

# Base de dados das áreas de interesse para a caracterização da população vulnerável aos processos hidrogeomorfológicos no Brasil: Uma proposição para o Censo

## Demográfico

Database of areas of interest for characterizing the population vulnerable to

hydrogeomorphological processes in Brazil: A proposal for the Demographic Census

Base de datos de áreas de interés para la caracterización de la población vulnerable a procesos hidrogeomorfológicos en Brasil: Una propuesta para el Censo Demográfico

Recebido: 14/06/2024 | Revisado: 19/06/2024 | Aceitado: 19/06/2024 | Publicado: 22/06/2024

**João Paulo de Carvalho Araújo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8559-7798>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasil

E-mail: [jpaulo\\_geo@hotmail.com](mailto:jpaulo_geo@hotmail.com)

**Felipe Leitão**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5187-4782>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasil

E-mail: [felipe.leitao@ibge.gov.br](mailto:felipe.leitao@ibge.gov.br)

## Resumo

A cada ano, é maior o número de pessoas afetadas por desastres causados por fenômenos de natureza hidrológica e geomorfológica no Brasil. Os cenários de mudanças climáticas apontam para um agravamento desta situação, atingindo, principalmente a população mais vulnerável. Visando obter dados estatísticos representativos e indicadores da vulnerabilidade que subsidiem diferentes estratégias de gestão do risco, apresentamos uma base de dados preliminar, de natureza cartográfica censitária, para todo o Brasil: as Áreas de Interesse Operacionais (AIOs) de risco hidrogeomorfológico. As AIOs são uma malha territorial que servem exclusivamente para a ativação de quesitos específicos do questionário do Censo a partir de abertura espacialmente controlada. Foram produzidas um total de 12.726 AIOs em todo o Brasil, com uma área a ser coberta pela coleta censitária de 620,9 km<sup>2</sup>, que corresponde a aproximadamente 1,2% das áreas urbanas de todo o Brasil. A grande maioria das AIOs ocorrem em terrenos altamente vulneráveis aos processos hidrológicos perigosos (263,51km<sup>2</sup>) e aos movimentos gravitacionais de massa (113,75km<sup>2</sup>). Foram identificados 1.546.176 registros de endereços geocodificados no Cadastro Nacional de Endereços para fins Estatísticos (CNEFE), sendo a grande maioria (84%) de domicílios particulares. Estes domicílios correspondem a 1,4% de todos os domicílios recenseados no Brasil no ano de 2022. Espera-se que informações censitárias específicas sobre a vulnerabilidade da população nas AIOs subsidiem ações prioritárias nos âmbitos social e econômico para a implementação de políticas públicas regionais que promovam a redução de danos em todo o país.

**Palavras-chave:** Censo demográfico; Áreas de interesse operacionais; Desastres naturais; Vulnerabilidade.

## Abstract

Every year, more people are affected by disasters caused by hydrological and geomorphological process in Brazil. Climate change scenarios point to a worsening of this situation, mainly affecting the most vulnerable population. In order to obtain representative statistical data and vulnerability indicators to support different risk management strategies, we present a preliminary census cartographic database for the whole of Brazil: the Areas of Operational Interest (AOIs) for hydrogeomorphological risk. The AOIs are a territorial grid used exclusively to activate specific questions in the Census questionnaire, based on a spatially controlled opening. A total of 12,726 AOIs were produced throughout Brazil, with an area to be covered by the census collection of 620.9 km<sup>2</sup>, which corresponds to approximately 1.2% of Brazil's urban areas. The vast majority of AOIs occur on land that is highly vulnerable to dangerous hydrological processes (263.51km<sup>2</sup>) and landslides (113.75km<sup>2</sup>). 1,546,176 geocoded address records were identified in the National Register of Addresses for Statistical Purposes (CNEFE), the vast majority (84%) of which are private households. These households correspond to 1.4% of all census private households in Brazil in 2022. It is hoped that specific census information on the vulnerability of the population in AOIs will support priority actions in the social and economic spheres for the implementation of regional public policies that promote harm reduction throughout the country.

**Keywords:** Demographic census; Operational areas of interest; Natural disasters; Vulnerability.

## Resumen

Cada año, más personas se ven afectadas por desastres causados por fenómenos hidrológicos y geomorfológicos en Brasil. Los escenarios de cambio climático apuntan a un empeoramiento de esta situación, afectando principalmente a la población más vulnerable. Con el objetivo de obtener datos estadísticos representativos e indicadores de vulnerabilidad para apoyar diferentes estrategias de gestión de riesgos, presentamos una base de datos cartográfica censal preliminar para todo Brasil: las Áreas de Interés Operativo (AIOs) de riesgo hidrogeomorfológico. Las AIOs son una malla territorial utilizada exclusivamente para activar preguntas específicas del cuestionario del Censo, a partir de una apertura espacialmente controlada. Se produjeron un total de 12.726 AIOs en todo Brasil, con un área a ser cubierta por la colección censal de 620,9 km<sup>2</sup>, lo que corresponde aproximadamente al 1,2% de las áreas urbanas de Brasil. La gran mayoría de las AIOs ocurren en terrenos altamente vulnerables a procesos hidrológicos peligrosos (263,51 km<sup>2</sup>) y movimientos de masas gravitacionales (113,75 km<sup>2</sup>). Se identificaron 1.546.176 registros de direcciones geocodificadas en el Registro Nacional de Direcciones para Fines Estadísticos (CNEFE), siendo la gran mayoría (84%) hogares privados. Estos hogares corresponden al 1,4% de todos los hogares privados censados en Brasil en 2022. Se espera que la información censal específica sobre la vulnerabilidad de la población en los OIAs subsidie acciones prioritarias en las esferas social y económica para la implementación de políticas públicas regionales que promuevan la reducción de daños en todo el país.

**Palabras clave:** Censo demográfico; Áreas operativas de interés; Desastres naturales; Vulnerabilidad.

## 1. Introdução

Os desastres causados por fenômenos naturais no Brasil refletem, majoritariamente, as desigualdades sociais e econômicas que se materializam nos processos de uso e ocupação do solo, viabilizados por uma gestão insustentável do ambiente territorial urbano. Se de um lado é extremamente difícil controlar a componente natural de um processo físico com potencial de produzir um acidente ou um desastre (como os terremotos, os furacões e as chuvas intensas relacionadas aos processos hidrogeomorfológicos), por outro lado, é possível controlar ou modificar a componente social/econômica do desastre, ou seja, reduzir a vulnerabilidade dos elementos expostos ao risco através de intervenções humanas. Contudo, apesar de a vulnerabilidade ser uma questão chave no entendimento do risco, a avaliação e quantificação deste parâmetro se encontra em estágio de desenvolvimento menos avançado, quando comparado aos estudos das quantificações e mapeamentos dos perigos naturais (Birkmann, 2007).

Nos últimos 30 anos foram contabilizadas 63.643 ocorrências de desastres no Brasil que se traduzem em 7.865.416 pessoas desabrigadas e desalojadas, 4.307 óbitos e mais de 3 milhões de habitações destruídas ou danificadas; um prejuízo médio de R\$ 18,26 bilhões por ano (CEPED-UFSC, 2022) - valores potencialmente subestimados. Lacerda et al. (2017), apresenta um relatório com exemplos de desastres causados por movimentos gravitacionais de massa, com destaque para o Megadesastre da região serrana do estado Rio de Janeiro (2011), considerado um dos maiores processos generalizados de movimentos gravitacionais de massa no Brasil, com 947 mortes, 300 desaparecidos e mais de 50.000 desabrigados, afetando quase 1.000.000 de pessoas (CEMADEN, 2016; Dourado et al., 2012). Segundo o Banco Mundial (2012), este evento gerou um impacto de R\$ 4,8 bilhões na economia, o que significa que os governos deixaram de arrecadar R\$ 1,67 bilhão em impostos (valores não corrigidos). Outros exemplos são as enchentes e deslizamentos na cidade do Rio de Janeiro (RJ), nos anos de 1966 e 1996; as inundações do Vale do Itajaí (SC), nos anos de 2008 e 2023; as enchentes e deslizamentos em Petrópolis (RJ) e nos estados de Pernambuco e Alagoas, no ano 2022; os deslizamentos no município de São Sebastião (SP), no ano de 2023; enchentes e movimentos gravitacionais de massa no estado do Rio Grande do Sul (2024), com destaque para o vale do Taquari, nos anos de 2023 e 2024, etc. Estudos apontam para o agravamento das consequências de alguns fenômenos naturais potencialmente catastróficos, em razão das mudanças climáticas (ex: aumento da frequência de chuvas intensas) e do crescimento populacional em países em desenvolvimento; como por exemplo, os movimentos gravitacionais de massa (Borgatti & Soldati, 2010; Gariano & Guzzetti, 2016; Haque et al., 2019; Sarkar et al., 2022).

De forma a enfrentar este cenário, a Lei 12.608 de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), no seu artigo 5º, que trata dos seus objetivos, preconiza que esta política deve, entre outros objetivos: “promover a

identificação e a avaliação das ameaças, susceptibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir a sua ocorrência”. A PNPDEC atribui maior importância às estratégias de prevenção (para evitar a instalação do risco e suas consequências) com ênfase em medidas não estruturais, e apresenta uma série de inovações, integrando diferentes políticas públicas, como aquelas relacionadas ao ordenamento territorial e desenvolvimento urbano, segundo o qual os mapeamentos de risco e a carta geotécnica de aptidão à urbanização também devem ser integrados ao Plano Diretor.

Neste sentido, a PNPDEC se adequa, em certa medida, a algumas propostas do marco de Ações de Sendai (UNISDR, 2015), dentre elas, a que sugere uma gestão do risco que supere uma visão que considere somente os processos físicos envolvidos, com uma abordagem mais ampla, multidimensional e “centrada nas pessoas”. Adicionalmente, a Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC), em consonância com as políticas de redução do risco de desastres regidas pela Estratégia Internacional para Redução de Desastres (EIRD) da União das Nações Unidas, divulgou dez passos para tornar as cidades mais seguras no enfrentamento dos desastres naturais ou tecnológicos; dentre eles, destacamos o passo de “número três”, segundo o qual as informações sobre as ameaças e vulnerabilidades de uma cidade devem estar sempre atualizadas; as informações de risco devem ser utilizadas como base para os planos e processos decisórios relativos ao desenvolvimento urbano e os cidadãos de uma cidade devem ter acesso às informações produzidas neste processo para que possam ser debatidas (Brasil, 2015).

Neste contexto, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) possui um papel extremamente importante na captação de informações para o conhecimento da realidade brasileira e exercício da cidadania. Diferentes pesquisas utilizam os dados do IBGE para uma melhor compreensão das características da população exposta e vulnerável à desastres naturais, tanto em escala nacional, como nos trabalhos de Assis Dias et al. (2020); de Almeida et al. (2016); de Loyola Hummell et al. (2016); Debortoli et al. (2017); dos Santos Alvalá et al. (2019); Saito et al. (2021); Saito et al. (2019), quanto em escala regional (Alves, 2006; Deschamps, 2008; Dias et al., 2017; Goerl et al., 2012; Roncancio & Nardocci, 2016; Roque et al., 2023).

No ano de 2018, o documento denominado “População em áreas de risco no Brasil”, publicado pelo IBGE em parceria com o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) (IBGE, 2018, 2023b), apresentou uma base de dados com informações para a caracterização das populações vulneráveis a desastres originados por fenômenos naturais no território brasileiro, denominada Base Territorial Estatística de Áreas de Risco (BATER) (Assis Dias et al., 2020; Assis Dias et al., 2018; dos Santos Alvalá et al., 2019; IBGE, 2018, 2023b; Mendonca & Silva, 2020; Saito et al., 2021; Saito et al., 2019; Souza et al., 2019). A BATER compatibiliza as diferentes geometrias espaciais das feições censitárias produzidas pelo IBGE (dados sociodemográficos do Censo Demográfico de 2010) e as áreas de risco mapeadas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) e pelas defesas civis municipais. A compatibilização de geometrias distintas (setores censitários, aglomerados subnormais, faces de quadra e as áreas de risco), contudo, impõe diferentes graus de generalização, com acurácia variável em cada BATER, conforme descrito nos trabalhos de Assis Dias et al. (2018); IBGE (2018); Saito et al. (2019); incluindo parcela da população que não se encontra em áreas de risco, gerando possível superdimensionamento em seus resultados (Araújo et al. *in prep.*).

Em contrapartida, o IBGE também acumula experiência na captação de informações estatísticas específicas de grupos que necessitam ser espacialmente prospectados, como é o caso da população indígena (desde o Censo Demográfico de 2010) e a população quilombola (a partir do Censo Demográfico de 2022). As captações de informações sobre as populações indígenas e quilombolas foi aperfeiçoada com a criação de polígonos indicativos da possível ocorrência destas populações (áreas de interesse operacionais - AIOs) e da abertura de quesitos específicos de cobertura, com verificação geoespacial *in loco* no momento da entrevista - via receptores de sistemas de posicionamento global (Antunes & Damasco, 2022; Damasco & Antunes, 2020; 2021; IBGE, 2012, 2013, 2023a). Com base nestas experiências, visando obter dados estatísticos representativos e indicadores de vulnerabilidade para fins de mapeamento de risco a acidentes e desastres causados por

fenômenos naturais, emissão de alertas e alarmes antecipados, entre outras estratégias de prevenção, apresentamos uma base de dados (AIOs) preliminar, de natureza cartográfica censitária, para todo o Brasil. As AIOs, produzidas a partir da base de dados do SBG/CPRM e do IBGE foram analisadas, por meio de técnicas de geoprocessamento, junto ao Cadastro Nacional de Endereços para fins Estatísticos (CNEFE) do Censo Demográfico de 2022 e representam um passo em direção a uma gestão de riscos “centrada nas pessoas”, como recomendado pela UNISDR.

### **1.1 A vulnerabilidade como componente chave para a redução do risco a desastres**

A vulnerabilidade é uma componente fundamental da equação do risco e a compreensão deste conceito (incluindo as suas dimensões e suas causas) é importante para a avaliação/gestão dos riscos e manejo/redução dos desastres (Schneiderbauer et al., 2017). O documento “terminologias sobre redução de risco de desastres” das Nações Unidas, define vulnerabilidade como sendo as “características e circunstâncias de uma comunidade, sistema ou ativo que os tornam susceptíveis aos efeitos prejudiciais de um perigo” (UNISDR, 2009). Este conceito, contudo, atravessa diferentes ciências e possui definições e classificações por vezes dissonantes (Adger, 2006; Jörn Birkmann, 2013; Cardona et al., 2012; Gallopín, 2006; Wisner et al., 2003).

Em 1976, em um trabalho publicado por O’Keefe et al. (1976) na revista “*Nature*”, intitulado “Desnaturalizando os desastres naturais”, os autores destacam que os desastres são, principalmente, consequência de fatores socioeconômicos e apontam para uma relação direta entre o aumento da vulnerabilidade e o processo de subdesenvolvimento e concentração de renda. Para Chambers (1989), contudo, deve-se haver um cuidado para que o conceito de vulnerabilidade não se reduza à ideia de pobreza ou de carência. Segundo o autor, a vulnerabilidade é, de um lado, uma situação de insegurança e de exposição ao perigo (lado externo da vulnerabilidade), mas também se materializa na falta de meios para lidar com as situações perigosas, colocando o indivíduo, ou uma família, em posição indefesa (lado interno da vulnerabilidade). Desta forma, segundo o autor, os programas políticos para reduzir a vulnerabilidade (aumentar a segurança) não são exatamente iguais aos programas políticos para reduzir a pobreza (aumentar rendimentos/consumo), apesar de haver clara relação entre pobreza e insegurança. Neste sentido, a ciência da vulnerabilidade carece de uma teoria própria, assim como métodos e indicadores adequados.

Já Wilches-Chaux (1993), trata a vulnerabilidade dentro de uma abordagem sistêmica dos desastres. Para o autor, a vulnerabilidade se constitui em um sistema dinâmico que surge como consequência da interação entre uma série de fatores e características (internas e externas) que convergem em uma determinada comunidade. Neste sentido, a vulnerabilidade denotaria a incapacidade de uma comunidade em absorver, através do autoajuste, os efeitos de uma determinada mudança no seu ambiente, ou seja, a sua inflexibilidade ou incapacidade de se adaptar a essa mudança. Para este autor a vulnerabilidade é também sinônimo de insegurança, mas no sentido mais profundo do termo - insegurança para a existência; incerteza diante da história cotidiana e do mundo circundante. A vulnerabilidade de um sistema varia, ainda, de acordo com o perigo ou a ameaça analisada (Chakraborty & Mukhopadhyay, 2019); assim, os indicadores de vulnerabilidade e o inventário dos elementos expostos ao risco podem variar a depender da ameaça, uma vez que o mesmo local pode estar sujeito a diferentes processos perigosos.

Para Cutter et al. (2003), a vulnerabilidade às ameaças ambientais pode ser entendida, de forma geral, como o potencial de perda. Os autores fazem clara distinção entre a vulnerabilidade biofísica e dos ambientes construídos com a vulnerabilidade social, largamente ignorada devido às dificuldades de quantificá-la. Segundo os autores, a vulnerabilidade social é produto das desigualdades sociais (fatores sociais que influenciam a susceptibilidade dos grupos populacionais ao dano e que governam sua habilidade de resposta) e das características locais de cada comunidade. Assim, os autores apontam para o fato que a vulnerabilidade é um conceito multidimensional e pode ser quantificada através de índices construídos a partir de dados socioeconômicos e demográficos para a avaliação dos riscos ambientais.

Esta abordagem multidimensional da vulnerabilidade é apresentada por diversos autores, como J. Birkmann (2013); O'Brien et al. (2007); Schneiderbauer et al. (2017); Wilches-Chaux (1993); Wisner and College (2016), entre outros; sendo algumas de suas dimensões: técnica (relacionada às técnicas construtivas), educacional (da falta/presença de conhecimento sobre ações em situação de risco), econômica (da insuficiência de rendimentos) institucional (das instituições de gestão de risco e capacitação), social (da coesão entre as pessoas de uma comunidade, principalmente na fase de resposta e recuperação de um desastre), infraestrutura local (rede de água, esgoto, etc.), capacidade física pessoal (ex: mobilidade), política (centralização/descentralização do poder de decisão), cultural (ex: dos traços psicológicos), ideológica (forma com que o indivíduo enxerga a situação do risco em relação às suas crenças), ecológica etc.

Com relação à escala espacial de análise, estas podem ser tão diversas quanto são as dimensões das vulnerabilidades abordadas (Birkmann, 2007; Ramli et al., 2020). Em escala global, visando comparações internacionais, a medida da vulnerabilidade frequentemente possui menos dimensões, baseada, principalmente, em dados de mortalidade e de perdas econômicas, geralmente, proporcionais ao produto interno bruto (PIB) dos países analisados; a exemplo do índice risco de desastres (*Disaster Risk Index – DRI*) da *United Nations/International Strategy for Disaster Reduction – UN/ISDR* (UNISDR, 2004) e do projeto *Hotspots* da Universidade de Columbia (Dilley, 2005; Dilley et al., 2005). Outros programas internacionais utilizam um número maior de indicadores e índices, como por exemplo o programa americano de indexação dirigido pelo Instituto de Estudos Ambientais da Universidade Nacional da Colômbia (Cardona, 2005), que mede o desempenho da gestão de riscos de diferentes países, baseado em componentes qualitativos avaliados pelos especialistas de cada país. Estas abordagens são úteis para direcionar a atenção dos gestores para os grandes problemas dentro de um quadro geral de desastres naturais, assim como produzir os primeiros *insights* de pesquisa. Contudo, indicadores genéricos não são adequados para subsidiar políticas públicas que necessitam estabelecer prioridades de investimentos para reduzir o risco a desastres com base nas especificidades de cada país ou região.

Em escala local, diferentes índices e indicadores são utilizados para analisar a vulnerabilidade em um nível organizacional mais próximo da população, em áreas de especial atenção, onde há risco de eventos perigosos específicos. Evidências mostram resultados bem-sucedidos nesta escala de trabalho (UNISDR, 2017). Desta forma, muitos são os esforços para definir e computar indicadores de vulnerabilidade e/ou construir índices úteis para sua espacialização (Assis Dias et al., 2020; Birkmann, 2007; J. Birkmann, 2013; Cutter, 1996; Cutter et al., 2003; de Almeida et al., 2016; de Loyola Hummell et al., 2016; King, 2001; King & MacGregor, 2000; Klose, 2015; Mason et al., 2021; Navarro et al., 2023; Neto & Medeiros, 2022; Papathoma-Kohle et al., 2019; Roque et al., 2023; Salvati et al., 2021). Segundo Birkmann (2007), os índices e indicadores de vulnerabilidade são ferramentas que permitem examinar e discutir as principais causas do risco, criando uma ponte que conecta as discussões teóricas às práticas de gestão do dia-dia.

O livro *“Institutional partnerships in multi-hazard early warning systems: a compilation of seven national good practices and guiding principles”* (Golnaraghi, 2012) traz exemplos de boas práticas que mostram como informações sobre risco e vulnerabilidade são incorporadas nas estratégias de redução de desastres em diferentes países do mundo. As estratégias são diversas, como também são diversas as formas como fenômenos naturais interagem com as sociedades provocando grandes prejuízos. Contudo, de forma geral, nos casos analisados, a informações sobre risco, exposição e vulnerabilidade vem sendo incorporadas, tanto no planejamento para lidar com emergências, como na forma de subsídio aos sistemas de alertas antecipados. Os estudos de caso demonstram, ainda, que grandes soluções envolvem colaborações entre diferentes agências governamentais e particulares e em diferentes escalas.

No Japão, por exemplo, os mapas de vulnerabilidade são produzidos pelas províncias e os residentes são incentivados a participar da produção destes mapas, a fim de aumentar a sua sensibilização para a prevenção de desastres (Hasegawa et al., 2012). Nos EUA, a Agência Federal de Gestão de Emergências (FEMA - *Federal Emergency Management Agency*), do

departamento e segurança interna dos EUA, é a principal organização federal responsável pela avaliação dos perigos e vulnerabilidades no país - realiza o inventariamento de ativos e estimativas de perdas (Jr. & Diamond, 2012). Informações sobre as características da população, coletadas pelo “U.S. *Census Bureau*”, são consideradas nas estimativas dos impactos e podem ser incorporadas em alertas de risco emitidos oficialmente pelo Serviço Meteorológico Nacional (NWS) ou pela Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (NOAA), bem como apoiar a resposta através da identificação de áreas prioritárias para o planejamento da evacuação e definição de abrigos (Jr. & Diamond, 2012).

No Brasil, a setorização das áreas de risco vem sendo realizada pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), em parceria com a Defesas Civas municipais, atendendo demandas estabelecidas no Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais (PNGRRDN) em consonância com a PNPDEC. Contudo, apesar de sua multidimensionalidade, a maioria dos mapeamentos de vulnerabilidade para composição dos cenários de risco consideram somente a sua dimensão física, técnica, das infraestruturas locais, ou seja, a resistência que as construções oferecem ao processo perigoso analisado (Assis et al., 2021; CPRM, 2018). Neste contexto, entendemos que o conhecer as diferentes dimensões da vulnerabilidade auxiliará não só na elaboração dos mapas de risco e no redirecionamento dos alertas antecipados, mas também subsidiará a tomada de decisões relacionadas às políticas de ordenamento territorial e prevenção de desastres, conforme determinações da PNPDEC.

## 2. Materiais e Métodos

Atualizações e inovações metodológicas são constantemente implementadas ao Censo Demográfico brasileiro, a exemplo captação de informações estatísticas específicas de grupos quilombolas e indígenas a partir da criação das Áreas de Interesse Operacionais (AIOs) (Antunes & Damasco, 2022; Damasco & Antunes, 2020; 2021; IBGE, 2012, 2013, 2023a). Trata-se de uma nova malha territorial que serve exclusivamente para a ativação de quesitos específicos do questionário do Censo a partir de abertura espacialmente controlada (Antunes & Damasco, 2022). Neste trabalho, o objetivo do direcionamento geoespacial da coleta de dados em campo é proporcionar a captação eficiente de dados censitários das características específicas, atualmente não captadas, das populações que vivem nas áreas de risco delimitadas pelo SGB/CPRM.

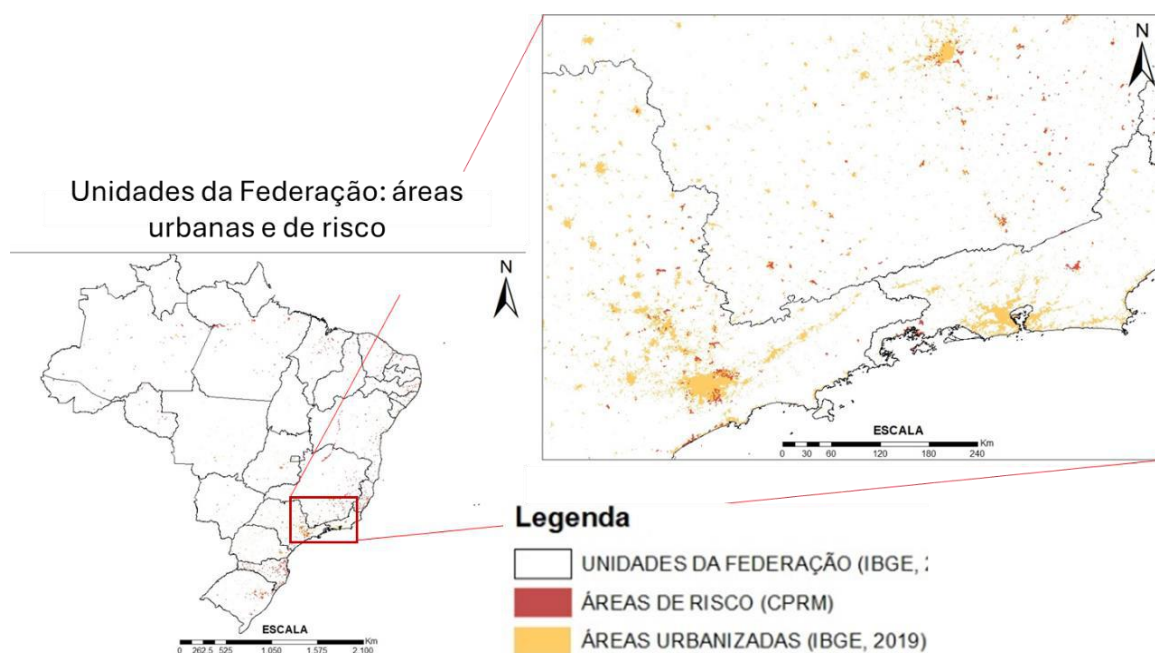
As AIOs foram criadas em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), através de técnicas de geoprocessamento, e correspondem a uma geometria de intersecção entre os polígonos da setorização de risco, elaborado pelo SGB/CPRM, em parceria com as defesas civis municipais, e o mapa de áreas urbanas do Brasil, produzido pelo IBGE. As áreas urbanas também subsidiarão a avaliação de custo-benefício operacional da área a ser coberta no âmbito da proposta. Para tanto, foram utilizadas ferramentas de intersecção de polígonos e de seleção por localização entre polígonos para capturar a geometria entre as camadas.

Os métodos empregados pelo SGB/CPRM para elaboração das setorizações de áreas de risco se baseiam nos procedimentos propostos pelo Ministério das Cidades e pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) (MCid & IPT, 2004, 2007), os quais empregam a abordagem heurística para o mapeamento e classificação das áreas de risco, apresentados nas escalas 1:1.000 à 1:2.000 (CPRM, 2023a, 2023b) e encontra-se em constante processo de atualização. A base utilizada possui 13.343 polígonos referente aos processos naturais de interesse para este trabalho, em diversos municípios no Brasil, sendo a maioria referente a deslizamentos (7.168 polígonos), mas também contendo polígonos referentes às inundações (4.676), alagamentos (58), corridas de massa (86), enchentes (307), enxurradas (485), quedas (426), rastejos (119), subsidências (15) e tombamentos (3). A setorização das áreas de risco contempla as regiões onde existam imóveis nos quais há permanência humana, como casas, edifícios, hospitais, escolas, estabelecimentos comerciais etc.

Já o mapeamento de áreas urbanizadas do Brasil foi elaborado pelo IBGE, no ano de 2019 e representa o “espaço

vivido de relações que são conformadas por formas espaciais típicas do fenômeno urbano, como vias de trânsito e de circulação de pessoas, edificações, adensamento e proximidade” (IBGE, 2022b). Este mapeamento foi realizado para todo o Brasil a partir de imagens Sentinel-2/MSI, com resolução espacial de 10m (IBGE, 2022a, 2022b) (Figura 1).

**Figura 1** - Distribuição das áreas de risco e das manchas urbanas no Brasil. Destaque para os municípios de Belo Horizonte, São Paulo e Rio de Janeiro.



Fonte: SGB/CPRM e IBGE.

Foi utilizado, ainda, o Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE) do Censo Demográfico de 2022. O CNEFE é o principal repositório de endereços das unidades construídas ou em construção de cada setor censitário com abrangência nacional e foi criado em 2005, a partir da sistematização dos dados coletados pelo Censo Demográfico de 2000. Esta base de dados possui diversas finalidades, como para a obtenção do quantitativo de domicílios (local cuja finalidade é servir de moradia), estabelecimentos (edificações não destinadas a moradia) ou edificações em construção em situação de risco ou impactados por fenômenos socioambientais (IBGE, 2024). Cada endereço está espacialmente vinculado a uma estrutura territorial que contempla, além de uma divisão política administrativa, uma divisão operacional censitária (setores censitários e faces de quadra). A geocodificação, contudo, preserva o sigilo estatístico e é um instrumento importante para operações de pesquisa e cadastros do IBGE.

Os dados do CNEFE, atualmente disponíveis no endereço eletrônico do IBGE, estão organizados e geocodificados por municípios, Unidades da Federação, espécie de endereço e por nível de geocodificação. Contudo, após sua consolidação, também estarão disponíveis outros atributos, com por exemplo o “código único de endereços” (IBGE, 2019). Desta forma, as análises serão realizadas, principalmente, sobre o atributo “espécie de endereço” (categoria de domicílios e estabelecimentos), não informando, em última análise, o total de endereços analisados (referente ao código único de endereço), uma vez que um mesmo endereço pode ser classificado como pertencendo a diferentes categorias.

As AIOs produzidas de forma preliminar guardam, assim, os atributos da base de dados do SGB/CPRM e do IBGE, como localização (estado, município, bairro, rua), tipologia dos processos e tipologia do desastre associado; descrição do

processo; número e tipo de edificações, material de construção, número de pessoas residentes, densidade ocupacional e grau de vulnerabilidade física do imóvel; grau do risco calculado etc.; e possibilitam avaliar a distribuição espacial de espécies de endereços por estados e Distrito Federal.

### **3. Resultados e Discussão**

Foram produzidas um total de 12.726 AIOs em todo o Brasil, com uma área de 620,9 km<sup>2</sup>. A Tabela 1 organiza as AIOs por estados e Distrito Federal. As AIOs são classificadas de acordo com a natureza do processo perigoso, a saber: os movimentos gravitacionais de massa (deslizamentos, corridas de massa, quedas, tombamentos, rastejos e subsidências) e os processos perigosos de natureza hidrológica (enchentes, alagamentos, enxurradas e inundações).



**Tabela 1 - Atributos das Áreas de Interesse Operacionais (AIOs) por estados e Distrito Federal.**

Estados	Processo Perigoso (MMs)			Afetados		Processo Perigoso (Hidrológicos)			Afetados	
	Grau de Vulnerabilidade	Área vulnerável / AIO (km2)	Num. Ed.	Num. de Pessoas	Grau de Vulnerabilidade	Área vulnerável / AIO (km2)	Num. Ed.	Num. De Pessoas		
AC	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	1,01	1684	6656	Alto	9,07	12887	51747		
	Médio	0,19	380	2148	Médio	1,69	4176	16704		
	Baixo				Baixo	0,06	167	668		
	<b>Total</b>	<b>1,20</b>	<b>2064</b>	<b>8804</b>	<b>10,82</b>	<b>17230</b>	<b>69119</b>			
Área Vulnerável Total (km2)	<b>12,01</b>									
Num. Ed. Total	<b>19294</b>									
Num. Pessoas Total	<b>77923</b>									
AL	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	1,24	5512	21841	Alto	7,03	9230	36806		
	Médio	0,17	675	2700	Médio	1,60	3609	14235		
	Baixo	0,01	31	124	Baixo	0,15	185	744		
	<b>Total</b>	<b>1,42</b>	<b>6218</b>	<b>24665</b>	<b>8,78</b>	<b>13024</b>	<b>51785</b>			
Área Vulnerável Total (km2)	<b>10,20</b>									
Num. Ed. Total	<b>19242</b>									
Num. Pessoas Total	<b>76450</b>									
AM	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	2,63	4349	18701	Alto	4,80	6043	25348		
	Médio	0,49	1014	4535	Médio	3,25	8040	34607		
	Baixo	0,10	124	517	Baixo	0,27	245	980		
	<b>Total</b>	<b>3,22</b>	<b>5487</b>	<b>23753</b>	<b>8,31</b>	<b>14328</b>	<b>60935</b>			
Área Vulnerável Total (km2)	<b>11,53</b>									
Num. Ed. Total	<b>19815</b>									
Num. Pessoas Total	<b>84688</b>									
AP	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	0,04	167	673	Alto	6,21	9495	40283		
	Médio				Médio					
	Baixo	0,00	5	22	Baixo	0,01	37	161		
	<b>Total</b>	<b>0,04</b>	<b>172</b>	<b>695</b>	<b>6,23</b>	<b>9532</b>	<b>40444</b>			
Área Vulnerável Total (km2)	<b>6,27</b>									
Num. Ed. Total	<b>9704</b>									
Num. Pessoas Total	<b>41139</b>									
BA	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	4,27	15366	62717	Alto	16,16	34640	111341		
	Médio	0,93	2596	10384	Médio	4,81	7862	31467		
	Baixo	0,37	843	3362	Baixo	1,44	1922	7708		
	<b>Total</b>	<b>5,57</b>	<b>18805</b>	<b>76463</b>	<b>22,41</b>	<b>44424</b>	<b>150516</b>			
Área Vulnerável Total (km2)	<b>27,98</b>									
Num. Ed. Total	<b>63229</b>									
Num. Pessoas Total	<b>226979</b>									
CE	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	1,72	4954	19994	Alto	14,68	29661	119618		
	Médio	0,24	364	200	Médio	2,75	5257	20996		
	Baixo	0,01	50		Baixo	0,36	984	3936		
	<b>Total</b>	<b>1,97</b>	<b>5368</b>	<b>20194</b>	<b>17,79</b>	<b>35902</b>	<b>144550</b>			
Área Vulnerável Total (km2)	<b>19,76</b>									
Num. Ed. Total	<b>41270</b>									
Num. Pessoas Total	<b>164744</b>									
DF	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	0,08	385	1540	Alto	0,02	97	388		
	Médio	0,00	33	132	Médio					
	Baixo				Baixo					
	<b>Total</b>	<b>0,08</b>	<b>418</b>	<b>1672</b>	<b>0,02</b>	<b>97</b>	<b>388</b>			
Área Vulnerável Total (km2)	<b>0,10</b>									
Num. Ed. Total	<b>515</b>									
Num. Pessoas Total	<b>2060</b>									

Estado	Processo Perigoso (MMs)			Afetados		Processo Perigoso (Hidrológicos)			Afetados	
	Grau de Vulnerabilidade	Área vulnerável / AIO (km2)	Num. Ed.	Num. de Pessoas	Grau de Vulnerabilidade	Área vulnerável / AIO (km2)	Num. Ed.	Num. De Pessoas		
ES	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	16,62	29723	133195	Alto	10,90	16412	71230		
	Médio	2,15	4198	18246	Médio	4,51	8858	38285		
	Baixo	1,87	3010	14535	Baixo	3,27	4288	18379		
	<b>Total</b>	<b>20,64</b>	<b>36931</b>	<b>165976</b>	<b>Total</b>	<b>18,68</b>	<b>29558</b>	<b>127894</b>		
Área Vulnerável Total (km2)	<b>39,32</b>									
Num. Ed. Total	<b>66489</b>									
Num. Pessoas Total	<b>293870</b>									
GO	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	0,37	657	2212	Alto	0,57	1220	5072		
	Médio	0,06	164	646	Médio	0,10	88	394		
	Baixo	0,01	19	57	Baixo	1,55	220	880		
	<b>Total</b>	<b>0,44</b>	<b>840</b>	<b>2915</b>	<b>Total</b>	<b>2,23</b>	<b>1528</b>	<b>6346</b>		
Área Vulnerável Total (km2)	<b>2,67</b>									
Num. Ed. Total	<b>2368</b>									
Num. Pessoas Total	<b>9261</b>									
MA	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	5,53	3467	13553	Alto	19,59	22439	75543		
	Médio	0,47	440	1962	Médio	4,22	4461	18811		
	Baixo	0,10	1014	4137	Baixo	1,42	1818	8456		
	<b>Total</b>	<b>6,09</b>	<b>4921</b>	<b>19652</b>	<b>Total</b>	<b>25,23</b>	<b>28718</b>	<b>102810</b>		
Área Vulnerável Total (km2)	<b>31,32</b>									
Num. Ed. Total	<b>33639</b>									
Num. Pessoas Total	<b>122462</b>									
MG	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	39,35	64545	295363	Alto	25,21	28664	122392		
	Médio	3,70	10199	42424	Médio	6,31	6819	27954		
	Baixo	3,42	8096	35382	Baixo	8,06	9735	49125		
	<b>Total</b>	<b>46,47</b>	<b>82840</b>	<b>373169</b>	<b>Total</b>	<b>39,59</b>	<b>45218</b>	<b>199471</b>		
Área Vulnerável Total (km2)	<b>86,06</b>									
Num. Ed. Total	<b>128058</b>									
Num. Pessoas Total	<b>572640</b>									
MS	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	0,10	233	942	Alto	2,33	1134	4901		
	Médio				Médio	1,04	1048	5260		
	Baixo				Baixo	2,37	2000	10000		
	<b>Total</b>	<b>0,10</b>	<b>233</b>	<b>942</b>	<b>Total</b>	<b>5,74</b>	<b>4182</b>	<b>20161</b>		
Área Vulnerável Total (km2)	<b>5,85</b>									
Num. Ed. Total	<b>4415</b>									
Num. Pessoas Total	<b>21103</b>									
MT	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	0,15	330	1294	Alto	0,98	1592	6681		
	Médio	0,13	280	967	Médio	0,05	53	212		
	Baixo	0,05	80	320	Baixo	0,09	30	150		
	<b>Total</b>	<b>0,32</b>	<b>690</b>	<b>2581</b>	<b>Total</b>	<b>1,11</b>	<b>1675</b>	<b>7043</b>		
Área Vulnerável Total (km2)	<b>1,44</b>									
Num. Ed. Total	<b>2365</b>									
Num. Pessoas Total	<b>9624</b>									
PA	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	2,25	4295	17446	Alto	22,67	50628	204673		
	Médio	0,76	1577	6319	Médio	6,67	17548	70348		
	Baixo	0,04	146	823	Baixo	1,60	7517	30760		
	<b>Total</b>	<b>3,06</b>	<b>6018</b>	<b>24588</b>	<b>Total</b>	<b>30,95</b>	<b>75693</b>	<b>305781</b>		
Área Vulnerável Total (km2)	<b>34,01</b>									
Num. Ed. Total	<b>81711</b>									
Num. Pessoas Total	<b>330369</b>									
PB	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	0,80	3949	15796	Alto	1,89	5667	22656		
	Médio	0,13	360	1440	Médio	4,16	5112	20448		
	Baixo				Baixo	0,36	591	2364		
	<b>Total</b>	<b>0,93</b>	<b>4309</b>	<b>17236</b>	<b>Total</b>	<b>6,41</b>	<b>11370</b>	<b>45468</b>		
Área Vulnerável Total (km2)	<b>7,33</b>									
Num. Ed. Total	<b>15679</b>									
Num. Pessoas Total	<b>62704</b>									
PE	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	3,89	8001	36438	Alto	10,80	12374	49240		
	Médio	2,11	6478	26050	Médio	7,05	18299	73426		
	Baixo	0,15	862	3474	Baixo	0,78	2573	10306		
	<b>Total</b>	<b>6,15</b>	<b>15341</b>	<b>65962</b>	<b>Total</b>	<b>18,62</b>	<b>33246</b>	<b>132972</b>		
Área Vulnerável Total (km2)	<b>24,77</b>									
Num. Ed. Total	<b>48587</b>									
Num. Pessoas Total	<b>198934</b>									

Estado	Processo Perigoso (MMs)			Afetados		Processo Perigoso (Hidrológicos)			Afetados	
	Grau de Vulnerabilidade	Área vulnerável / AIO (km2)	Num. Ed.	Num. de Pessoas	Grau de Vulnerabilidade	Área vulnerável / AIO (km2)	Num. Ed.	Num. De Pessoas		
PI	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	2,86	1758	7032	Alto	9,97	7276	29451		
	Médio	0,15	200	800	Médio	2,48	1473	5890		
	Baixo				Baixo	0,03	25	100		
	<b>Total</b>	<b>3,00</b>	<b>1958</b>	<b>7832</b>	<b>Total</b>	<b>12,48</b>	<b>8774</b>	<b>35441</b>		
Área Vulnerável Total (km2)	<b>15,48</b>									
Num. Ed. Total	<b>10732</b>									
Num. Pessoas Total	<b>43273</b>									
PR	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	0,87	1783	7094	Alto	6,46	3416	14329		
	Médio	0,39	872	3461	Médio	5,09	3986	17793		
	Baixo	0,04	122	582	Baixo	0,07	62	248		
	<b>Total</b>	<b>1,30</b>	<b>2777</b>	<b>11137</b>	<b>Total</b>	<b>11,61</b>	<b>7464</b>	<b>32370</b>		
Área Vulnerável Total (km2)	<b>12,91</b>									
Num. Ed. Total	<b>10241</b>									
Num. Pessoas Total	<b>43507</b>									
RJ	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	6,50	14190	56958	Alto	0,25	285	1140		
	Médio				Médio					
	Baixo				Baixo					
	<b>Total</b>	<b>6,50</b>	<b>14190</b>	<b>56958</b>	<b>Total</b>	<b>0,25</b>	<b>285</b>	<b>1140</b>		
Área Vulnerável Total (km2)	<b>6,75</b>									
Num. Ed. Total	<b>14475</b>									
Num. Pessoas Total	<b>58098</b>									
RN	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	0,04	65	260	Alto	6,28	8166	32464		
	Médio	0,00	6	24	Médio	1,03	2896	11584		
	Baixo				Baixo	0,32	607	2424		
	<b>Total</b>	<b>0,04</b>	<b>71</b>	<b>284</b>	<b>Total</b>	<b>7,64</b>	<b>11669</b>	<b>46472</b>		
Área Vulnerável Total (km2)	<b>7,68</b>									
Num. Ed. Total	<b>11740</b>									
Num. Pessoas Total	<b>46756</b>									
RO	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	0,14	330	1416	Alto	12,92	11397	44772		
	Médio				Médio	0,18	235	940		
	Baixo				Baixo					
	<b>Total</b>	<b>0,14</b>	<b>330</b>	<b>1416</b>	<b>Total</b>	<b>13,09</b>	<b>11632</b>	<b>45712</b>		
Área Vulnerável Total (km2)	<b>13,24</b>									
Num. Ed. Total	<b>11962</b>									
Num. Pessoas Total	<b>47128</b>									
RR	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	0,94	482	2078	Alto	5,32	3100	12400		
	Médio				Médio	0,08	119	476		
	Baixo				Baixo	0,00	4	16		
	<b>Total</b>	<b>0,94</b>	<b>482</b>	<b>2078</b>	<b>Total</b>	<b>5,40</b>	<b>3223</b>	<b>12892</b>		
Área Vulnerável Total (km2)	<b>6,35</b>									
Num. Ed. Total	<b>3705</b>									
Num. Pessoas Total	<b>14970</b>									
RS	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	2,26	7651	31321	Alto	24,64	39776	196677		
	Médio	0,69	1958	7924	Médio	36,52	31609	126978		
	Baixo	0,07	141	564	Baixo	3,98	2124	8516		
	<b>Total</b>	<b>3,02</b>	<b>9750</b>	<b>39809</b>	<b>Total</b>	<b>65,14</b>	<b>73509</b>	<b>332171</b>		
Área Vulnerável Total (km2)	<b>68,16</b>									
Num. Ed. Total	<b>83259</b>									
Num. Pessoas Total	<b>371980</b>									
SC	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	5,28	9058	36087	Alto	24,40	24289	92468		
	Médio	6,22	8461	34788	Médio	38,98	33282	134841		
	Baixo	1,69	2693	11209	Baixo	24,99	26877	110552		
	<b>Total</b>	<b>13,19</b>	<b>20212</b>	<b>82084</b>	<b>Total</b>	<b>88,38</b>	<b>84448</b>	<b>337861</b>		
Área Vulnerável Total (km2)	<b>101,57</b>									
Num. Ed. Total	<b>104660</b>									
Num. Pessoas Total	<b>419945</b>									
SE	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	0,04	145	580	Alto	0,57	2034	8135		
	Médio	0,09	255	1020	Médio	1,24	4769	19068		
	Baixo	0,01	36	144	Baixo	0,24	885	3548		
	<b>Total</b>	<b>0,13</b>	<b>436</b>	<b>1744</b>	<b>Total</b>	<b>2,04</b>	<b>7688</b>	<b>30751</b>		
Área Vulnerável Total (km2)	<b>2,17</b>									
Num. Ed. Total	<b>8124</b>									
Num. Pessoas Total	<b>32495</b>									

Estado	Processo Perigoso (MMs)			Afetados		Processo Perigoso (Hidrológicos)			Afetados	
	Grau de Vulnerabilidade	Área vulnerável / AIO (km <sup>2</sup> )	Num. Ed.	Num. de Pessoas	Grau de Vulnerabilidade	Área vulnerável / AIO (km <sup>2</sup> )	Num. Ed.	Num. De Pessoas		
<b>SP</b>	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	14,78	34500	147766	Alto	19,63	30429	136360		
	Médio	3,70	11680	50338	Médio	20,04	24990	107580		
	Baixo	0,83	1612	6853	Baixo	6,83	6778	29392		
	<b>Total</b>	<b>19,31</b>	<b>47792</b>	<b>204957</b>	<b>Total</b>	<b>46,50</b>	<b>62197</b>	<b>273332</b>		
	Área Vulnerável Total (km <sup>2</sup> )	<b>65,82</b>								
Num. Ed. Total	<b>109989</b>									
Num. Pessoas Total	<b>478289</b>									
<b>TO</b>	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto				Alto	0,14	168	850		
	Médio				Médio	0,08	65	200		
	Baixo				Baixo					
	<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Total</b>	<b>0,22</b>	<b>233</b>	<b>1050</b>		
	Área Vulnerável Total (km <sup>2</sup> )	<b>0,22</b>								
Num. Ed. Total	<b>233</b>									
Num. Pessoas Total	<b>1050</b>									
<b>Brasil</b>	Muito Alto				Muito Alto					
	Alto	113,75	217579	938953	Alto	263,51	372519	1516965		
	Médio	22,77	52190	216508	Médio	153,92	194654	798497		
	Baixo	8,78	18884	82105	Baixo	58,26	69674	299413		
	<b>Total</b>	<b>145,30</b>	<b>288653</b>	<b>1237566</b>	<b>Total</b>	<b>475,68</b>	<b>636847</b>	<b>2614875</b>		
	Área Vulnerável Total (km <sup>2</sup> )	<b>620,98</b>								
Num. Ed. Total	<b>925500</b>									
Num. Pessoas Total	<b>3852441</b>									

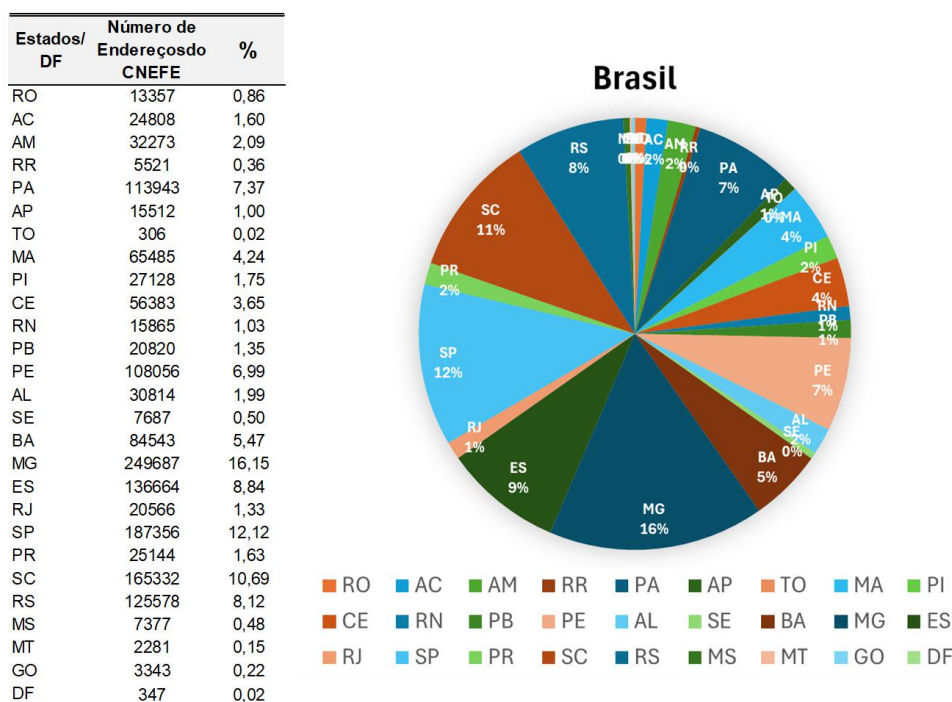
Fonte: SGB/CPRM e IBGE.

A partir da tabela, é possível depreender que os estados que possuem maior área vulnerável aos movimentos gravitacionais de massa, identificados pelo Serviço Geológico do Brasil, são Minas Gerais (45,4km<sup>2</sup>), o estado do Espírito Santo (20,6km<sup>2</sup>) e o estado de São Paulo (19,3km<sup>2</sup>). Já os estados que possuem maior área vulnerável aos processos hidrológicos, identificados pelo Serviço Geológico do Brasil, são Santa Catarina (88,3km<sup>2</sup>), o estado do Rio Grande do Sul (65,1 km<sup>2</sup>) e o estado de São Paulo (46,5km<sup>2</sup>). Em todo o Brasil as AIOs relacionadas aos processos hidrológicos perigosos ocupam maior extensão territorial, principalmente quando localizadas em terrenos classificados como altamente vulneráveis (263,51km<sup>2</sup>). Quando analisadas as AIOs associadas aos movimentos gravitacionais de massa, também é mais frequente a ocorrência de áreas com alta vulnerabilidade (113,75km<sup>2</sup>). Destacamos, contudo, que a superfície mapeada das AIOs, reflete o estado da cobertura dos mapeamentos do Serviço Geológico do Brasil que está em constante processo de atualização.

Foram identificadas, a partir dos atributos da base de dados do Serviço Geológico do Brasil, 925.500 edificações e 3.852.441 pessoas em áreas de risco. A maior parte das pessoas identificadas residem em edificações com alto grau de vulnerabilidade aos movimentos gravitacionais de massa e processos hidrológicos. São 938.953 pessoas residindo em 217.579 habitações altamente vulneráveis aos movimentos gravitacionais de massa e 1.516.965 pessoas residindo em 372.519 habitações altamente vulneráveis aos processos hidrológicos. As informações sobre edificações e pessoas em situação de vulnerabilidade do SGB/CPRM correspondem, contudo, a um número aproximado, inserido no setor de risco mapeado pelos especialistas e sem maiores detalhamentos sobre a metodologia utilizada (CPRM, 2021; MCid & IPT, 2004, 2007). Entendemos, portanto, que o CNEFE é uma alternativa para se verificar os endereços localizados nas áreas de risco.

A partir do CNEFE/2022, contabilizamos 1.546.176 registros de endereços geocodificados localizados nas AIOs para as populações vulneráveis aos processos hidrogeomorfológicos. A maior parte dos endereços se encontram nos estados de Minas Gerais (16%), São Paulo (12%) e Santa Catarina (10%) (Figura 2). Vale destacar que não se trata, nesta etapa do trabalho, dos endereços individuais (código único de endereços), como descrito na metodologia, mas do total de endereços contido na base de dados (registros de endereços geocodificados), muitos dos quais possuem mais de uma categoria de domicílio e estabelecimento.

**Figura 2** - Percentual dos registros de endereços geocodificados do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE/2022), localizados nas Áreas de Interesse Operacionais (AIOs), por estados e Distrito Federal.



Fonte: SGB/CPRM e IBGE.

Quando avaliado o atributo “espécies de endereços” do banco de dados do CNEFE/2022 localizado nas AIOs, constatamos que, em todos os estados e no Distrito Federal, 84% dos endereços analisados são classificados como “domicílios particulares”, um total de 1.300.297 domicílios (Figura 3). De acordo com IBGE (2018), os domicílios particulares são aqueles onde o relacionamento entre os ocupantes é ditado por laços de parentesco, de dependência doméstica ou por normas de convivência e desagregam-se em permanentes e improvisados. Em segundo lugar, identificamos os estabelecimentos classificados como “outras finalidades” (11,4%), como lojas, bancos, prédios públicos, shoppings, entre outros; com variação fora da média no estado de Tocantins (1,6%) e no Distrito Federal (1,7%). Ainda, 3,4% dos endereços geocodificados localizados nas AIOs são classificados como “edificações em construção”, com maior concentração nos estados da Bahia (6,1%) e Roraima (4,5%) e menor concentração no estado do Rio Grande do Sul (1,7%); 0,5% dos endereços são classificados como “estabelecimentos religiosos”; 0,2% dos endereços são classificados como “estabelecimentos de saúde” e “estabelecimentos de ensino” e 0,1% dos endereços são classificados como “estabelecimentos agropecuários” e como “domicílios coletivos” (hotéis, motéis, camping, pensões, penitenciárias, presídios, casas de detenção, quartéis, postos militares, asilos, orfanatos, conventos, hospitais e clínicas, alojamento de trabalhadores ou de estudantes etc.).

**Figura 3** - Distribuição das “espécies de endereços” do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE/2022), localizados nas Áreas de Interesse Operacionais (AIOs), por estados e Distrito Federal. Na legenda: 1- domicílio particular; 2- domicílio coletivo; 3- estabelecimento agropecuário; 4- estabelecimento de ensino; 5- estabelecimento de saúde; 6- estabelecimento de outras finalidades; 7- edificação em construção; 8- estabelecimento religioso.



Fonte: SGB/CPRM e IBGE.

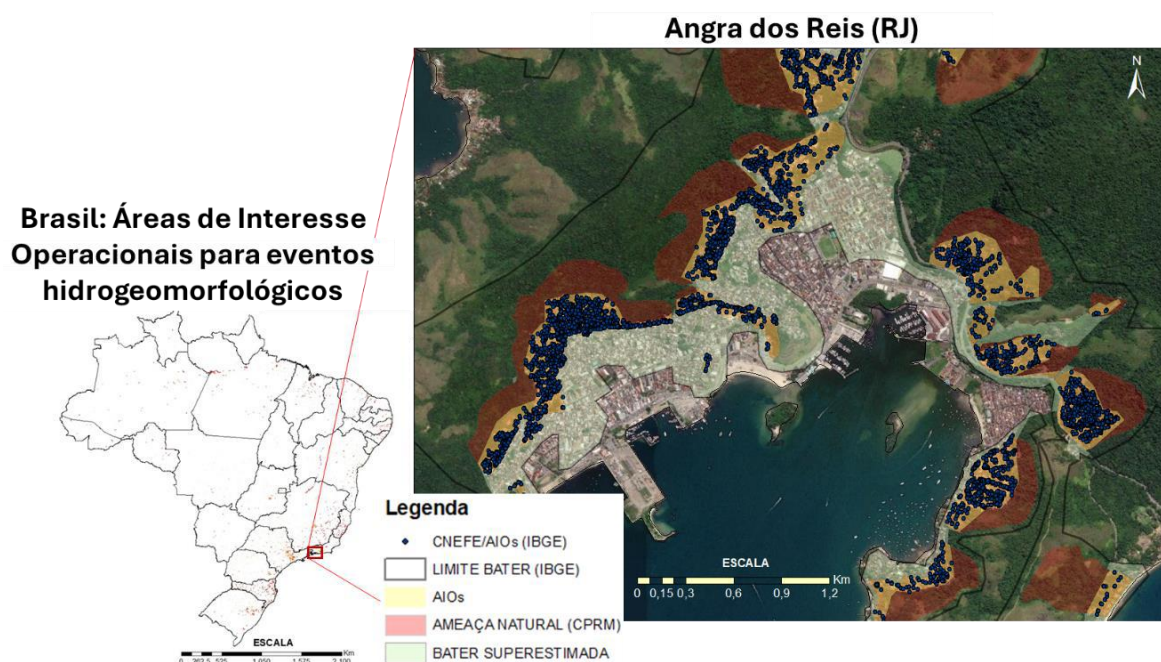
O CNEFE/2022 evidencia a presença de um número expressivo de domicílios cujo complemento os caracterizam como imóveis do tipo apartamento. Grande parte desses domicílios compartilham, com outras unidades, o mesmo logradouro e número na mesma face de quadra, o que permite a identificação de conjuntos de endereços sobrepostos - na maioria das vezes verticalmente - em uma mesma posição relativa no logradouro.

Araujo et al *in prep.* analisou e comparou os dados do CNEFE/2022, da BATER e das AIOs. A BATER (8.309 polígonos) contém 4.988.314 registros endereços geocodificados no CNEFE/2022 em todo o Brasil. Contudo, quando analisados somente os polígonos BATER que ocorrem conjuntamente com as AIOs, para fins de comparações, temos que a BATER contém 2.368.643 registros de endereços geocodificados no CNEFE/2022 e as AIOs (quando da sua ocorrência junto da BATER) possuem 1.135.265 registros de endereços geocodificados no CNEFE/2022. Isso significa dizer que a BATER possui pouco mais o dobro de registros de endereços localizados em áreas consideradas expostas e vulneráveis a riscos hidrogeomorfológicos que as AIOs. Neste momento, não são possíveis realizar comparações com os resultados dos trabalhos publicados utilizando a BATER, como em Assis Dias et al. (2020); Assis Dias et al. (2018); dos Santos Alvalá et al. (2019);

IBGE (2018, 2023b); Mendonca and Silva (2020); Saito et al. (2021); Saito et al. (2019); Souza et al. (2019), uma vez que estes utilizam dados do Censo Demográfico de 2010. Contudo, de forma geral, dos Santos Alvalá et al. (2019) estimou 8.266.566 pessoas vivendo em áreas de risco em 2010, a maior parte da população residindo na região sudeste.

Para o melhor redirecionamento dos recursos públicos para o combate dos desastres causados por fenômenos naturais é preciso identificar as residências e as pessoas que realmente se encontram em áreas de risco. No município de Angra dos Reis, por exemplo, a BATER possui uma área 112 km<sup>2</sup> enquanto as AIOs possuem uma área de somente 4km<sup>2</sup> (Figura 4). A “área superestimada” da BATER (aquela que inclui somente a parte da BATER que efetivamente ocorre nas áreas urbanas e periurbanas do município, exceto na área da IAO), apresentada em verde claro no mapa, é de 7km<sup>2</sup>; quase duas vezes maior que a área da AIO.

**Figura 4** - Áreas de Interesse Operacionais - AIOs (em amarelo) no município de Angra dos Reis (RJ). Pontos azuis - registros de endereços geocodificados do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE/2022) localizados nas AIOs; linha preta - polígono da Base Territorial Estatística de Áreas de Risco (BATER); polígono vermelho - área de maior susceptibilidade espacial do processo perigoso (deslizamento); polígono verde claro - “BATER superestimada”.



Fonte: SGB/CPRM, IBGE.

Sugere-se que as AIOs sejam incrementadas como uma estrutura independente dos Setores Censitários, uma camada auxiliar dentro do elaborado sistema de cartografia censitária brasileira, a Base Territorial (BT). Para que o recenseamento produza um retrato fidedigno das características da população localizada em áreas de risco, o cadastro das AIOs na BT, o planejamento para a inserção dos quesitos e as adaptações metodológicas e operacionais necessárias deverão ser intensamente testadas por uma equipe multidisciplinar, assim como nos Censos Demográficos dos povos indígenas e quilombolas (IBGE, 2012, 2023a).

A elaboração dos quesitos específicos, adicionados questionário do recenseador, é uma etapa fundamental. Apesar de não haver uma abordagem universalmente acordada para a construção e indicadores e índices de vulnerabilidade (Mason et al., 2021), a literatura apresentada neste trabalho pode ser considerada um ponto de partida para esta tarefa (Assis Dias et al., 2020; Birkmann, 2007; Birkmann, 2013; Cutter, 1996; Cutter et al., 2003; de Almeida et al., 2016; de Loyola Hummell et al., 2016;

King, 2001; King & MacGregor, 2000; Klose, 2015; Mason et al., 2021; Navarro et al., 2023; Neto & Medeiros, 2022; Papatoma-Kohle et al., 2019; Roque et al., 2023; Salvati et al., 2021). Propõe-se que, quando da abertura espacialmente controlada de quesitos específicos no questionário Básico, se avalie, ainda, o aumento da fração amostral para que os quesitos atualmente existentes no questionário da Amostra sejam estatisticamente significativos para a caracterização das informações desejadas nas áreas de risco.

Quanto ao dimensionamento inicial dos custos adicionais para a operação censitária, estima-se que o impacto seja mínimo em comparação aos benefícios derivados da coleta dos dados adicionais sobre a vulnerabilidade da população em áreas de risco a desastres. A base de dados proposta se contém 1.300.297 domicílios, de um total de 90.704.582, conforme dados do Censo Demográfico de 2022, o que representa 1,4% do total de domicílios recenseados. Quanto à extensão da área a ser coberta pela coleta com procedimentos de abertura espacialmente seletiva de quesitos durante a operação, trata-se de 620,9 km<sup>2</sup> do total de 48.052 Km<sup>2</sup> de áreas urbanizadas mapeadas no Brasil (IBGE, 2022b), equivalendo a 1,2% das áreas urbanas. Portanto, a proposta tende a focalizar os recursos e esforços censitários de forma eficiente, sem acréscimos significativos nos custos da operação. Entretanto, é importante que testes experimentais sejam postos adiante, com especial atenção a sobreposição com regiões de logística de coleta complexa, como as de Favelas e Comunidades Urbanas.

Uma vez que a magnitude de um desastre está diretamente relacionada a aspectos de vulnerabilidade e exposição das populações que vivem em áreas de risco (Carmo & Valencio, 2014; Cutter et al., 2000; IPCC, 2012; Leichenko et al., 2015; Wisner et al., 2003; WMO, 2015), espera-se que as AIOs subsidiem estratégias de gestão de riscos e de resposta a desastres focadas nos diferentes perfis das populações que vivem nestas áreas, principalmente através de uma abordagem preventiva com ênfase em medidas não estruturais. As informações de vulnerabilidade podem ser usadas na elaboração de mapas de risco (que incorporarão outras dimensões da vulnerabilidade, que não somente a física), na emissão de alertas e alarmes antecipados redirecionados, em campanhas educativas, nos exercícios de simulação em escolas e comunidades, nos planos de contingência, no estabelecimento das prioridades de evacuação e abrigos temporários, na melhoria das infraestruturas (ex. construção rampas de acesso com corrimãos para os idosos), etc.; fazendo cumprir o artigo 5º da PNPDEC, que preconiza que esta política deve promover a identificação das vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir a sua ocorrência através de gestão do risco “centrada nas pessoas”.

#### 4. Conclusão

Visando obter dados estatísticos representativos e indicadores da vulnerabilidade que subsidiem diferentes estratégias de prevenção de desastres e acidentes causados por eventos hidrogeomorfológicos perigosos, apresentamos uma base de dados preliminar (AIOs), de natureza cartográfica censitária, para todo o Brasil. As AIOs para a captação dados censitários das populações que vivem em áreas de risco funcionam a partir da abertura de quesitos específicos, com verificação geoespacial *in loco* no momento da entrevista realizada pelo recenseador e já foram utilizadas com sucesso pelo IBGE para captação de informações sobre os povos quilombolas e indígenas.

Foram produzidas 12.726 AIOs, com uma área de 620,9 km<sup>2</sup>, equivalente à aproximadamente 1,2% das áreas urbanas de todo o Brasil. A grande maioria das AIOs ocorrem em áreas de risco a processos hidrológicos, localizadas em terrenos classificados pelo SGB/CPRM como sendo de alta vulnerabilidade (263,51km<sup>2</sup>), e associadas aos movimentos gravitacionais de massa, também em áreas classificadas como sendo de alta vulnerabilidade (113,75km<sup>2</sup>). Foram identificados 1.546.176 registros de endereços geocodificados do CNEFE/2022 em áreas de risco, sendo a grande maioria (84%) de domicílios particulares. Os domicílios identificados em áreas de risco correspondem a aproximadamente 1,4% do total de domicílios recenseados em todo o Brasil. Contabilizamos também endereços como lojas, bancos, prédios públicos, shoppings, entre outros



(11,4%), edificações em construção (3,4%), estabelecimentos religiosos (0,5%), estabelecimentos de saúde (0,2%), estabelecimentos de ensino (0,2%), estabelecimentos agropecuários (0,1%) e domicílios coletivos (0,1%).

Espera-se que a abertura de quesitos específicos para coleta de informações sobre vulnerabilidade subsidie estratégias de gestão de riscos e de resposta a desastres focadas nos diferentes perfis das populações que vivem nestas áreas, principalmente através de uma abordagem preventiva, com ênfase em medidas não estruturais, como o aprimoramento dos mapas de risco e emissão de alertas antecipados direcionados. Ainda, espera-se que estas informações apontem para as áreas que demandam ações prioritárias nos âmbitos social e econômico, que são relevantes quando da implementação de políticas públicas regionais que promovam a redução de danos humanos no país.

## Referências

- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268-281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>.
- Alves, H. P. d. F. (2006). Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. *R. bras. Est. Pop.*, 23(1), 43-59.
- Antunes, M., & Damasco, F. (2022). Entrevista Censo 2022. *Revista Brasileira de Geografia*, 67(1), 230-249.
- Assis Dias, M. C. D., Saito, S. M., Alvalá, R. C. D. S., Seluchi, M. E., Bernardes, T., Camarinha, P. I. M., Stenner, C., & Nobre, C. A. (2020). Vulnerability index related to populations at risk for landslides in the Brazilian Early Warning System (BEWS) [Article]. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 49, Article 101742. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101742>.
- Assis Dias, M. C. d., Saito, S. M., Alvalá, Regina C. d. S., Stenner, C., Pinho, G., Nobre, C. A., Fonseca, M. R. d. S., Santos, C., Amadeu, P., Silva, D., Lima, C. O., Ribeiro, J., Nascimento, F., & Corrêa, Clarissa d. O. (2018). Estimation of exposed population to landslides and floods risk areas in Brazil, on an intra-urban scale. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 31, 449-459. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2018.06.002>.
- Assis, J., Assis, F., Costa, C., & Martins, L. (2021). *Mapeamento de áreas de risco: obtenção de mapas setoriais e de diagnóstico e intervenções* Seminário de boas práticas em proteção e defesa civil.
- Birkmann, J. (2007). Risk and vulnerability indicators at different scales: applicability, usefulness and policy implications. *Environmental Hazards*, 7(1), 20-31. <https://doi.org/10.1016/j.envhaz.2007.04.002>.
- Birkmann, J. (Ed.). (2013). *Measuring vulnerability to natural hazards: towards disaster-resilient societies* (2a ed.). UNU Press.
- Birkmann, J. (2013). Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: conceptual frameworks and definitions. In J. Birkmann (Ed.), *Measuring vulnerability to natural hazards: Towards disaster resilient societies* (2ed., pp. 9-80). United Nations University Press. <https://collections.unu.edu/eserv/UNU:2880/n9789280812022>.
- Borgatti, L., & Soldati, M. (2010). Landslides and climatic change. In I. Alcántara-Ayala & A. S. Goudie (Eds.), *Geomorphological hazards and disaster prevention* (pp. 87-96). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511807527.008>.
- Brasil. (2015). *Construindo cidades resilientes: minha cidade está se preparando*. Ministério da Integração Nacional; Secretaria Nacional de Defesa Civil. 2015 (Tradução UNISDR). [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/defesa-civil-no-brasil-e-no-mundo-1/cidades\\_resilientes\\_campanha\\_anterior\\_material.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/defesa-civil-no-brasil-e-no-mundo-1/cidades_resilientes_campanha_anterior_material.pdf).
- Cardona, O. D. (2005). *Indicators of disaster risk and risk management: main technical report*. DB/IDEA Program of Indicators for Disaster Risk Management, National University of Colombia, Manizales.
- Cardona, O. D., Aalst, M. K. v., Birkmann, J., Fordham, M., McGregor, G., Perez, R., Pulwarty, R. S., Schipper, E. L. F., & Sinh, B. T. (2012). Determinants of risk: exposure and vulnerability. In C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker, & Q. Dahe (Eds.), *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. a special report of working groups I and II of the intergovernmental panel on climate change (IPCC)* (pp. 65-108). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139177245.005>.
- Carmo, R. d., & Valencio, N. (Eds.). (2014). *Segurança humana no contexto dos desastres*. RiMa Editora.
- CEMADEN. (2016). *Histórico de criação do CEMADEN*. Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN). Retrieved 22/02 <http://www2.cemaden.gov.br/historico-da-criacao-do-cemaden/>.
- CEPED-UFSC. (2022). *A P&DC e os 30 anos de desastres no Brasil (1991 – 2020)*. Florianópolis, SC: Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Estudos de Pesquisa em Engenharia e Defesa Civil.
- Chakraborty, S., & Mukhopadhyay, S. (2019). Assessing flood risk using analytical hierarchy process (AHP) and geographical information system (GIS): application in Coochbehar district of West Bengal, India. *Natural Hazards*, 99(1), 247-274. <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03737-7>.
- Chambers, R. (1989). Editorial Introduction: Vulnerability, Coping and Policy [<https://doi.org/10.1111/j.1759-5436.1989.mp20002001.x>].
- CPRM. (2018). *Manual de mapeamento de perigo e risco a movimentos gravitacionais de massa*. Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM).

- CPRM. (2021). *Guia de procedimentos técnicos do departamento de gestão territorial: setorização de áreas de risco geológico* [Relatório Técnico] (Guia de procedimentos técnicos do departamento de gestão territorial, Issue. S. G. d. B.-. CPRM. <https://rigeo.sgb.gov.br/jspui/handle/doc/22262>.
- CPRM. (2023a). *Lista dos 821 municípios prioritários para a gestão de riscos*. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil - SNPD. [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/emendasparlamentares/PUBL\\_relatorios\\_004\\_821\\_municipios\\_prioritarios.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/emendasparlamentares/PUBL_relatorios_004_821_municipios_prioritarios.pdf).
- CPRM. (2023b). *Setorização de Riscos Geológicos*. SGB - Serviço Geológico do Brasil - CPRM. <https://www.sgb.gov.br/publico/Gestao-Territorial/Prevencao-de-Desastres/Saiba-Mais--Setorizacao-de-Riscos-Geologicos-5399.html>.
- Cutter, S. L. (1996). Vulnerability to environmental hazards. *Progress in Human Geography*, 20(4), 529-539. <https://doi.org/10.1177/030913259602000407>.
- Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2003). Social Vulnerability to Environmental Hazards\*. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242-261. <https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002>.
- Cutter, S. L., Mitchell, J. T., & Scott, M. S. (2000). Revealing the vulnerability of people and Places: a case study of Georgetown County, South Carolina. *Annals of the Association of American Geographers* 9(4), 713-737. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1111/0004-5608.00219>.
- Damasco, F., & Antunes, M. (2020). Encontro de geografias no mapeamento censitário de localidades indígenas e quilombolas. *Revista Brasileira de Geografia*, 65(2), 2-24.
- de Almeida, L. Q., Welle, T., & Birkmann, J. (2016). Disaster risk indicators in Brazil: A proposal based on the world risk index [Article]. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 17, 251-272. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2016.04.007>.
- de Loyola Hummell, B. M., Cutter, S. L., & Emrich, C. T. (2016). Social Vulnerability to Natural Hazards in Brazil. *International Journal of Disaster Risk Science*, 7(2), 111-122. <https://doi.org/10.1007/s13753-016-0090-9>.
- Debortoli, N. S., Camarinha, P. I. M., Marengo, J. A., & Rodrigues, R. R. (2017). An index of Brazil's vulnerability to expected increases in natural flash flooding and landslide disasters in the context of climate change [journal article]. *Natural Hazards*, 86(2), 557-582. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2705-2>.
- Deschamps, M. (2008). Estudo sobre a vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba. *Cadernos Metrópole*, 19, 191-219.
- Dias, M. C. d. A., Saito, S. M., & Fonseca, M. R. S. (2017). Aplicação de dados censitários para caracterização da população exposta em áreas de risco de deslizamentos em Blumenau, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Cartografia*, 68(1).
- Dilley, M. (2005). Setting priorities: global patterns of disaster risk. *Paper of the Scientific Discussion on Extreme Natural Hazards, Royal Society*.
- Dilley, M., Chen, R. S., Deichmann, U., Lerner-Lam, A. L., Arnold, M., Agwe, J., Buys, P., Kjekstad, O., Lyon, B., & Yetman, G. (2005). *Natural disaster hotspots: a global risk analysis*. The World Bank Hazard Management Unit.
- dos Santos Alvalá, R. C., de Assis Dias, M. C., Saito, S. M., Stenner, C., Franco, C., Amadeu, P., Ribeiro, J., Souza de Moraes Santana, R. A., & Nobre, C. A. (2019). Mapping characteristics of at-risk population to disasters in the context of Brazilian early warning system. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 41, 101326. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101326>.
- Dourado, F., Arraes, T., & Silva, M. (2012). O megadesastre da região serrana do Rio de Janeiro – as causas do evento, os mecanismos dos movimentos de massa e a distribuição espacial dos investimentos de reconstrução no pós-desastre. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, 35(2), 43-54. [https://doi.org/10.11137/2012\\_2\\_43\\_54](https://doi.org/10.11137/2012_2_43_54).
- Fiocruz-BA. (2021). *Indígenas e quilombolas no Censo Demográfico 2021: integração de informações geoespaciais para a ampliação da captação estatística*. Fiocruz-BA. Retrieved 10 de outubro from <https://ds.saudeindigena.icict.fiocruz.br/handle/bvs/3526>.
- Gallopin, G. C. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 16(3), 293-303. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.004>.
- Gariano, S. L., & Guzzetti, F. (2016). Landslides in a changing climate. *Earth-Science Reviews*, 162, 227-252. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.08.011>.
- Goerl, R. F., Kobiyama, M., & Pellerin, J. R. G. M. (2012). Proposta metodológica para mapeamento de áreas de risco a inundação: estudo de caso do município de Rio Negrinho – SC. *Boletim de Geografia*, 30(1). <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v30i1.13519>
- Golnaraghi, M. (Ed.). (2012). *Institutional partnerships in multi-hazard early warning systems: a compilation of seven national good practices and guiding principles*. Springer.
- Haque, U., da Silva, P. F., Devoli, G., Pilz, J., Zhao, B., Khaloua, A., Wilopo, W., Andersen, P., Lu, P., Lee, J., Yamamoto, T., Keellings, D., Jian-Hong, W., & Glass, G. E. (2019). The human cost of global warming: Deadly landslides and their triggers (1995–2014) [Article]. *Science of The Total Environment*, 682, 673-684. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.415>.
- Hasegawa, N., Harada, S., Tanaka, S., Ogawa, S., Goto, A., Sasagawa, Y., & Washitake, N. (2012). Multi-Hazard Early Warning System in Japan. In M. Golnaraghi (Ed.), *Institutional partnerships in multi-hazard early warning systems: a compilation of seven national good practices and guiding principles* (pp. 181-215). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-25373-7>.
- IBGE. (2012). *Os indígenas no Censo Demográfico 2010: primeiras considerações com base no quesito cor ou raça*.
- IBGE. (2013). *Metodologia do Censo Demográfico 2010* (Vol. 41). Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

- IBGE. (2018). *População em áreas de risco no Brasil*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística / IBGE - Coordenação de Geografia.
- IBGE. (2019). *Padrão de registro de endereços - definições e orientações de uso*. I. B. d. G. e. E. (IBGE).
- IBGE. (2022a). *Áreas urbanizadas do Brasil: 2019*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101973>.
- IBGE. (2022b). *Áreas Urbanizadas do Brasil: 2019 - notas técnicas*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101973>.
- IBGE. (2023a). *Censo demográfico 2022: quilombolas primeiros resultados do universo*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.
- IBGE. (2023b). *População em áreas de risco no Brasil | 2010*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BGE). <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estudos-ambientais/21538-populacao-em-areas-de-risco-no-brasil.html?=&t=o-que-e>.
- IBGE. (2024). *Censo demográfico 2022: coordenadas geográficas dos endereços*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/38734-cadastro-nacional-de-enderecos-para-fins-estatisticos.html?=&t=publicacoes>.
- IPCC (Ed.). (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Jr., H. J. K., & Diamond, S. B. a. L. (2012). Multi-Hazard Early Warning System of the United States National Weather Service. In M. Golnaraghi (Ed.), *Institutional partnerships in multi-hazard early warning systems: a compilation of seven national good practices and guiding principles* (pp. 115-). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-25373-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-25373-7_4).
- King, D. (2001). Uses and Limitations of Socioeconomic Indicators of Community Vulnerability to Natural Hazards: Data and Disasters in Northern Australia. *Natural Hazards*, 24, 147-156.
- King, D., & MacGregor, C. (2000). Using social indicators to measure community vulnerability to natural hazards [Article]. *Australian Journal of Emergency Management*, 15(3), 52-57.
- Klose, M. (2015). *Landslide Databases as Tools for Integrated Assessment of Landslide Risk*.
- Lacerda, W. A., Netto, A. L. C., & Sato, A. M. (2017). Technical report on landslide related disasters in Brazil In K. Ho, S. Lacasse, & L. Picarelli (Eds.), *Slope safety preparedness for impact of climate change* (pp. 45-70). CRC Press.
- Leichenko, R., McDermott, M., & Bezborodko, E. (2015). Barriers, Limits and Limitations to Resilience. *Journal of Extreme Events*, 02(01). <https://doi.org/10.1142/s2345737615500025>.
- Mason, K., Lindberg, K., Haefling, C., Schori, A., Marsters, H., Read, D., & Borman, B. (2021). Social Vulnerability Indicators for Flooding in Aotearoa New Zealand. *Int J Environ Res Public Health*, 18(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph18083952>.
- MCid, & IPT. (2004). *Treinamento de técnicos municipais para o mapeamento e gerenciamento de áreas urbanas com risco de escorregamentos, enchentes e inundações* [Apostila de treinamento]. Ministério das Cidades - MCid; Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo -IPT.
- MCid, & IPT. (2007). *Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios*. Brasília: Ministério das Cidades - MCid; Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT.
- Mendonca, M. B. d., & Silva, D. R. d. (2020). Integration of census data based vulnerability in landslide risk mapping - The case of Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brazil. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 50. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101884>
- MUNDIAL, B. (2012). *Avaliação de perdas e danos: inundações e deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro - janeiro de 2011*. Brasília-DF: Relatório elaborado pelo Banco Mundial com apoio do Governo do Estado do Rio de Janeiro.
- Navarro, D., Cantergiani, C., Abajo, B., Gomez de Salazar, I., & Feliu, E. (2023). Territorial vulnerability to natural hazards in Europe: a composite indicator analysis and relation to economic impacts. *Natural Hazards*. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06165-w>.
- Neto, A. T., & Medeiros, L. C. (2022). Índice da vulnerabilidade social urbana em goiás: a geografia dos riscos e da desigualdade social. *Revista Brasileira de Geografia*, 67(2), 3-32.
- O'Brien, K., Eriksen, S., Nygaard, L. P., & Schjolden, A. N. E. (2007). Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. *Climate Policy*, 7(1), 73-88. <https://doi.org/10.1080/14693062.2007.9685639>.
- O'Keefe, P., Westgate, K., & Wisner, B. (1976). Taking the naturalness out of natural disasters [Article]. *Nature*, 260, 566-567. <https://doi.org/10.1038/260566a0>.
- Papathoma-Kohle, M., Schlogl, M., & Fuchs, S. (2019). Vulnerability indicators for natural hazards: an innovative selection and weighting approach. *Sci Rep*, 9(1), 15026. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50257-2>
- Ramli, M. W. A., Alias, N. E., Yusop, Z., & Taib, S. M. (2020). Disaster Risk Index: A Review of Local Scale Concept and Methodologies. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Roncancio, D. J., & Nardocci, A. C. (2016). Social vulnerability to natural hazards in São Paulo, Brazil [Article]. *Natural Hazards*, 84(2), 1367-1383. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2491-x>.

- Roque, M. P. B., Ferreira Neto, J. A., da Cruz Vieira, W., Rocha, B. D., & Calegario, A. T. (2023). Social vulnerability to environmental disasters in the Paraopeba River Basin, Minas Gerais, Brazil. *Natural Hazards*. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06042-6>.
- Saito, S. M., Assis Dias, M. C. d., Ribeiro, D. F., Alvalá, R. C. d. S., Souza, D. B. d., Santana, R. A. S. d. M., Souza, P. A. d., Ribeiro, J. V. M., & Stenner, C. (2021). Disaster risk areas in Brazil: outcomes from an intra-urban scale analysis. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 12(2), 238-250. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-01-2020-0008>.
- Saito, S. M., Dias, M. C. d. A., Alvalá, R. C. d. S., Stenner, C., Franco, C., Ribeiro, J. V. M., Souza, P. A. d., & Santana, R. A. S. d. M. (2019). População urbana exposta aos riscos de deslizamentos, inundações e enxurradas no Brasil. *Sociedade & Natureza*, 31. <https://doi.org/10.14393/SN-v31-2019-46320>.
- Salvati, P., Ardizzone, F., Cardinali, M., Fiorucci, F., Fugnoli, F., Guzzetti, F., Marchesini, I., Rinaldi, G., Rossi, M., Santangelo, M., & Vujica, I. (2021). Acquiring vulnerability indicators to geo-hydrological hazards: An example of mobile phone-based data collection. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 55. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102087>.
- Sarkar, R., Shaw, R., & Pradhan, B. (Eds.). (2022). *Impact of climate change, land use and land cover, and socio-economic dynamics on landslides*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-7314-6>.
- Schneiderbauer, S., Calliari, E., & Hagenlocher, U. E. M. (2017). The most recent view of vulnerability. In K. Poljansek, M. Marin Ferrer, T. De Groeve, & I. R. Clark (Eds.), *Science for disaster risk management 2017: knowing better and losing less* (pp. 70-130). (UNU-EHS Book) European Union.
- Souza, D. B. d., Souza, P. A. d., Ribeiro, J. V. M., Santana, R. A. S. d. M., Dias, M. C. d. A., Saito, S. M., & Alvalá, R. C. d. S. (2019). Utilização de dados censitário para a análise de população em áreas de risco. *R. Bras. Geogr.*, 64(1), 122-135.
- UNISDR. (2004). *Living with risk. a global review of disaster reduction initiatives*. Genova: UN Publications.
- UNISDR. (2009). *2009 UNIDR on Terminology on Disaster Risk Reduction*. United Nations International Strategy for Disaster Reduction.
- UNISDR. (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*. U.N.O.f.D.R. Reduction. [https://www.unisdr.org/files/43291\\_sendaiframeworkfordrren.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf).
- UNISDR. (2017). *National disaster risk assessment: governance system, methodologies, and use of results*. United Nation Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR).
- Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. In A. Maskrey (Ed.), *Los desastres no son naturales* (pp. 11-44). Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina - LARED.
- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2003). *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters* (2<sup>a</sup> ed.). Routledge.
- Wisner, B., & College, O. (2016). Vulnerability as concept, model, metric, and tool. In *Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389407.013.25>.
- WMO. (2015, Published: 23 March 2015). *Global Climate in 2014 marked by extreme heat and flooding*. <https://public.wmo.int/en/media/press-release/global-climate-2014-marked-extreme-heat-and-flooding>.