

**CONEXÕES ENTRE DESASTRES NATURAIS E VULNERABILIDADE SOCIAL NO
BRASIL: UMA ANÁLISE DE JUSTIÇA CLIMÁTICA DE 1991 A 2022**

**CONNECTIONS BETWEEN NATURAL DISASTERS AND SOCIAL
VULNERABILITY IN BRAZIL: A CLIMATE JUSTICE ANALYSIS FROM 1991 TO
2022**

Recebido em: 02/11/2024

Aceito em: 04/01/2025

Publicado em: 31/01/2025

Alan Francisco Carvalho Pereira¹ 
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Luiza Garziera² 
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Marcelo Henrique Pereira dos Santos³ 
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Patrícia Pereira Alves⁴ 
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Resumo: Este estudo tem como objetivo examinar a intersecção entre desastres naturais e vulnerabilidade social no Brasil de 1991 a 2022, explorando as dimensões da justiça climática. A análise se concentra como os eventos climáticos afetam as populações mais vulneráveis, evidenciando as desigualdades existentes e destacando a importância de uma abordagem equitativa na gestão de riscos e na implementação de políticas de conservação ambiental. Utilizando dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, o trabalho analisa o impacto de eventos climáticos adversos em municípios com diferentes níveis de vulnerabilidade social. A metodologia adotada é quantitativa, utilizando análise estatística para correlacionar a frequência de desastres com indicadores de desenvolvimento social. Os resultados indicam uma correlação significativa entre alta vulnerabilidade social e maior impacto dos desastres, sugerindo a necessidade de políticas públicas mais efetivas para aumentar a resiliência das comunidades vulneráveis.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas; Impactos Socioeconômicos; Análise Temporal; Resiliência.

Abstract: This study aims to examine the intersection between natural disasters and social vulnerability in Brazil from 1991 to 2022, exploring aspects of climate justice. The analysis focuses on how climatic events affect the most vulnerable populations, highlighting existing inequalities and emphasizing the importance of an equitable approach in risk management and the implementation of environmental conservation policies. Using data from the Integrated Disaster Information System, the work analyzes the impact of adverse climatic events on municipalities with varying levels of social vulnerability. The adopted methodology is quantitative, using statistical analysis to correlate the frequency of disasters with social development indicators. The results indicate a significant

¹Discente do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF. E-mail: alan.francisco@univasf.edu.br

² Discente do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF. E-mail: garzieraluiza@gmail.com

³Docente do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF. E-mail: marcelo.henrique@univasf.edu.br

⁴ Discente do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF. E-mail: patricia.pereira@ifsertao-pe.edu.br

correlation between high social vulnerability and greater disaster impact, suggesting the need for more effective public policies to increase the resilience of vulnerable communities.

Keywords: Climate Changes; Socioeconomic Impacts; Temporal Analysis; Resilience.

INTRODUÇÃO

A crescente incidência de desastres naturais no Brasil, como aconteceu recentemente pela devastação em massa que afetou mais de 90% do estado do Rio Grande do Sul em maio de 2024, destaca a urgência em se abordar as interações entre as mudanças climáticas e a vulnerabilidade social (Revista Radis, 2024). Esses eventos trazem consigo uma série de impactos socioeconômicos estruturais, incluindo a perda de vidas, aumento de doenças, sobrecarga nos sistemas de saúde e um agravamento da crise habitacional, com desalojados e desabrigados no médio e longo prazo. Tais adversidades expõem as disparidades sociais, tornando imperativo compreender como e onde elas afetam mais intensamente as comunidades (Saito *et al.*, 2019).

A busca pelo aprofundamento desse entendimento é fundamental para estruturar respostas através de políticas públicas e gerenciamento eficaz por parte do Estado, visando aumentar a resiliência das populações, regiões e territórios aos efeitos das tragédias climáticas. A identificação das áreas e pessoas mais vulneráveis pode orientar esforços para mitigar riscos e reduzir o número de vitimados por esses desastres, promovendo, dessa forma, uma resposta mais justa e eficiente (Milanez; Fonseca, 2010; Scotti; Pereira, 2022).

As populações e comunidades marginalizadas ao processo de desenvolvimento humano, social e de acesso a direitos fundamentais carregam os maiores ônus, sofrendo impactos desproporcionais que refletem as diferenciações econômicas e sociais entre países, regiões e localidades. A justiça climática, portanto, emerge como uma visão crítica para analisar essas interações e questionar em que medida as desigualdades influenciam a capacidade de responder a esses desafios (Cartier *et al.*, 2009; Milanez; Fonseca, 2010; Scotti; Pereira, 2022; Isaguirre-Torres; Maso, 2023).

Outro ponto destacado por Saito *et al.* (2019) e Scotti e Pereira (2022), remete a fatores como desequilíbrio na distribuição de renda, urbanização desordenada e deficiências no desenvolvimento das cidades agravam a vulnerabilidade das populações a desastres climáticos. As limitações em infraestrutura e serviços básicos, traduzidas em moradia, saúde e saneamento, enfatizam a necessidade de uma abordagem mais integrada no planejamento urbano e na gestão de riscos. Apesar de avanços significativos na redução de desigualdades sociais nas últimas três décadas, o Brasil ainda enfrenta grandes desafios na melhoria dos indicadores sociais e na

capacidade de adaptação de estados e municípios, e isso se direciona também aos efeitos das alterações climatológicas (Pachmann, 2021).

Com a preocupação de encontrar relações entre desigualdades e pessoas atingidas pelos desastres climáticos, este trabalho lança o seguinte problema: Em que grau existe uma relação entre o número de atingidos por desastres naturais causados por eventos climáticos e o nível de vulnerabilidade dos municípios do Brasil? O objetivo é dimensionar o tamanho da (in)justiça climática no Brasil em escala nacional, sabendo-se que o número de eventos adversos só cresce ao longo do tempo, como destacado por Saito *et al.*, (2019).

O aumento na frequência de desastres naturais, além de sugerir uma intensificação das condições climáticas adversas, também implica em maiores desafios para as regiões e populações mais vulneráveis (Londe *et al.*, 2018). Com uma correlação forte entre o número crescente de desastres e a vulnerabilidade social, o resultado indica a necessidade urgente de políticas públicas mais eficazes com foco na mitigação de impactos.

Introduzindo o conceito de forma direta, a justiça climática deriva da "justiça ambiental" e indica, conforme Bullard (2004), que se deve considerar não só as desigualdades ambientais, mas também sociais que são exacerbadas pelas mudanças climáticas. Enfatiza-se assim, que as políticas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas devem ser projetadas de maneira a não replicar ou agravar as injustiças existentes, assegurando que comunidades vulneráveis tenham voz ativa e participação efetiva nas políticas que afetam diretamente suas vidas e bem-estar.

Milanez e Fonseca (2010) entendem a justiça climática também como um desdobramento da justiça ambiental, focando na distribuição desigual dos impactos das mudanças climáticas. Os autores destacam que os mais afetados por eventos climáticos extremos, como enchentes e secas, tendem a ser os grupos sociais menos responsáveis por emissões de gases do efeito estufa, ressaltando uma disparidade entre quem causa e quem sofre com essas mudanças. Desse modo, a justiça climática se refere não apenas à mitigação dos impactos climáticos, mas também ao reconhecimento e à responsabilização pelas causas desses acontecimentos.

A problemática das mudanças climáticas está intrinsecamente ligada às desigualdades sociais e à pobreza, e é dentro deste contexto que o conceito de justiça climática ganha relevância. Scotti e Pereira (2022) enfatizam que a justiça climática deve ser uma prioridade, assegurando que nenhuma comunidade, especialmente as mais vulneráveis, carregue de forma mais intensa os efeitos adversos do aquecimento global. Em diversas regiões

do mundo, inclusive no Brasil, as comunidades mais pobres, que frequentemente vivem com os menores rendimentos, enfrentam os impactos mais severos dos desastres naturais, que incluem desde a perda de moradias até graves danos pessoais, perdas humanas e destruições de memórias efetivas.

O exemplo palpável dessas desigualdades, os eventos catastróficos em Petrópolis, Rio de Janeiro, e em Pernambuco ilustram bem esta realidade. Em Petrópolis, os deslizamentos de terra resultaram em 232 mortes em fevereiro de 2022, e em Pernambuco, mais de 128 pessoas perderam a vida devido a eventos climáticos extremos, totalizando mais de 500 óbitos no país em um curto espaço de tempo (Scotti; Pereira, 2022).

Tais desastres afetaram desproporcionalmente as famílias de baixa renda, muitas residentes em comunidades e áreas marginalizadas, frequentemente esquecidas pelas políticas públicas (Pereira *et al.*, 2023). A justiça climática busca, portanto, mitigar esses impactos e fortalecer a capacidade de adaptação dessas comunidades vulneráveis às mudanças no ambiente e na dinâmica social em que estão inseridas. A ideia central, conforme Robinson (2021), é que os mais afetados pelos desastres climáticos são frequentemente os menos responsáveis por provocá-los, vivendo em áreas de baixo desenvolvimento e com contribuições mínimas para as causas globais das mudanças climáticas.

Além disso, estratégias eficazes de mitigação das mudanças climáticas devem se alinhar com os princípios do desenvolvimento sustentável, que visam a preservação ambiental, bem como a redução da pobreza e a equidade social. A justiça social, segundo Rattner (2009 *apud* Scotti; Pereira, 2022), é fundamental para alcançar um desenvolvimento sustentável verdadeiro e eficaz. Assim, ao desenvolver políticas públicas focadas em justiça climática, é possível impulsionar um desenvolvimento que seja inclusivo e participativo, integrando preocupações sociais e ambientais (Capella, 2018).

No contexto brasileiro, as mudanças climáticas impõem desafios significativos ao crescimento e desenvolvimento econômico. Estudos indicam que, até 2050, o PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro poderá sofrer reduções significativas, estimando-se que a queda no crescimento econômico poderá alcançar dois terços da taxa média projetada para este período, com a taxa de expansão da capacidade produtiva nacional reduzindo-se para cerca de 1% ao ano (Haddad *et al.*, 2013; Souza; Haddad, 2018).

Os efeitos sobre o consumo doméstico são igualmente preocupantes, prevendo-se uma redução de até 2% ao ano, influenciada diretamente pela diminuição da renda média das famílias. O impacto econômico acumulado dessas mudanças poderia exceder

US\$ 200 bilhões até a metade deste século, com projeções ainda mais alarmantes para o período subsequente até 2100, onde os custos poderiam superar US\$ 600 bilhões, caso medidas eficazes de mitigação e adaptação não sejam implementadas (Souza; Haddad, 2018).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo adota uma abordagem quantitativa, utilizando o *software R* e a interface *R-Studio* para analisar a relação entre indicadores sociais e o impacto de tragédias climáticas nos municípios brasileiros. As ferramentas "*summary*" e o pacote "*ggplot2*" foram essenciais para a análise estatística e a criação de gráficos.

A pesquisa é classificada como descritiva e experimental, explorando correlações e aplicando métodos estatísticos para generalizar os achados, conforme citado por Gil (2002, 2022). O estudo abrange todos os municípios brasileiros, permitindo uma análise comparativa e regional. As características do estudo incluem manipulação, controle e distribuição aleatória dos elementos. O objetivo é fornecer uma visão clara das tendências e características dos dados, facilitando a interpretação e contribuindo para o entendimento das consequências das tragédias estudadas. Os resultados são aplicáveis em outros contextos, validando a reaplicação metodológica (Ganga, 2012).

Os dados foram extraídos do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID). O S2ID é uma plataforma eletrônica desenvolvida pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), do Ministério do Desenvolvimento Regional, projetada para consolidar, organizar e facilitar o acesso às informações relacionadas a desastres naturais e emergências em todo o território brasileiro.

A base de dados permite que entidades municipais, estaduais e federais documentem incidentes de desastres de maneira uniforme, abrangendo detalhes como o tipo de desastre, localização, magnitude dos danos e número de pessoas impactadas. Ele também inclui a administração de recursos para atendimento às emergências, coordenando a distribuição de itens de ajuda, a exemplo de alimentos, água potável, abrigos e assistência médica. Ademais, a ferramenta integra informações de diversas fontes, incluindo dados meteorológicos, informações geográficas e relatórios de campo, oferecendo uma visão amplificada e atual das emergências (Brasil, 2022).

As notificações presentes no sistema são geradas a partir dos registros dos usuários, a nível municipal, pelo Formulário de Informações do Desastre (FIDE). No formulário é necessário para o registro inicial da ocorrência, todas as informações relevantes

para a caracterização de um desastre, incluindo a estimativa de afetados, danos materiais e ambientais, além de prejuízos públicos e privados (Brasil, 2022). Importante salientar que o número final de afetados (atingidos) pela ocorrência é registrado na base pelos números oficiais da SEDEC, podendo divergir do número inicial informado. Optou-se pela consideração desse número final registrado, tratado como estatística oficial, para fins de estimativas de resultados do presente trabalho. A consolidação das informações utilizadas se deu pelas funcionalidades de análise de dados e geração de relatórios. Todos os anos disponíveis na plataforma foram considerados, proporcionando uma série histórica de 1991 a 2022.

Um outro filtro usado foi o de restringir as notificações para o grupo de classificação da notificação “climatológico” e limitar as notificações para as descrições de tipologia de causa dessas ocorrências que são: estiagem e seca, enxurradas, alagamentos, deslizamentos, inundações, onda de calor e onda de frio. As variáveis que foram consideradas representando os afetados, ou atingidos, por cada ocorrência são categorizadas em 6 subgrupos, descritos abaixo.

Quadro 1 – Categorias de afetados a serem quantificadas no FIDE.

| Categoria | Descrição |
|------------------|---|
| Mortos (óbitos) | Pessoas que perderam suas vidas em decorrência direta dos efeitos do desastre. |
| Feridos | Pessoas que sofreram lesões em decorrência direta dos efeitos do desastre e necessitam de intervenção médico-hospitalar, materiais e insumos de saúde (medicamentos, médicos, etc.) |
| Enfermos | Pessoas que desenvolveram processos patológicos em decorrência direta dos efeitos do desastre. |
| Desalojados | Pessoas que, em decorrência dos efeitos do desastre, desocuparam seus domicílios, mas não necessitam de abrigo público. |
| Desabrigados | Pessoas que necessitam de abrigo público, como habitação temporária, em função de danos ou ameaça de danos causados em decorrência direta dos efeitos do desastre. |
| Desaparecidos | Pessoas que necessitam ser encontradas, pois, em decorrência direta dos efeitos do desastre, estão em situação de risco de morte iminente e em locais inseguros/perigosos. |

Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC). Nota: Por ausência de clareza na definição e peso proporcional na base, a variável “outros atingidos” não foi considerada na análise.

Um último parâmetro ajustado foi a frequência das informações, agregando os registros de diários para anual. Desse modo, foi obtido um painel de dados com 49.227 observações e 10 variáveis: número de óbitos, número de feridos, número de enfermos, número de desalojados, número de desabrigados, número de desaparecidos, município de registro, estado (UF), região e ano de registro.

Para a consideração das demais variáveis de interesse usadas no estudo, uma outra fonte de dados foi juntada, baseando-se em um “merge” pelo comando “inner_join”, ao *dataframe* inicial. Para a análise relação com os níveis dos indicadores sociais, optou-se pela seleção de três índices principais: o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e o Índice de Gini. O IVS é disponibilizado, atualmente, apenas para o ano de 2010 e abrange todos os municípios, conforme dados do Atlas da Vulnerabilidade Social (AVS), gerido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Este índice reflete a exposição das populações mais carentes a condições adversas, evidenciando aspectos socioeconômicos, políticos, culturais e físicos que afetam os direitos fundamentais (Caldas; Sampaio, 2015; IPEA, 2015).

Por outro lado, o IDHM e o Índice de Gini foram coletados para os anos de 1991, 2000 e 2010, permitindo uma análise comparativa ao longo do tempo e se os níveis anteriores desses indicadores têm algum tipo de relação positiva ou negativa com o estado de ocorrências de eventos adversos e suas vítimas. O IDHM oferece uma perspectiva multidimensional do desenvolvimento humano em níveis municipais, focando em renda, educação e saúde (PNUD, 2010; PNUD/IPEA, 2013). O Índice de Gini, proposto por Corrado Gini em 1912, mede a desigualdade de renda entre a população, com valores variando de zero (igualdade total) a um (desigualdade completa) (Medeiros, 2012). Os dados foram baixados da base municipal disponibilizada no IPEADATA.

A escolha pelo IDHM se justifica pela relevância deste indicador em fornecer um parâmetro sobre o contexto socioeconômico que pode influenciar a vulnerabilidade e a resiliência das populações diante de desastres naturais. Por sua vez, a opção pelo Índice de Gini foca na possibilidade de analisar como a desigualdade de renda nos municípios pode, ou não, intensificar os impactos de desastres. Imagina-se que áreas com maior desigualdade geralmente possuem recursos limitados e infraestrutura deficiente nas comunidades mais pobres, elevando sua vulnerabilidade.

Para o tratamento e análise dos dados obtidos no estudo, procedeu-se inicialmente com a definição de um conjunto de variáveis de interesse, após o qual a base foi estruturada como um painel, utilizando as funções especializadas disponíveis no pacote “plm” do *software R*. O conjunto de dados estabelecido abrangia um total de 5.112 municípios brasileiros e incluía 17 variáveis distintas (já com a inclusão do IVS_2010, IDHM_1991, IDMH_2000, IDHM, 2010, Gini_1991, Gini_2000 e Gini_2010). Durante o processo de tratamento das informações, os municípios nos quais se identificaram registros válidos, mas que não

apresentavam pessoas afetadas (registros zero) ou possuíam valores ausentes (NA) nos atributos que categorizavam os atingidos, foram excluídos da análise para garantir a integridade e a relevância estatística dos resultados.

No que diz respeito à análise gráfica, optou-se por uma abordagem descritiva com o intuito de gerar entendimentos preliminares sobre o comportamento dos dados relacionados às categorias de pessoas atingidas. O desenvolvimento gráfico envolveu a agregação dos parâmetros por unidades federativas (UF) e por regiões geográficas. Esse processo de aglutinação foi realizado pelo *R* através do uso da função de agregação "*sum*", que permitiu calcular o total acumulado de cada categoria de afetados por município a cada ano, agrupando esses totais tanto por estado quanto por região.

Para apresentar os valores de maneira eficaz foram selecionados gráficos de radar (também conhecidos como gráficos em formato de teia) e gráficos de área – além dos gráficos apresentados na introdução para verificar a dispersão dos dados ao longo do tempo e tendência de evolução das variáveis categorizadas para indivíduos vitimados. Esses tipos foram escolhidos por sua capacidade de facilitar comparações visuais diretas entre diferentes níveis geográficos, permitindo assim uma melhor visualização do comportamento dos fatores selecionados.

Para investigar a correlação entre o número de pessoas atingidas, divididas por categorias, e os indicadores sociais, optou-se pela utilização do coeficiente de correlação de Pearson. A análise foi realizada com dados ao nível municipal e envolveu dois métodos de agrupamento dos dados: primeiro, pelo total de indivíduos atingidos em cada município, somando-se todas as notificações registradas anualmente para cada categoria; e segundo, pelo maior número de pessoas afetadas em um único evento reconhecido por categoria, o que permitiu focar a análise nos eventos de maior impacto em cada município.

A utilização de um método *ad hoc* para duas formas de agrupamento na análise da correlação entre o número de pessoas atingidas por desastres, categorizadas por diferentes critérios, e os indicadores sociais em municípios foi fundamentada pela necessidade de abordar as especificidades e variações locais que influenciam diretamente a vulnerabilidade social, desigualdade e desenvolvimento. Além disso, a análise da figura 1 demonstra um componente de aleatoriedade em notificações de desastres, representados por uma alta variabilidade nos dados. Fazer esses agrupamentos indicados, traz uma capacidade de entender melhor a dinâmica das informações e sua co-distribuição ao longo da série com a evolução dos indicadores municipais.

Na investigação da relação entre o número de pessoas atingidas por desastres e os indicadores sociais nos municípios, a análise de correlação é empregada de forma similar à regressão. Enquanto a regressão poderia ser usada para prever o impacto dos indicadores sociais sobre o número de pessoas afetadas em futuros eventos, a correlação foca em medir a intensidade e a direção da relação linear entre essas duas variáveis.

Conforme delineado por Gujarati e Porter (2011) e Triola (2019), o coeficiente de correlação entre duas variáveis X e Y é calculado seguindo a expressão abaixo.

$$r = \frac{(n\sum xy - \sum x \sum y)}{\sqrt{[(n\sum x^2 - (\sum x)^2)(n\sum y^2 - (\sum y)^2)]}} \quad (1)$$

Especificamente, o coeficiente de correlação usado ajuda a entender até que ponto variações em uma variável, como os indicadores sociais, correspondem a variações no número de atingidos por desastres. Este coeficiente, que varia de -1 a 1, revela a natureza da relação: valores próximos aos extremos indicam uma forte correlação positiva ou negativa, respectivamente, sugerindo que altos ou baixos níveis em um indicador estão associados a um aumento ou diminuição no número de atingidos. Valores próximos de zero, por outro lado, indicam uma relação linear fraca ou inexistente. Esta análise é crucial para identificar padrões nos dados e para orientar as políticas de prevenção e mitigação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1, seguinte, apresenta resultados das distribuições dos atingidos pelas suas diferentes categorias, agregados por região do país ao longo do tempo. Os números foram considerados pelos eventos com maiores contingentes de afetados. Fazendo uma análise de frequência das ocorrências, nas 6 variáveis observadas, o Nordeste aparece liderando o grupo de mais atingidos em Desalojados, Feridos, Desabrigados e Enfermos, além de apresentar o segundo maior nível de Desaparecidos. Na região, eventos recentes e marcantes, de acordo com dados da SEDEC, podem ser destacados nos estados da Bahia (2021 e 2022), com inundações, alagamentos e deslizamentos provenientes das chuvas que geraram impactos para cerca de 4.000 pessoas, e Pernambuco (2019), com uma série de deslizamentos, também resultantes das chuvas, que atingiram mais de 1.600 pessoas.

Figura 1 – Distribuição das categorias de atingidos por Região, de acordo com as notificações reconhecidas, considerando o total entre 1991 e 2022.



Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC).

O Nordeste, por comportar quase a totalidade dos municípios do semiárido brasileiro, também detém muitos efeitos adversos decorrentes da seca e estiagem, que tendem a se agravar, em alguns períodos do ano, devido ao *El Niño*. A seca e estiagem são os que lideram o número de notificações de emergências, ao longo dos anos investigados na base de dados, nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, e, como indicado por Alpino, Sena e Freitas (2016) e Sena e Barcellos (2019), estão diretamente relacionados com a piora dos indicadores de saúde (via níveis elevados de desnutrição e qualidade da água e do ar) representando, possivelmente, um agravamento nas observações das categorias estudadas, principalmente das variáveis indicadas por enfermos e feridos, além de desalojados e desabrigados.

A outra região que apresenta uma elevada recorrência entre maiores atingidos é o Sudeste, principalmente apresentando os maiores níveis de óbitos e desaparecidos. A região

também aparece com números elevados de desalojados e feridos. Corroborando com Saito *et al* (2019) e Scotti e Pereira (2022), os eventos recentes que podem ser listados e destacados na região são os deslizamentos e inundações em Niterói (2010); os alagamentos e deslizamentos da região serrana do Rio de Janeiro (2011/12), com quase 900 mortos; alagamentos na região metropolitana de Belo Horizonte (2020); inundações e deslizamentos em Petrópolis (2022) e o alagamento, inundações e deslizamentos observados no litoral de São Paulo nos anos de 2020 e 2022.

Uma das explicações possíveis é que a região, principalmente nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, concentra a maior quantidade de pessoas residindo em localidades vulneráveis a deslizamentos, como encostas e morros, com um número aproximado de 5 milhões de pessoas, segundo dados processados do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - Cemaden (Brasil, 2018).

Outras regiões também se destacam no número acumulado de atingidos, caso visto na região Norte para as categorias Desalojados, Feridos, Desabrigados e Enfermos e a região Sul, com Desalojados, Feridos e Desabrigados. Os efeitos desses cenários de destruição tendem a gerar consequências em outras dimensões, a saber: a social (elevando-se o número de pessoas em situação de pobreza extrema), econômica (com os danos causados à indústria, empresas em geral e comércio locais), na agricultura (com a perda da produtividade e da produção), além da saúde (com o agravamento de doenças físicas e psicológicas por todos as perdas afetivas e materiais sofridas).

Na tabela 1, encontra-se uma descrição dos dados apresentados quanto aos números de notificações ao longo da série, bem como a agregação, pela média dos municípios de cada estado, do índice de Gini e IDHM (para 1991, 2000 e 2010) e o IVS (para 2010). Como já indicado pela figura 3, dentre as unidades da federação com municípios que apresentaram as maiores ocorrências de atingidos também apresentam os maiores números de notificações. Minas Gerais e São Paulo, juntos, ultrapassam 10 mil registros. O Sul, por sua vez, apresenta um nível elevado de atingidos na série estudada, com quase 15 mil comunicados ao longo dos 32 anos de análise (se considerar a junção dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul). Aqui cabe um destaque, pois esses dados provavelmente mostrarão uma mudança forte nos números, já que ainda não captam a tragédia que vem ocorrendo, e seus efeitos, no estado gaúcho e sul do estado catarinense no ano de 2024.

Tabela 1 – Distribuição dos índices de Gini, IDHM, IVS e notificações reconhecidas, considerando o total entre 1991 e 2022, por Unidade da Federação.

| UF | Notificações | Gini | | | IDHM | | | IVS |
|----|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1991 | 2000 | 2010 | 1991 | 2000 | 2010 | 2010 |
| MG | 7.995 | 0,530 | 0,542 | 0,476 | 0,519 | 0,589 | 0,649 | 0,321 |
| RS | 7.565 | 0,540 | 0,512 | 0,467 | 0,582 | 0,650 | 0,722 | 0,239 |
| SC | 7.351 | 0,509 | 0,520 | 0,441 | 0,576 | 0,659 | 0,728 | 0,218 |
| BA | 5.712 | 0,539 | 0,562 | 0,525 | 0,438 | 0,497 | 0,574 | 0,455 |
| PB | 3.705 | 0,508 | 0,529 | 0,500 | 0,399 | 0,479 | 0,565 | 0,444 |
| PI | 3.210 | 0,506 | 0,555 | 0,540 | 0,381 | 0,453 | 0,547 | 0,466 |
| PE | 3.081 | 0,530 | 0,572 | 0,520 | 0,452 | 0,504 | 0,574 | 0,471 |
| CE | 2.868 | 0,525 | 0,590 | 0,528 | 0,417 | 0,478 | 0,559 | 0,438 |
| RN | 2.796 | 0,520 | 0,555 | 0,501 | 0,429 | 0,497 | 0,580 | 0,411 |
| PR | 2.713 | 0,538 | 0,543 | 0,467 | 0,553 | 0,622 | 0,692 | 0,271 |
| SP | 2.340 | 0,509 | 0,520 | 0,461 | 0,633 | 0,675 | 0,719 | 0,245 |
| ES | 1.868 | 0,566 | 0,555 | 0,496 | 0,552 | 0,629 | 0,681 | 0,270 |
| MS | 1.710 | 0,565 | 0,573 | 0,517 | 0,582 | 0,629 | 0,688 | 0,323 |
| MT | 1.487 | 0,550 | 0,575 | 0,508 | 0,576 | 0,635 | 0,682 | 0,306 |
| RJ | 1.483 | 0,541 | 0,535 | 0,490 | 0,594 | 0,665 | 0,705 | 0,276 |
| PA | 1.427 | 0,539 | 0,589 | 0,567 | 0,489 | 0,532 | 0,577 | 0,539 |
| AL | 1.266 | 0,494 | 0,583 | 0,534 | 0,425 | 0,466 | 0,548 | 0,519 |
| AM | 957 | 0,564 | 0,632 | 0,620 | 0,471 | 0,489 | 0,545 | 0,595 |
| MA | 742 | 0,494 | 0,574 | 0,561 | 0,403 | 0,447 | 0,531 | 0,582 |
| SE | 727 | 0,494 | 0,540 | 0,506 | 0,454 | 0,495 | 0,577 | 0,439 |
| GO | 407 | 0,536 | 0,559 | 0,492 | 0,567 | 0,621 | 0,687 | 0,304 |
| TO | 364 | 0,519 | 0,597 | 0,541 | 0,469 | 0,530 | 0,610 | 0,400 |
| AC | 149 | 0,522 | 0,607 | 0,608 | 0,467 | 0,507 | 0,585 | 0,518 |
| RR | 134 | 0,663 | 0,624 | 0,650 | 0,510 | 0,545 | 0,578 | 0,511 |
| RO | 116 | 0,590 | 0,581 | 0,530 | 0,522 | 0,618 | 0,666 | 0,349 |
| AP | 82 | 0,550 | 0,611 | 0,614 | 0,525 | 0,553 | 0,619 | 0,502 |
| DF | 12 | 0,620 | 0,630 | 0,630 | 0,762 | 0,805 | 0,863 | 0,294 |

Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC); IPEADATA (2024). Nota: Os dados dos índices de Gini, IDHM e IVS foram agregados considerando a média dos indicadores apresentados pelos municípios.

Os estados do Nordeste, por sua vez, são os que apresentaram maiores notificações de desastres quando somados, principalmente seca e estiagem, concentrando-se em Bahia, Paraíba, Piauí, Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte. Juntos, as unidades da federação representam mais de 18 mil informes de ocorrências. Para os indicadores considerados na média, os maiores níveis de concentração de renda são observados entre os estados com menores níveis de notificação, especialmente o Norte e o Distrito Federal.

Em contrapartida, na metade superior da tabela, os estados do Nordeste, que estão entre as maiores ocorrências, foram os que menos reduziram os níveis de concentração de renda ao longo do tempo. São esses estados, também, que apresentam os menores níveis de IDHM para as médias dos municípios e uma boa parte dos maiores índices de vulnerabilidade para o ano de 2010.

A indicação, aqui, é que existe a possibilidade de uma relação entre níveis de correlação positivos para notificações e concentração de renda e notificações e vulnerabilidade. Oportunamente, pode-se entender que níveis menores de IDHM também estão presentes em municípios com maiores notificações. Essas observações só poderão ser constatadas, ou não, com a estimação de coeficientes de correlação entre as variáveis categorizadas de afetados.

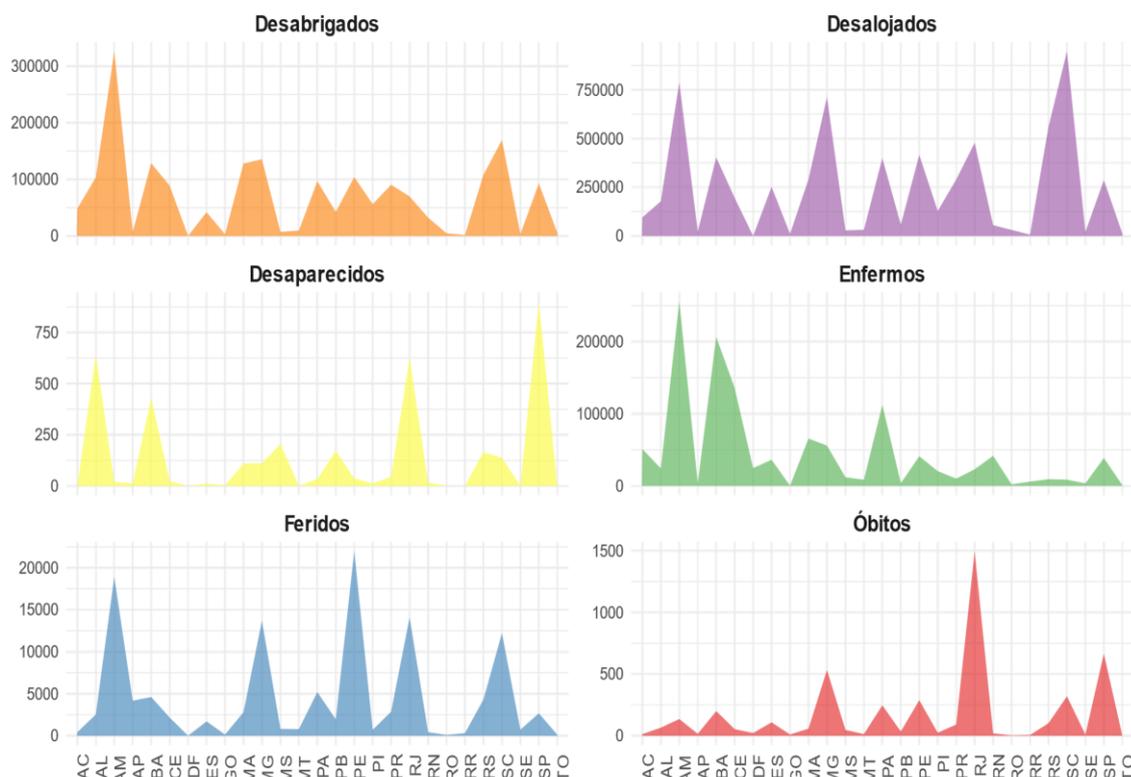
Essas primeiras ligações observadas entre notificações de desastres e indicadores sociais, podem construir importantes reflexões futuras sobre a resiliência e vulnerabilidade das regiões. Estados com alto número de registros de desastres e baixos níveis de IDHM podem indicar uma menor capacidade de resposta e recuperação, refletindo a necessidade de investimentos em infraestrutura e serviços sociais.

Por outro lado, a correlação entre elevada concentração de renda e baixo número de notificações em alguns estados sugere que regiões mais ricas, mesmo que com um contingente grande de pessoas em elevado nível de pobreza, podem ter melhores sistemas de prevenção e alerta, reduzindo o impacto dos desastres. De toda forma, as notificações devem ser decompostas para refletir os níveis de pessoas atingidas, feito mais adiante.

A figura 2 apresenta a distribuição das pessoas afetadas por desastres naturais nos municípios brasileiros, agregadas por unidade da federação, detalhando as seis categorias de 1991 a 2022. Os dados mostram picos elevados em todos os atributos. Para as variáveis desabrigados e enfermos, observam-se os maiores níveis no Amazonas, possivelmente decorrentes das frequentes enchentes nos rios, que abrangem boa parte do estado.

Desaparecidos, por sua vez, são registrados com maior número em São Paulo, talvez refletindo sua densa população e recorrência de desastres. Para a categoria feridos, é o estado de Pernambuco que mostra o maior patamar, principalmente devido a deslizamentos que ocorreram na região metropolitana de Recife e o número de atingidos em 2019. Por fim, para a variável óbitos, o Rio de Janeiro registra o maior número de mortes em consequência de desastres climáticos, com mais de 1.500 fatalidades. Esses padrões indicam uma variação regional significativa nos tipos e severidades dos desastres naturais.

Figura 2 – Distribuição das categorias de atingidos por Unidade da Federação, de acordo com as notificações reconhecidas, considerando o total entre 1991 e 2022.



Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC).

Observando os estados que apresentam maiores patamares de ocorrências para cada categoria, e fazendo uma agregação por região, para verificar se os dados endossam as observações realizadas na figura 1, também é possível fazer uma descrição dos maiores picos para cada variável. Em número de desabrigados, os estados do Nordeste: Bahia, Ceará, Maranhão e Pernambuco apresentam registros em formato de pico das observações.

O Sudeste aparece em segundo em nível de notificações, com os estados de São Paulo e Minas Gerais. O Norte tem os estados do Amazonas, Acre e Pará com níveis elevados, e o Sul tem Paraná e Santa Catarina com tamanhos relevantes a serem citados aqui. Para desaparecidos, Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro apresentam picos para o Sudeste. Em contrapartida, Alagoas, Bahia, Paraíba e Sergipe apresentam também níveis elevados. Os demais estados/regiões não têm um número que seja comparável a esses patamares.

As variações entre os números de feridos, desalojados e enfermos apresentam padrões parecidos. Para essas variáveis, os estados de Pernambuco e Bahia são os mais representativos do Nordeste. Os estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro apresentam os maiores níveis no Sudeste. No Norte, o Amazonas e Pará são os responsáveis pelos maiores números de

atingidos nessas categorias. O destaque fica por conta de Santa Catarina, no Sul, que tem o maior número de desalojados em decorrência de desastres climatológicos, ultrapassando os maiores patamares observados por outras regiões no agregado da série. Esse tamanho se dá, possivelmente devido ao grande número de municípios afetados ao longo dos anos (já que o estado é o terceiro maior em número de ocorrências de desastres por cidade, considerando a tabela 1).

Ao aprofundar a análise entre o número de notificações de desastres e as consequências desses eventos, a relação parece se dar em uma intensidade forte, especialmente nas unidades da federação com alta frequência registros. Estados como Minas Gerais, Santa Catarina, Bahia, Pernambuco e São Paulo, que estão entre os mais notificados, também registram altos índices de pessoas afetadas. Isso pode indicar que uma maior frequência reflete uma resposta mais robusta aos desastres, potencialmente levando a uma melhor documentação e acompanhamento das consequências.

Entretanto, a presença de estados como Amazonas, Pará e Rio de Janeiro entre aqueles com menos notificações, mas apresentam altos índices de afetados, sugere que outras variáveis podem influenciar esses números. Por exemplo, a gravidade específica dos eventos em certos locais pode resultar em um número desproporcional de atingidos, independentemente do número de alertas oficializados. Além disso, diferenças na capacidade de resposta dos sistemas estaduais de proteção e defesa civil podem variar significativamente, influenciando tanto o número de notificações quanto à eficácia das medidas de mitigação e assistência às populações vitimadas. Essas variações apontam para a complexidade da gestão de desastres naturais e a necessidade de considerar fatores locais ao avaliar a assertividade dos esforços de resposta.

As figuras 3 e 4, que exibem os resultados principais deste estudo, focam nos coeficientes de correlação entre as classificações de variáveis de afetados e os níveis de indicadores sociais. Conforme descrito na seção metodológica, a figura 3 agrupa os municípios com base no total acumulado de cada variável. Por exemplo, para "desaparecidos", o valor de um município específico, como o município X, reflete a soma total de todas as pessoas desaparecidas devido a desastres ao longo do período estudado, sempre que houve registros não nulos para essa variável. Por sua vez, a figura 4 realiza a agregação pelos eventos que registraram os maiores números de ocorrências em cada município para cada tipos de atingidos. Utilizando o mesmo padrão, se no município X ocorreu um evento climático que resultou no maior número de desaparecidos em 1995, essa informação representará a observação no cálculo

da correlação, considerando-se também apenas os valores com registros diferentes de zero.

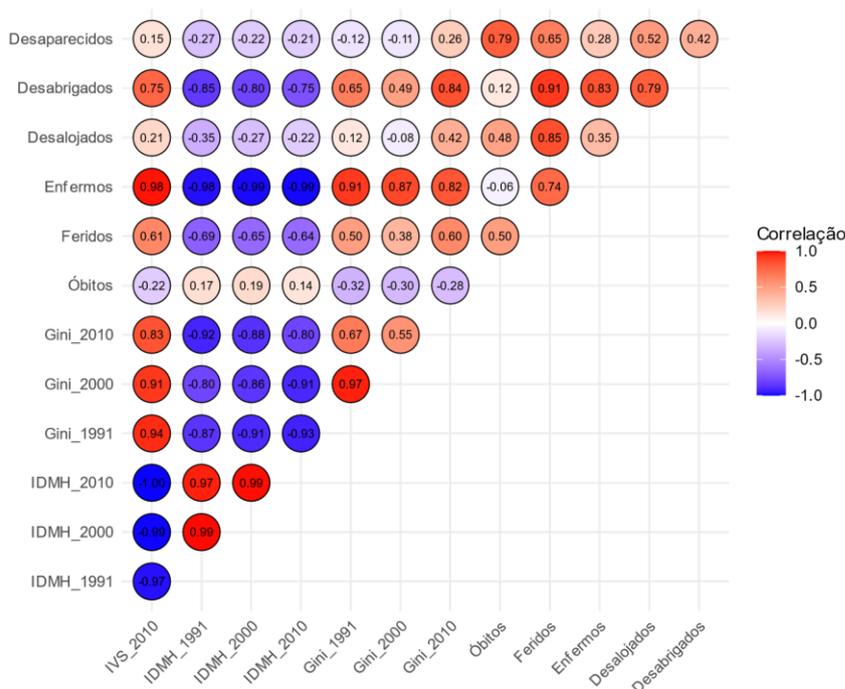
Para facilitar a interpretação dos resultados, os coeficientes de correlação são classificados, aqui, da seguinte maneira: valores entre 0,3 e -0,3 indicam uma correlação nula ou fraca, sugerindo uma relação muito tênue ou inexistente entre as variáveis. Coeficientes entre 0,4 e 0,6 são considerados moderados, indicando uma correlação razoável. Uma correlação forte é representada por valores entre 0,7 e 0,8, enquanto coeficientes acima de 0,9 (ou abaixo de -0,9) denotam uma correlação muito forte, sugerindo uma relação muito intensa e consistente entre as variáveis analisadas. Esta mesma escala de valores é aplicada tanto para correlações positivas quanto negativas⁵.

Na figura 3, observam-se relações significativas entre as variáveis de pessoas afetadas por tragédias climáticas e diversos indicadores sociais. Notavelmente, a variável "enfermos" apresenta correlações muito fortes com a maioria dos indicadores sociais, exceto com o índice de Gini em 2010. Isso sugere que áreas com menor desenvolvimento social e maior vulnerabilidade possuem mais pessoas sofrendo de enfermidades após desastres climáticos, provavelmente devido a infraestruturas de saúde deficientes e alta densidade populacional.

Em outro ponto, a correlação forte entre a variável "desabrigados" e o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) em 2010 e com o IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) indica que regiões com maior vulnerabilidade social e menor desenvolvimento humano tendem a ter mais desabrigados após desastres, possivelmente refletindo a precariedade das habitações e a falta de preparo urbano para tais eventos. Além disso, o índice de Gini em 2010 mostrou uma correlação positiva e forte com desabrigados, sugerindo que maior desigualdade de renda pode estar ligada ao aumento no número de desabrigados em situações de desastre em decorrência da marginalização social das moradias trazida pelas limitações de renda.

⁵ A correlação não tem uma faixa de interpretação de consenso entre estatísticos. No estudo, considerou-se estes níveis baseando-se apenas na escolha dos autores para fins de estabelecimento de parâmetros de análise, não se diferenciando ou distanciando de nenhum trabalho que use coeficientes de correlação em análise de dados.

Figura 3 – Correlações entre categorias de atingidos, considerando a agregação pelo total dos valores observados, e indicadores sociais para os municípios, ao longo da série histórica de 1991 a 2022.



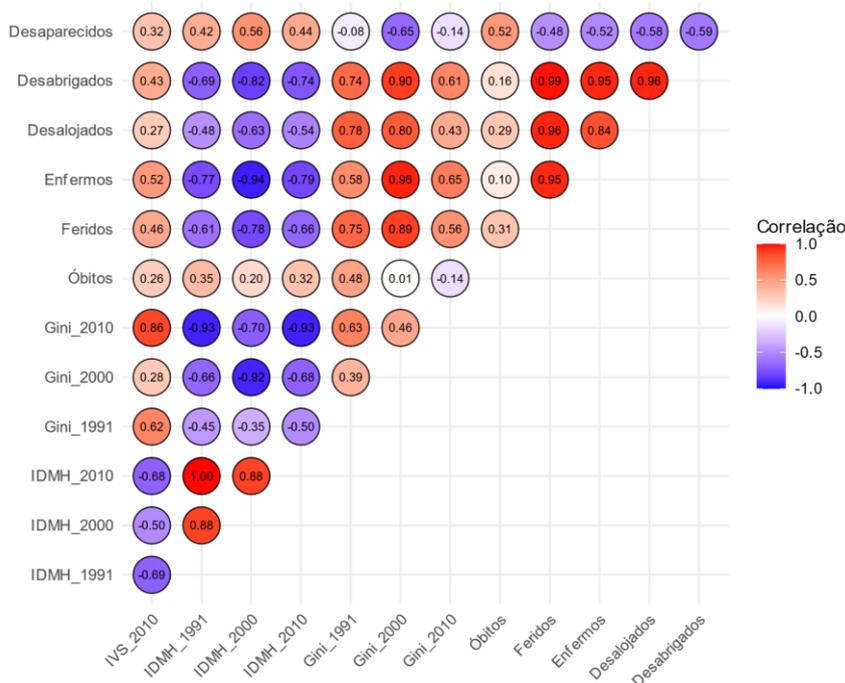
Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC).

Interessante notar, inclusive que as variáveis de desaparecidos, desalojados e óbitos não apresentaram correlações significativas com os indicadores sociais analisados. Isso pode indicar que essas categorias de afetados, particularmente desaparecidos e mortos, são mais impactadas por fatores imprevisíveis da natureza do que pela condição social ou econômica pré-existente nas áreas afetadas. Quanto aos desalojados, é possível que sistemas de monitoramento eficazes possam antecipar eventos em áreas mais ou menos desenvolvidas, minimizando o impacto dessas variáveis sobre o número de desalojados.

Considerando os eventos com maiores vítimas e números de atingidos em todas as categorias, na figura 4, observa-se uma correlação moderada e positiva entre o número de desaparecidos e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) em todos os três períodos analisados (1991, 2000, 2010), um resultado contra intuitivo, dado que se esperaria que regiões com maior desenvolvimento humano estivessem mais bem preparadas para enfrentar desastres. No entanto, essa relação pode ser explicada pelo fato de que regiões com maior IDHM possivelmente têm sistemas de registro e notificação mais eficientes, resultando em uma documentação mais precisa de desaparecidos em desastres. Além disso, áreas mais

desenvolvidas tendem a ser mais urbanizadas e densamente povoadas, o que pode levar a um maior número de desaparecimentos relatados durante grandes desastres.

Figura 4 – Correlações entre categorias de atingidos, considerando a agregação pelos eventos e notificações que geraram os maiores números de registros, e indicadores sociais para os municípios, ao longo da série histórica de 1991 a 2022.



Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC).

Por outro lado, a correlação entre o número de desabrigados e o índice de Gini em 2010 é forte e indica que maior desigualdade está associada a um aumento no número de desabrigados após desastres. Isso sugere que em regiões com alta desigualdade, as populações mais pobres frequentemente residem em condições habitacionais precárias e áreas de risco, tornando-as mais vulneráveis a serem desabrigadas durante desastres. Ademais, a desigualdade pode refletir disparidades na qualidade da infraestrutura e nos investimentos em preparação e resposta a emergências, exacerbando os impactos dos desastres em populações vulneráveis.

As correlações entre as categorias de desalojados, enfermos e feridos com os indicadores sociais, como o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), revelam padrões significativos. Observa-se que essas categorias possuem correlações moderadas e negativas com tais índices, supondo que cidades com maior vulnerabilidade e menor

desenvolvimento humano tendem a ser mais afetadas pelo agravamento dessas condições. Isso pode ser atribuído à menor capacidade dessas regiões de implementar medidas preventivas eficazes e de responder prontamente aos desastres.

Especificamente, o IDHM em 2000 mostra uma correlação particularmente forte e negativa com o número de enfermos, ilustrando que os níveis de desenvolvimento humano dos municípios naquele tempo estão intrinsecamente ligados à capacidade de resposta médica e de saúde pública. Essa relação destaca como a infraestrutura de saúde e os serviços sociais desenvolvidos podem mitigar os impactos de desastres sobre a saúde da população.

Além disso, o índice de Gini apresentou em 2000 uma forte associação com todas as variáveis mencionadas. Isso indica que altos níveis de desigualdade estão associados a uma maior vulnerabilidade das pessoas a sofrerem com essas adversidades durante desastres. A concentração de renda pode limitar o acesso a recursos e serviços essenciais, aumentando o risco e a severidade dos efeitos de desastres nas populações mais desfavorecidas. Esses resultados sugerem a necessidade de políticas públicas que visem fortalecer a resiliência comunitária e melhorar as condições de vida em regiões vulneráveis.

No tocante à relação entre o número de óbitos e os indicadores sociais, revela-se a mesma tendência da figura anterior, que verificava não o máximo, mas o total de afetados em cada categoria: a ausência de uma correlação forte na maior parte dos casos, com a exceção notável de uma correlação moderada com o índice de Gini em 1991. Esse padrão sugere, e até confirma, que, embora a desigualdade social possa ter tido algum impacto nos óbitos durante desastres nesse período específico, de maneira geral, outros fatores podem ser mais decisivos na determinação dos resultados desses eventos catastróficos.

O resultado reforça a interpretação dada anteriormente de que a imprevisibilidade dos desastres climáticos desempenha um papel crucial, muitas vezes superando o efeito das condições sociais crônicas das pessoas. Desastres naturais, por sua própria natureza, podem ocorrer com grande variação em intensidade e impacto, o que torna a preparação e a resposta desafiadoras. Além disso, a eficácia das medidas de emergência e a rapidez da resposta após o evento podem ser mais determinantes para os resultados do que as condições sociais sublinhadas pelos indicadores como o IDHM e o Gini.

Portanto, enquanto a desigualdade pode influenciar a vulnerabilidade das populações a desastres em certos contextos, a complexidade e a incapacidade de realizar uma previsão destes eventos exigem uma abordagem de gestão de riscos que contemple tanto as condições sociais como os aspectos específicos de cada tipo de desastre. Isso destaca a importância de investir em sistemas de alerta, infraestrutura e programas de educação e preparação para desastres, que possam efetivamente reduzir o risco de mortalidade, independentemente das condições sociais locais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados neste estudo confirmam a hipótese inicial, que abordava a relação entre o número de pessoas afetadas por desastres climáticos e o nível de vulnerabilidade dos municípios brasileiros. Com base nos dados e informações apresentados nas tabelas e figuras ao longo do texto, nota-se que existe uma correlação significativa entre essas variáveis, demonstrando que as regiões com maior vulnerabilidade social tendem a sofrer mais intensamente os efeitos desses desastres.

É importante destacar a heterogeneidade das informações analisadas, observando-se que os maiores números de ocorrências e de pessoas afetadas se concentram nas regiões Sudeste e Nordeste, com esta última apresentando indicadores sociais menos favoráveis. Essa coincidência reforça a necessidade de políticas públicas específicas e mitigadoras de riscos para aumentar a capacidade de resposta de comunidades mais vulneráveis.

As análises realizadas identificaram variáveis significativas na correlação entre os eventos climáticos e suas vítimas, como os indicadores de desenvolvimento humano e desigualdade de renda, que mostraram uma forte relação com o número de desabrigados, desalojados, feridos e enfermos. Contudo, outras variáveis, a exemplo do número de desaparecidos e óbitos, não apresentaram correlações significativas, sugerindo que fatores adicionais e imprevisíveis podem estar influenciando esses resultados.

Um desafio encontrado na interpretação dos dados foi a limitação das variáveis disponíveis, que podem não capturar completamente a complexidade e as nuances locais dos impactos dos desastres. Além disso, a variabilidade e a especificidade, bem como o método de agregação *ad hoc* utilizado, dos dados coletados podem afetar a precisão das correlações e análises, indicando a necessidade de melhorias no sistema de registro e coleta de informações.

Para futuros trabalhos, sugere-se a expansão das variáveis analisadas e a realização de estudos mais detalhados, capazes de investigar os impactos específicos dos

diferentes tipos de desastres em diversas escalas geográficas. É possível perceber uma necessidade iminente de se desenvolver estudos que possam avaliar a eficácia das medidas de prevenção e resposta adotadas, visando, dessa forma, uma melhor compreensão dos fenômenos e o desenvolvimento de estratégias mais efetivas de gestão de riscos e resiliência climática. Nos próximos anos, todos os resultados tendem a apresentar mudanças significativas, considerando a ocorrência recente da tragédia climática ocorrida no RS se forem atualizados. Para replicar as informações obtidas faz-se necessário que o estudo das correlações tenha controles a níveis de unidade da federação para isolamento desses efeitos.

REFERÊNCIAS

ALPINO, T. A.; SENA, A. R. M. de.; FREITAS, C. M. de. Desastres relacionados à seca e saúde coletiva – uma revisão da literatura científica. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 809-820, mar. 2016.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Populações em áreas de risco no Brasil**. Rio de Janeiro, RJ, 2018. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/6d4743b1a7387a2f8ede699273970d77.pdf. Acesso em: 28 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional e Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Proteção E Defesa Civil (SEDEC). **Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres (S2ID)**. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/index.xhtml>. Acesso em: 1 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional e Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Proteção E Defesa Civil (SEDEC). Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres (S2ID). **Base de Dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil: Manual de Aplicação (2022)**. Disponível em: https://atlasdigital.mdr.gov.br/arquivos/Atlas_Digital_Desastres_Manual_Aplicacao.pdf. Acesso em: 1 jun. 2024.

BULLARD, R. Enfrentando o racismo ambiental no século XXI. *In*: ACSELRAD, H.; HERCULANO, S.; PÁDUA, J. A. (org.). **Justiça ambiental e cidadania Rio de Janeiro**: Relume Dumará, 2004. p. 41-68.

CALDAS, R. M.; SAMPAIO, Y. B. Pobreza no Nordeste brasileiro: uma análise multidimensional. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 19, p. 74-96, 2015.

CAPELLA, A. C. N. **Formulação de Políticas**. Brasília: Enap, 2018.

CARTIER, R.; BARCELLOS, C.; HÜBNER, C.; PORTO, M. F. Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental. **Cadernos de Saúde Pública**, [S.L.], v. 25, n. 12, p. 2695-2704, dez. 2009.

GANGA, G. M. D. **Trabalho de conclusão de curso (TCC) na Engenharia de Produção: um guia prático de conteúdo e forma.** São Paulo: Atlas, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2002.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica.** 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011. 924 p.

HADDAD, E. A.; PORSSE, A. A., Pereda, P. C. Regional Economic Impacts of Climate Anomalies in Brazil. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 7, n. 2, p. 19-33, 2013.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros.** Ed. COSTA, M. A.; MARGUTTI, B. O. Brasília: IPEA, 2015.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEADATA) – Ipeadata. **Dados regionais e sociais.** Disponível em: www.ipeadata.gov.br. Acesso em: 6 jun. 2024.

ISAGUIRRE-TORRES, K. R.; MASO, T. F. As lutas por justiça socioambiental diante da emergência climática. **Revista Direito e Práxis**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 458-485, mar. 2023.

LONDE, L. R.; MOURA, L. G.; COUTINHO, M. P.; MARCHEZINI, V.; SORIANO, E. Vulnerabilização, saúde e desastres socioambientais no litoral de São Paulo: desafios para o desenvolvimento sustentável. **Ambiente & Sociedade**, v. 21, e01022. 2018.

MEDEIROS, M. **Medidas de desigualdade e pobreza.** Brasília, DF: EdUnB, 2012.

MILANEZ, B.; FONSECA, I. F. Justiça climática e eventos climáticos extremos: o caso das enchentes no Brasil. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília: IPEA, v. 31, p. 93-101, jul. 2010.

PEREIRA, A. F. C.; PACHECO, C. S. G. R.; SANTOS, M. H. P. Dos.; DUARTE, F. R.; OLIVEIRA, A. D. De. Explorando a relação entre fatores causadores de mudanças climáticas e nível de desenvolvimento humano nos estados brasileiros. *In*: PACHECO, C. S. G. (org.). **Mudanças climáticas e seus impactos socioambientais concepções, fundamentos, teorias e práticas mitigadoras.** Guarujá: Científica Digital, 2023. p. 179-197.

POCHMANN, M. **O neocolonialismo à espreita: mudanças estruturais na sociedade brasileira.** São Paulo: Edições Sesc, 2021. 244 p.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **A verdadeira riqueza das nações: caminhos para o desenvolvimento humano.** Nova York, PNUD/ONU. 2010.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD); INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA); FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro.** Brasília: IPEA, 2013.

REVISTA RADIS: Comunicação e Saúde. Rio de Janeiro: Fiocruz, n. 260, maio 2024. Disponível em: <https://radis.ensp.fiocruz.br/todas-edicoes/radis-260/>. Acesso em: 12 jun. 2024.

ROBINSON, M. **Justiça Climática: Esperança, resiliência e a luta por um futuro sustentável.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2021.

SAITO, S. M.; DIAS, M. C. de A.; ALVALÁ, R. C. dos S.; STENNER, C.; FRANCO, C.; RIBEIRO, J. V. M.; SOUZA, P. A. de; SANTANA, R. A. S. de M. Urban population exposed to risks of landslides, floods and flash floods in Brazil. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 31, 2019.

SCOTTI, G. PEREIRA, D. Injustiça Climática: A Desigualdade Social como violação à garantia de direitos. Brasília: **Revista de Direito Público**, v. 19, n. 104, out.-dez. 2022.

SENA, A. R. M. de; BARCELLOS, C. Informação sobre Seca e Saúde: subsídio para ações preventivas. **P2P e Inovação**, [S.L.], v. 6, n. 10, p. 16-32, out. 2019.

SOUZA, B. S de. HADDAD, E. A. Mudanças climáticas no Brasil: efeitos sistêmicos sobre cenários de incerteza. 2018, **Anais**. São Paulo: ABER, 2018.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística.** Rio de Janeiro: LTC Editora. 2019.