremos de temperatura. Da leitura de Cannon (2008), constata-se que essa vulnerabilidade é muitas vezes ignorada nas políticas públicas, que falham em abordar as necessidades específicas dessas populações.

Além dos impactos diretos, os desastres climáticos de temperatura tendem a agravar as desigualdades sociais. Comunidades de baixa renda frequentemente têm menos acesso a meios de adaptação e vivem em áreas mais vulneráveis às temperaturas extremas, aumentando as disparidades de saúde e qualidade de vida entre diferentes grupos socioeconômicos (Bitencourt *et al.*, 2023).

Políticas de adaptação e contingência para esses desafios requerem uma abordagem integrada que inclua o aumento de áreas verdes urbanas, o uso de materiais de construção que reduzam a retenção de calor, a melhoria dos sistemas de saúde pública e o fortalecimento das infraestruturas de água e energia para tornar as cidades mais adaptadas ao clima extremo.

As altas temperaturas sobrecarregam a infraestrutura urbana, especialmente

os sistemas de energia, devido ao aumento do uso de ar-condicionado e ventiladores, o que pode levar a apagões. Materiais de construção convencionais, como asfalto e concreto, retêm calor e aumentam a temperatura ambiente, intensificando o efeito das ilhas de calor urbanas. A qualidade do ar também é prejudicada, com o aumento dos níveis de ozônio troposférico e outros poluentes, resultando em mais incidência de doenças respiratórias. A poluição do ar é um problema crítico em cidades densamente povoadas e industrializadas, dificultando as condições de saúde dos habitantes urbanos (Hartinger *et al.*, 2024).

O aumento da evaporação e de demanda por água durante ondas de calor podem também levar a crises hídricas. Esse problema é particularmente preocupante em cidades onde o abastecimento de água já é insuficiente, agravando a escassez e afetando tanto o consumo doméstico quanto a agricultura urbana.

A produtividade laboral também é prejudicada com a diminuição da eficiência em setores que dependem de trabalho ao ar livre, como construção e agricultura, levando a perdas econômicas substanciais e afetando o desenvolvimento socioeconômico das cidades latino-americanas (Barcellos, 2024; Bitencourt *et al.*, 2023).

A seca e os incêndios florestais, por sua vez, afetam desproporcionalmente as populações rurais que dependem da agricultura para sua subsistência. A escassez de água e a degradação do solo resultante da seca comprometem a produção agrícola, intensificando a insegurança alimentar e econômica dessas comunidades.

Conforme discutido por Cannon (2008), a vulnerabilidade nesse caso está intimamente ligada a processos históricos de marginalização e

desigualdade no acesso a recursos hídricos e tecnologias agrícolas. Isso reflete uma construção social de vulnerabilidade em que determinadas comunidades são sistematicamente excluídas dos benefícios e das ações do Estado, tornando-as mais suscetíveis aos desastres climáticos de temperatura.

No semiárido brasileiro, a seca tem efeitos prolongados sobre as populações vulneráveis, agravando desigualdades socioeconômicas e ameaçando a segurança alimentar. A seca prolongada dos últimos anos resultou na redução significativa da produtividade agrícola, afetando drasticamente a economia local baseada na agricultura familiar.

Estudo sobre o aquífero aluvial no Ceará revela que a exploração excessiva do lençol freático, impulsionada por políticas públicas de perfuração de poços, agravou a situação durante períodos de seca, comprometendo a recarga do aquífero e forçando comunidades a substituir a agricultura por pecuária (Alves *et al.*, 2024).

Em regiões como o Seridó Potiguar, a vulnerabilidade à seca varia, mas o impacto permanece significativo devido à natureza histórica e complexa do fenômeno, que gera conflitos socioespaciais e institucionais, além de desafios jurídicos (Brito *et al.*, 2023).

Adicionalmente, a degradação ambiental na região semiárida do Brasil tem se intensificado, ameaçando a sobrevivência das populações locais e destacando a necessidade de monitoramento contínuo dos processos de desertificação, especialmente em áreas onde as secas têm sido mais severas (Paredes-Trejo *et al.*, 2023).

Modelos estocásticos sugerem que áreas no Nordeste brasileiro, particularmente em estados como Ceará e Piauí, apresentam alta vulnerabilidade

agrícola durante a estação seca, com consequências graves para a produção agrícola (Silva et al., 2023).

A eficácia de intervenções futuras depende de políticas de gestão adaptadas às condições socioeconômicas locais para evitar a sobreexploração dos recursos hídricos e garantir a adaptação das comunidades afetadas.

O fogo, especialmente em regiões florestais, representa uma ameaça significativa, agravada pela vulnerabilidade social e econômica das populações que habitam essas áreas. Em muitos casos, essas populações são forçadas a viver em regiões de risco devido à falta de alternativas econômicas, uma situação que Cannon (2008) descreve como uma forma de “vulnerabilidade inocente”.

A fumaça resultante dos incêndios florestais representa um perigo não só para as populações próximas ao fogo, mas também para aquelas localizadas a centenas de quilômetros de distância. A exposição prolongada à fumaça pode causar sérios problemas respiratórios, especialmente em populações vulneráveis como idosos, crianças e pessoas com condições pré-existentes de saúde.

Cannon (2008) argumenta, ainda, que a resposta a esses riscos muitas vezes desconsidera as desigualdades sociais, concentrando-se em medidas que não atendem às necessidades específicas dessas populações vulneráveis, perpetuando assim a desigualdade no impacto dos desastres.

4 AS POLÍTICAS PÚBLICAS: PLANOS DE ADAPTAÇÃO E DE CONTINGÊNCIA

As políticas públicas de enfrentamento dos desastres climáticos de temperatura requerem uma estratégia de adaptação, de longo prazo, destinada a ajustar sistemas e práticas para minimizar os danos, bem

como ações de contingência, de curto a médio prazo, focadas na resposta e recuperação de desastres climáticos extremos.

Em termos de políticas de adaptação, uma breve revisão global aponta que tais estratégias geralmente se concentram nas metas de proteção da saúde pública, da infraestrutura urbana e do meio ambiente contra os efeitos adversos desses desastres climáticos.

Muitos países têm desenvolvido os planos de ação para calor (*heat action plans*), como o *Heatwave Plan for England*, que incluem alertas de saúde pública, orientações sobre como se manter seguro durante períodos de calor extremo e medidas para proteger as populações vulneráveis (Brimicombe et al., 2021; Lo et al., 2022; Thompson et al., 2022). Sistemas de alerta e resposta (*heat health warning systems*), como o Sistema de Alerta de Ondas de Calor da Índia, são implementados para prever e comunicar riscos de ondas de calor, permitindo que as comunidades se preparem e respondam adequadamente (Li et al., 2022; Trahan et al., 2023).

Além disso, muitos países, como a Austrália, adotam políticas para modificar a infraestrutura urbana, incluindo a construção de edifícios com melhor isolamento térmico, criação de espaços verdes e implementação de telhados e pavimentos refletivos para reduzir a absorção de calor (Adnan et al., 2022; Cowan et al., 2014). Programas educacionais e campanhas de sensibilização são promovidos para informar a população sobre os riscos associados às ondas de calor e as melhores práticas para diminuir seus impactos (Kovats et al., 2006).

Em termos institucionais, organizações como a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Organização Meteorológica

Mundial (OMM) colaboram com países para desenvolver estratégias globais que incluem a adaptação às ondas de calor (Marx *et al.*, 2021; Mcelroy *et al.*, 2020). O *Relatório Especial sobre Calor Extremo*, da OMS, é um exemplo de orientação global. Acordos como o Acordo de Paris incentivam, ainda, os países a desenvolverem políticas de adaptação climática, incluindo medidas específicas para os desastres climáticos de temperatura, facilitando o compartilhamento de melhores práticas e tecnologias (Hess *et al.*, 2023; Kotharkar *et al.*, 2022; Turek-Hankins *et al.*, 2021).

Já em termos de financiamento climático, o Fundo Verde para o Clima (Green Climate Fund), estabelecido pela ONU, apoia projetos em países em desenvolvimento para melhorar a resiliência às mudanças climáticas, incluindo a adaptação e a contingência aos desastres climáticos de temperatura.

Organizações como o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud) e o Banco Mundial oferecem assistência técnica e financeira para ajudar os países a desenvolver e implementar políticas de adaptação aos eventos extremos.

No Brasil, os planos de adaptação e a contingência para os desastres climáticos de temperatura devem ser estruturados com base na Política Nacional de Defesa Civil e no Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima, que orientam ações de prevenção, preparação, resposta e recuperação diante de desastres climáticos (Damacena, 2022).

O monitoramento climático é realizado por instituições, como o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), e por órgãos estaduais e municipais, que fornecem dados meteorológicos essenciais para a previsão e detecção

precoce de eventos extremos de temperatura.

As ações de prevenção e preparação, muitas vezes pontuais, envolvem a coordenação entre as diferentes esferas do governo e setores, incluindo saúde, urbanismo e meio ambiente, visando reduzir a vulnerabilidade da população e melhorar a infraestrutura urbana e rural.

Entre as medidas de prevenção estão a promoção de áreas verdes, melhoria da ventilação urbana e campanhas de conscientização pública sobre os riscos e medidas de proteção durante ondas de calor e eventos de fumaça.

Em termos de resposta, os planos de contingência são ativados quando há previsão de eventos extremos de temperatura, com ações específicas, como o estabelecimento de centros de hidratação, a ampliação do horário de funcionamento de unidades de saúde e a disseminação de alertas à população por meio de diversos meios de comunicação.

Contudo, os planos de adaptação e contingência para temperaturas extremas no Brasil necessitam de melhor implementação, estruturação e aplicação, especialmente considerando as características territoriais das regiões mais vulneráveis.

A PNDC estabelece diretrizes para a prevenção, preparação e resposta a desastres naturais, incluindo os climáticos de temperatura, mas a aplicação prática desses planos enfrenta desafios significativos em todos os âmbitos do governo, dependendo em grande parte da infraestrutura regional, do preparo e da conscientização pública.

As ações de enfrentamento do clima extremo, por exemplo, são frequentemente coordenadas pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sedec), em parceria com estados e municípios, mas

ainda estão longe de serem efetivas e de alcançarem toda a população vulnerável.

O desenvolvimento desses planos, muitas vezes inexistentes ou insuficientes, fica restrito a grandes cidades, como São Paulo, Rio de Janeiro e Recife. Além disso, a criação de sistemas de alerta precoce, a elaboração de protocolos de resposta rápida e a mobilização de recursos para assistência às populações vulneráveis ainda são incipientes na maioria dos municípios brasileiros.

As populações mais vulneráveis a desastres climáticos de temperatura no Brasil são, em grande parte, aquelas que vivem em áreas urbanas densamente povoadas e em regiões com infraestrutura inadequada. Essas populações incluem moradores de favelas e de assentamentos informais nas grandes cidades, onde a urbanização descontrolada aumenta a exposição ao calor extremo e reduz a capacidade de adaptação devido à falta de áreas verdes e à má qualidade das habitações.

Além disso, comunidades rurais e indígenas nas regiões Norte e Nordeste, particularmente na Amazônia e no semiárido nordestino, também enfrentam vulnerabilidades significativas devido à elevada exposição e à limitada capacidade de resposta a eventos climáticos extremos.

No semiárido nordestino, a escassez de água e a baixa pluviosidade tornam as populações locais altamente suscetíveis a secas prolongadas e ao aumento das temperaturas. Assim, a vulnerabilidade a desastres climáticos no Brasil continua profundamente ligada às desigualdades socioeconômicas e à localização geográfica. Desse modo, destaca-se a necessidade de políticas públicas que promovam resistência e adaptação climática para essas comunidades.

5 A ATUAÇÃO DO PODER JUDICIÁRIO PARA PROTEGER OS VULNERÁVEIS DIANTE DE DESASTRES CLIMÁTICOS DE TEMPERATURA

O Poder Judiciário tem desempenhado um papel fundamental na proteção dos grupos vulneráveis diante de desastres climáticos no Brasil. A mudança climática afeta de maneira desproporcional populações que já vivem em condições de maior fragilidade, como comunidades de baixa renda, povos indígenas e moradores de áreas de risco.

Nesse contexto, cabe ao Judiciário assegurar que os direitos dessas populações sejam garantidos, especialmente quando há omissões ou ineficiência dos Poderes Executivo e Legislativo, ou do poder econômico, em adotar medidas preventivas e reparatórias (Filpo *et al.*, 2023; Marques, 2016).

No âmbito dos desastres climáticos de temperatura, cuja recorrência e impacto sobre um número crescente de indivíduos têm sido notórios, a atuação do Judiciário tem assumido um papel relevante no enfrentamento das lacunas existentes nas políticas públicas voltadas à adaptação e contingência desses eventos.

Dado que tais desastres afetam diretamente bens jurídicos coletivos e difusos, que transcendem a disposição do poder político e econômico, os processos estruturais têm ganhado visibilidade como meio de garantir a implementação de políticas públicas específicas. O princípio da inafastabilidade da jurisdição assegura que qualquer lesão ou ameaça a esses bens jurídicos pode ser submetida à apreciação judicial, reforçando a importância do controle jurisdicional na proteção dos direitos difusos e coletivos afetados pelos desastres climáticos de temperatura (Di Pietro *et al.*, 2019).

Quando as estratégias de governo apresentam lacunas em termos de ações adequadas de prevenção, como a construção de infraestrutura apropriada, ou a adoção de medidas de contingência aos riscos climáticos, o Judiciário pode ser acionado para assegurar o cumprimento efetivo dessas políticas ou, em casos de lacunas, para determinar a implementação de novas ações.

Os processos estruturais representam, assim, um importante mecanismo para compelir o Estado a agir de forma célere e eficaz, com o objetivo de minimizar os danos causados às populações vulneráveis e garantir a proteção de direitos fundamentais, como o direito à vida, à saúde e ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. Dessa forma, o Judiciário desempenha um papel essencial na correção de lacunas governamentais e na promoção da justiça ambiental (Fagundez *et al.*, 2020; Pereira, 2022; Rei, 2023).

Nesse contexto, tanto a comunidade acadêmica quanto diversos agentes da sociedade civil organizada têm destacado estratégias relevantes para a efetivação da justiça ambiental por meio da atuação do Poder Judiciário.

Iniciativas, como o *Protocolo Acesso à Justiça e Desastres: recomendações elaboradas para o sistema de justiça para atuação em casos de desastres* (Viana *et al.*, 2023), são fundamentais para o Judiciário no enfrentamento das mudanças climáticas e na proteção adequada das populações vulneráveis diante dos desastres climáticos, especialmente aqueles relacionados à temperatura.

Esse protocolo fornece diretrizes claras que abrangem tanto a prevenção quanto a resposta e contingência dos impactos causados por esses desastres. No contexto das emergências climáticas,

como as ondas de calor, essas diretrizes são de suma importância, uma vez que o número de pessoas afetadas por esses fenômenos tem se expandido em escala nacional.

O Poder Judiciário, ao utilizar documentos como esse protocolo, pode assegurar a efetividade das políticas públicas de adaptação e contingência, conforme indicam as recomendações nele contidas. Entre essas medidas estão a fiscalização de ações preventivas, como o mapeamento e o monitoramento de áreas de risco, e a exigência de que agentes públicos adotem ações voltadas à minimização dos impactos, incluindo a construção de infraestrutura adequada e a implementação de sistemas de alerta precoce, conforme disposto na Recomendação 15 do referido protocolo.

O protocolo ainda sugere uma atuação emergencial e a imposição de obras de infraestrutura (Recomendação 11), o que permite uma resposta judicial célere em situações de risco iminente, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas, onde a infraestrutura é insuficiente.

Adicionalmente, o protocolo orienta sobre a importância da participação ativa das comunidades vulneráveis, que devem ser ouvidas e incluídas na formulação e execução das políticas públicas. O princípio da transparência e a prestação de contas são cruciais, e o Judiciário pode garantir que esses elementos sejam observados tanto em ações preventivas quanto nas medidas de resposta e reconstrução pós-desastre (Viana *et al.*, 2023).

Ao julgar casos relacionados a desastres climáticos, o Poder Judiciário tem a oportunidade de reconhecer os direitos diferenciados de grupos historicamente marginalizados, como povos tradicionais e comunidades indígenas, cujas terras e modos de vida são ameaçados pelas

mudanças climáticas, e ainda assegurar a qualidade de vida de populações urbanas marginalizadas.

Nesse sentido, as decisões judiciais podem funcionar como um instrumento de inclusão social e justiça, assegurando a proteção dos mais vulneráveis e garantindo sua participação nos processos decisórios relativos às políticas climáticas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As populações vulneráveis são as mais severamente afetadas por desastres climáticos de temperatura. Esses fenômenos, intensificados pelas mudanças climáticas, ampliam as desigualdades preexistentes, expondo comunidades em condições precárias a riscos ainda maiores.

No Brasil, essas populações incluem moradores de áreas urbanas densamente povoadas, comunidades rurais dependentes da agricultura e povos indígenas, especialmente aqueles localizados na Amazônia e no semiárido nordestino.

Esses grupos enfrentam desafios críticos, como a falta de acesso à infraestrutura adequada, recursos hídricos e serviços de saúde, essenciais para a adaptação e contingência diante dos impactos climáticos.

O Poder Judiciário enfrenta desafios substanciais na proteção dessas populações, devido à complexidade dos desastres climáticos e à necessidade de uma abordagem interdisciplinar. Apesar de a legislação brasileira ser atualizada, ainda carece de normas específicas que detalhem a implementação de medidas eficazes de adaptação e contingência aos extremos de temperatura.

Para superar esses desafios, o Poder Judiciário pode desenvolver e aplicar uma série de medidas concretas. Entre elas,

está a criação de varas especializadas em litígios ambientais e climáticos, com juízes capacitados para lidar com as complexidades técnicas e científicas envolvidas. Além disso, é fundamental que o Judiciário adote uma postura proativa na fiscalização e execução de políticas públicas relacionadas ao clima, garantindo que as leis existentes sejam aplicadas de maneira eficaz e que as ações governamentais sejam monitoradas de perto para evitar lacunas e ineficiências.

Outra medida relevante seria a ampliação do acesso à Justiça para as populações vulneráveis, por meio de programas de assistência jurídica gratuita que incluam questões relacionadas a desastres climáticos.

Isso permitiria que essas comunidades, muitas vezes marginalizadas, pudessem reivindicar seus direitos e buscar reparação em casos de danos causados por eventos climáticos extremos.

Além disso, o Judiciário pode promover o uso de medidas cautelares e antecipatórias para prevenir danos iminentes, como a emissão de ordens judiciais que obriguem o poder público a adotar ações imediatas de mitigação e adaptação em áreas de risco.

Para fortalecer ainda mais a proteção dessas populações, o Judiciário deve incentivar a articulação entre diferentes esferas do governo e a sociedade civil, promovendo audiências públicas e consultas populares em processos que envolvam questões climáticas. Isso garantiria mais participação das comunidades afetadas na tomada de decisões, aumentando a transparência e a eficácia das políticas implementadas.

Em síntese, o Poder Judiciário desempenha um papel crucial na garantia da justiça climática, sendo necessário um compromisso firme para assegurar que as medidas de adaptação e contingência

sejam implementadas de forma a atender às necessidades das populações em risco.

A adoção dessas medidas concretas fortalecerá a capacidade do Judiciário de responder aos desafios impostos pelos desastres climáticos de temperatura, promovendo uma proteção mais equitativa e eficaz das populações vulneráveis no Brasil.

REFERÊNCIAS

ADNAN, M. S. G. *et al.* Vulnerability of Australia to heatwaves: A systematic review on influencing factors, impacts, and mitigation options. **Environmental Research**, 213, p. 113703, 2022.

AGHAMOHAMMADI, N. *et al.* Heat and Mental Health in Cities. **Urban Overheating: Heat Mitigation and the Impact on Health**: Springer, p. 81-107, 2022.

ALVES OLIVEIRA, B. F. *et al.* Deforestation and climate change are projected to increase heat stress risk in the Brazilian Amazon. **Communications Earth & Environment**, 2, n. 1, p. 207, 2021.

ALVES, R. S. *et al.* Effects of the latest drought on the alluvial aquifer of a semiarid region in northeastern Brazil. **Proceedings of IAHS**, 385, p. 225-229, 2024.

ANDERSON, G. B. *et al.* 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**, 119, n. 2, p. 210-218, 2011.

ARTAXO, P. Mudanças climáticas: caminhos para o Brasil: a construção de uma sociedade minimamente sustentável requer esforços da sociedade com colaboração entre a ciência e os formuladores de políticas públicas. **Ciência e Cultura**, 74, n. 4, p. 1-14, 2022.

AVILA-DIAZ, A. *et al.* Current and future climate extremes over Latin America and Caribbean: assessing earth system models from high resolution model intercomparison project (HighResMIP). **Earth Systems and Environment**, 7, n. 1, p. 99-130, 2023.

BACK, A. G. Política Nacional de Proteção e Defesa Civil: avanços e limites na preven-

ção de desastres. **Agenda Política**, 4, n. 1, p. 85-111, 2016.

BELL, M. L. *et al.* Vulnerability to heat-related mortality in Latin America: a case-crossover study in Sao Paulo, Brazil, Santiago, Chile and Mexico City, Mexico. **International journal of epidemiology**, 37, n. 4, p. 796-804, 2008.

BRASIL. **Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 14 out. 2024.

BRASIL. **Lei n. 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC. Brasília: Presidência da República, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Acesso em: 14 out. 2024.

BRIMICOMBE, C. *et al.* Heatwaves: an invisible risk in UK policy and research. **Environmental Science & Policy**, 116, p. 1-7, 2021.

BRITO, A. G. M. D. *et al.* Vulnerabilidade Socioambiental à Seca no Seridó Potiguar, Brasil: Construindo Indicadores. **Sociedade & Natureza**, 35, p. e67826, 2023.

CANNON, T. Vulnerability, “innocent” disasters and the imperative of cultural understanding. **Disaster Prevention and Management: An International Journal**, 17, n. 3, p. 350-357, 2008.

CLIMA, O. D. **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970-2020**. Brasília: Observatório do Clima 2021.

COWAN, T. *et al.* More frequent, longer, and hotter heat waves for Australia in the twenty-first century. **Journal of Climate**, 27, n. 15, p. 5851-5871, 2014.

CROWLEY, K. Fighting the future: The politics of climate policy failure in Australia (2015–2020). **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, 12, n. 5, p. e725, 2021.

DAMACENA, F. D. L. P., LUIZ FELIPE DA FONSECA; COSTA, RENATO ELISEU; MAR-

- CHEZINI, VICTOR. Fundos públicos federais e implementação da política nacional de proteção e defesa civil no Brasil. **Revista de Informação Legislativa**, 59, n. 235, p. 215-242, 2022.
- DI PIETRO, J. H. O. *et al.* Mediação socioambiental como método adequado de resolução de conflitos para (re) estabelecer o mínimo existencial ecológico nas hipóteses de desastres ambientais. **Revista Catalana de Dret Ambiental**, 10, n. 2, 2019.
- DUBOIS, S. M. *et al.* Mudanças climáticas: os desafios do controle do direito internacional ambiental e do Protocolo de Kyoto em particular. **Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, 13, n. 26, p. 195-210, 2016.
- DUTRA, A. S. *et al.* A intersetorialidade em pauta: uma breve análise das políticas de assistência social e de proteção e defesa civil. **Revista Vértices**, 22, n. 1, p. 123-135, 2020.
- EDSON FACHIN, L. Agenda 2030: emergência climática e o papel das instituições públicas. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, 10, n. 3, 2020.
- ESTRADA, F. *et al.* Economic impacts and risks of climate change under failure and success of the Paris Agreement. **Annals of the New York Academy of Sciences**, 1504, n. 1, p. 95-115, 2021.
- FAGUNDEZ, G. T. *et al.* Violação de direitos humanos e esforços de adaptação e mitigação: uma análise sob a perspectiva da justiça climática. **Revista Interdisciplinar de direitos humanos**, 8, n. 1, p. 227-240, 2020.
- FILPO, K. P. L. *et al.* Desastres naturais, omissões do poder público e judicialização: reflexões a partir do caso cidade de Petrópolis-2022. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, 12, n. 1, p. e25610-e25610, 2023.
- FOLKE, C. *et al.* Our future in the Anthropocene biosphere. **Ambio**, 50, p. 834-869, 2021.
- GATTI, L. V. *et al.* Increased Amazon carbon emissions mainly from decline in law enforcement. **Nature**, 621, n. 7978, p. 318-323, 2023.
- GUO, Y. *et al.* Extreme temperatures and mortality in Latin America: Voices are needed from the Global South. **Med**, 3, n. 10, p. 656-660, 2022.
- GUPTA, J. A history of international climate change policy. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, 1, n. 5, p. 636-653, 2010.
- HANSEN, A. *et al.* The effect of heatwaves on mental health in a temperate Australian city. **Epidemiology**, 19, n. 6, p. S85, 2008.
- HARTINGER, S. M. *et al.* The 2023 Latin America report of the Lancet Countdown on health and climate change: the imperative for health-centred climate-resilient development. **The Lancet Regional Health—Americas**, 33, 2024.
- HESS, J. J. *et al.* Public health preparedness for extreme heat events. **Annual Review of Public Health**, 44, n. 1, p. 301-321, 2023.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023**. Geneva: IPCC, 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle>. Acesso em: 12 out. 2024.
- KANITKAR, T. *et al.* Equity assessment of global mitigation pathways in the IPCC Sixth Assessment Report. **Climate Policy**, p. 1-20, 2024.
- KEPHART, J. L. *et al.* City-level impact of extreme temperatures and mortality in Latin America. **Nature medicine**, 28, n. 8, p. 1700-1705, 2022.
- KIKSTRA, J. S. *et al.* The IPCC Sixth Assessment Report WGIII climate assessment of mitigation pathways: from emissions to global temperatures. **Geoscientific Model Development**, 15, n. 24, p. 9075-9109, 2022.
- KOTHARKAR, R. *et al.* Progress in extreme heat management and warning systems: A systematic review of heat-health action plans (1995-2020). **Sustainable Cities and Society**, 76, p. 103487, 2022.
- KOVATS, R. S. *et al.* Heatwaves and public health in Europe. **The European Journal of Public Health**, 16, n. 6, p. 592-599, 2006.
- LEAL FILHO, W. Climate change in Latin America: an overview of current and future

trends. **Climate change adaptation in Latin America: managing vulnerability, fostering resilience**, p. 529-537, 2018.

LENTON, T. M. *et al.* Quantifying the human cost of global warming. **Nature Sustainability**, 6, n. 10, p. 1237-1247, 2023.

LI, T. *et al.* The global need for smart heat-health warning systems. **The Lancet**, 400, n. 10362, p. 1511-1512, 2022.

LO, Y. E. *et al.* Estimating heat-related mortality in near real time for national heatwave plans. **Environmental research letters**, 17, n. 2, p. 024017, 2022.

MARENGO, J. *et al.* Global warming and climate change in Amazonia: Climate-vegetation feedback and impacts on water resources. **Amazonia and global change**, 186, p. 273-292, 2009.

MARGOLIS, H. G. Heat waves and rising temperatures: human health impacts and the determinants of vulnerability. **Climate Change and Global Public Health**, p. 123-161, 2021.

MARQUES, T. F. O nascimento do direito dos desastres no Brasil. **Revista Acadêmica Licenciatras**, 4, n. 1, p. 108-123, 2016.

MARX, W. *et al.* Heat waves: a hot topic in climate change research. **Theoretical and applied climatology**, 146, n. 1, p. 781-800, 2021.

MCELROY, S. *et al.* Defining heat waves and extreme heat events using sub-regional meteorological data to maximize benefits of early warning systems to population health. **Science of the total environment**, 721, p. 137678, 2020.

MENIN, J. Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima: negociações, disputas e a agenda política do Brasil para adaptação. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - 2018, 30. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2018.

MILANEZ, B. *et al.* Justiça climática e eventos climáticos extremos: uma análise da percepção social no Brasil. **Revista Terceiro Incluído**, 1, n. 2, p. 82-100, 2011.

MORA, C. *et al.* Global risk of deadly heat. **Nature Climate Change**, 7, n. 7, p. 501-506, 2017/07/01 2017.

NUSDEO, A. *et al.* Adaptação às mudanças climáticas e prevenção a desastres na cidade de São Paulo. **Estudos Avançados**, 37, p. 263-278, 2023.

OBERMAIER, M. *et al.* Mudança climática e adaptação no Brasil: uma análise crítica. **Estudos avançados**, 27, p. 155-176, 2013.

ORLOV, A. *et al.* Economic costs of heat-induced reductions in worker productivity due to global warming. **Global Environmental Change**, 63, p. 102087, 2020.

PAREDES-TREJO, F. *et al.* Impact of drought on land productivity and degradation in the Brazilian semiarid region. **Land**, 12, n. 5, p. 954, 2023.

PEREIRA, D. Litigância climática: como solucionar conflitos por meio da justiça climática? **Revista da AGU**, 2022.

PIRACHA, A. *et al.* Urban air pollution, urban heat island and human health: a review of the literature. **Sustainability**, 14, n. 15, p. 9234, 2022.

RAMMÊ, R. S. A política da justiça climática: conjugando riscos, vulnerabilidades e injustiças decorrentes das mudanças climáticas. **Revista de Direito Ambiental**, 65, p. 367, 2012.

REI, F. Justiça Climática na Corte Internacional de Justiça. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, 13, n. 03, 2023.

RICHARDSON, K. *et al.* Earth beyond six of nine planetary boundaries. **Science advances**, 9, n. 37, p. eadh2458, 2023.

RIVERA, A. *et al.* Environmental injustice among Hispanics in Santa Clara, California: a human-environment heat vulnerability assessment. **GeoJournal**, 88, n. 3, p. 2651-2667, 2023.

RODRIGUES FILHO, S. *et al.* O clima em transe: políticas de mitigação e adaptação no Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, 19, 2016.

ROELFSEMA, M. *et al.* Taking stock of national climate policies to evaluate implementation of the Paris Agreement. **Nature Communications**, 11, n. 1, p. 1-12, 2020.

ROSEN, A. M. The wrong solution at the right time: The failure of the kyoto protocol on climate change. **Politics & Policy**, 43, n. 1, p. 30-58, 2015.

- RUCKELSHAUS, M. H. *et al.* The IPBES global assessment: Pathways to action. **Trends in Ecology & Evolution**, 35, n. 5, p. 407-414, 2020.
- SAFATLE, A. Mudança do clima: uma prova para os gestores públicos. **P22_ON**, 2016.
- SCHMIDT, L. O Brasil e as obrigações de redução de emissões de gases de efeito estufa no âmbito do regime internacional sobre mudança global do clima. **Revista Justiça do Direito**, 23, n. 1, 2011.
- SILVA, B. K. D. N. *et al.* Proposal of an Agricultural Vulnerability Stochastic Model for the Rural Population of the Northeastern Region of Brazil. **Climate**, 11, n. 10, p. 211, 2023.
- SOKOŁOWSKI, M. M. *et al.* Defining and conceptualising energy policy failure: the when, where, why, and how. **Energy Policy**, 161, p. 112745, 2022.
- SON, J.-Y. *et al.* The impact of temperature on mortality in a subtropical city: effects of cold, heat, and heat waves in São Paulo, Brazil. **International journal of biometeorology**, 60, p. 113-121, 2016.
- SOUZA, M. C. O. *et al.* Do Protocolo Kyoto ao Acordo de Paris: uma análise das mudanças no regime climático global a partir do estudo da evolução de perfis de emissões de gases de efeito estufa. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, 42, 2017.
- SPARACINO, J. *et al.* Long-term (35 Years) Rainy and Dry Season Characterization in Semiarid Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 36, p. 377-391, 2021.
- STEFFEN, W. *et al.* The Anthropocene: from global change to planetary stewardship. **Ambio**, 40, n. 7, p. 739-761, 2011.
- STEFFEN, W. *et al.* Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. **Science**, 347, n. 6223, p. 1259855, 2015.
- THOMPSON, R. *et al.* Heatwave mortality in summer 2020 in England: An observational study. **International journal of environmental research and public health**, 19, n. 10, p. 6123, 2022.
- TORRES, P. H. C. *et al.* Justiça climática e as estratégias de adaptação às mudanças climáticas no Brasil e em Portugal. **Estudos avançados**, 35, p. 159-176, 2021.
- TRAHAN, A. *et al.* Extreme heat, gender, and access to preparedness measures: An analysis of the heatwave early warning system in Ahmedabad, India. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 99, p. 104080, 2023.
- TUREK-HANKINS, L. L. *et al.* Climate change adaptation to extreme heat: a global systematic review of implemented action. **Oxford Open Climate Change**, 1, n. 1, p. kgab005, 2021.
- VIANA, A. T. D. C. *et al.* **Protocolo Acesso à Justiça e Desastres**: recomendações elaboradas para o sistema de justiça para atuação em casos de desastres. Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. 2023.
- VIGLIO, J. E. *et al.* Narrativas científicas sobre petróleo e mudanças do clima e suas reverberações na política climática brasileira. **Sociologias**, 21, n. 51, p. 124-158, 2019.
- WEGENER, L. Can the Paris agreement help climate change litigation and vice versa? **Transnational Environmental Law**, 9, n. 1, p. 17-36, 2020.
- YADAV, N. *et al.* Systematic exploration of heat wave impact on mortality and urban heat island: A review from 2000 to 2022. **Urban Climate**, 51, p. 101622, 2023.
- ZAITCHIK, B. F. *et al.* Europe's 2003 heat wave: a satellite view of impacts and land-atmosphere feedbacks. **International Journal of Climatology**, 26, n. 6, p. 743-769, 2006.

Giovana Mira de Espindola

Advogada e Engenheira, Mestre e Doutora em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Atualmente, exerce o cargo de Professora Adjunta na Universidade Federal do Piauí (UFPI), onde atua como docente permanente do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

