

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DEMOGRAFIA

Daniel Ferlete dos Santos

**DESASTRES HIDROLÓGICOS E VULNERABILIDADE NO BRASIL: uma
interpretação de estimativas em uma perspectiva demográfica**

BELO HORIZONTE

2023

Daniel Ferlete dos Santos

**DESASTRES HIDROLÓGICOS E VULNERABILIDADE NO BRASIL: Uma
interpretação de estimativas em uma perspectiva demográfica**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Demografia da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Demografia.

Orientador: Alisson Flávio Barbieri

BELO HORIZONTE

2023

Ficha Catalográfica

Santos, Daniel Ferlete dos.
S237d Desastres hidrológicos e vulnerabilidade no Brasil [manuscrito] : uma
2023 interpretação de estimativas em uma perspectiva demográfica / Daniel
Ferlete dos Santos. – 2023.
1v.: il.

Orientador: Alisson Flávio Barbieri.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais,
Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional.
Inclui bibliografia e apêndices.

1. Desastres ambientais – Teses. 2. Populações vulneráveis – Teses.
3. Demografia – Teses. I. Barbieri, Alisson F. (Alisson Flávio). II.
Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e
Planejamento Regional. III. Título.

CDD: 363.34

Elaborada pela Biblioteca da FACE/UFMG – 152/2024
Leonardo Vasconcelos Renault - CRB6 2211



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DEMOGRAFIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE DANIEL FERLETE DOS SANTOS - NÚMERO DE REGISTRO 2022651949

Às dez horas do dia dezenove do mês de janeiro de dois mil e vinte e quatro, reuniu-se a Comissão Examinadora de DISSERTAÇÃO, indicada *ad referendum* pelo Colegiado do Curso em 05/01/2024, para julgar, em exame final, o trabalho final intitulado “DESASTRES HIDROLÓGICOS E VULNERABILIDADE NO BRASIL: uma interpretação de estimativas em uma perspectiva demográfica”, requisito final para a obtenção do Grau de Mestre em Demografia. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Alisson Flávio Barbieri, após dar a conhecer aos(às) presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra ao candidato, para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Comissão composta pelos professores Alisson Flávio Barbieri (Orientador) (CEDEPLAR/FACE/UFMG), Reinaldo Onofre dos Santos (UFJF) e Jarvis Campos (UFRN) se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado final. A Comissão **APROVOU** o candidato por unanimidade. O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

Belo Horizonte, 19 de janeiro de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Alisson Flavio Barbieri, Professor do Magistério Superior**, em 19/01/2024, às 14:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gilvan Ramalho Guedes, Subcoordenador(a)**, em 19/01/2024, às 14:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Reinaldo Onofre dos Santos, Usuário Externo**, em 22/01/2024, às 10:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Járvys Campos, Usuário Externo**, em 22/01/2024, às 22:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2949876** e o código CRC **EEEE2BAA**.

Referência: Processo nº 23072.201350/2024-29

SEI nº 2949876

AGRADECIMENTOS

O período do mestrado foi um dos momentos mais enriquecedores da minha trajetória até então, sendo o Cedeplar e o departamento de Demografia um espaço acolhedor e transformador, que possibilitou uma base segura para que eu pudesse me dedicar aos estudos e à pesquisa. Agradeço a todo o colegiado, secretaria e demais funcionários do Cedeplar por todo o cuidado e receptividade. A dedicação, carinho e empenho de todos com o programa fazem-se sentir no dia a dia.

Ao Alisson, orientador dessa dissertação, agradeço por toda gentileza que teve durante esse processo, por me encorajar na pesquisa, me apresentar ao tema, me motivar durante a escrita e trazer a calma necessária. Sou grato a todos os áudios, comentários, e ao tempo dedicado. Foram lições muito importantes que com certeza perdurarão ao longo do meu percurso como pesquisador e um exemplo que levarei para a vida.

Agradeço aos professores ao longo do período do mestrado, que deixaram marcas nesse trabalho final e na minha formação como demógrafo. Agradeço à professora Raquel e Daniela, pelos valiosos comentários na disciplina de seminários de projetos. Agradeço ao professor Cássio Turra, que muitas vezes esteve disponível como conselheiro e amigo, e inflamou em mim um grande interesse e paixão pela demografia através das suas aulas.

Nesse período, pessoas maravilhosas estiveram comigo e foram importantes incentivadores que estiveram presentes nessa dissertação. Agradeço ao Hisrael por ter sido a melhor pessoa com quem alguém poderia dividir uma casa nesse período. Com muito altruísmo, me ajudou com métodos, ouviu e discutiu minhas ideias, me apresentou a novas formações e foi um grande companheiro de treino.

A demografia me proporcionou um importante núcleo de amizades, que se fez e continua presente na minha vida, com amigas queridas que dividiram as alegrias e as tristezas do mestrado desde as primeiras semanas. Laura, com toda sua dedicação e esforço, Kátia, com um enorme coração e generosidade, e Thaine, com toda sua espontaneidade e alegria, foram temperos que tornaram tanto as aulas e minha vida muito mais especiais.

O meu ingresso no mestrado contou com um imensurável apoio de quem viria se tornar um dos meus grandes amigos em Belo Horizonte, Mariel Gruppi. Com enorme generosidade, me

ajudou de forma imensurável ainda no processo seletivo, me mostrou os caminhos a serem percorridos durante as disciplinas, e me ensinou valiosas lições que carregou para a vida.

Mudar para Belo Horizonte foi um desafio adicional para esse período, e não teria sido capaz de passar por esse momento sem a presença constante na minha vida de amigos tão caros para mim. Arthur Cassemiro, onde desde a graduação é uma das presenças mais importantes na minha vida, me relembra o tempo todo de como a vida é bonita, e faz que eu enfrente o medo que há em mim. Muito obrigado pela amizade! Júlia Sanders, que compartilhou muitas horas de escrita e vários cafés da manhã. Fez com que esse processo fosse menos solitário, e ao mesmo tempo me despertou uma revolução inteira.

Rennan, Gustavo e Leonardo, obrigado por todas as risadas, jogos, cafés e conselhos que vocês dividiram comigo. Vitor, obrigado por todo o incentivo e por me mostrar o mundo da estatística e da corrida, essa peculiar combinação só poderia vir de alguém tão peculiar quanto você. Gabriela Gallas, obrigado por ter me acolhido de uma forma tão bonita e ter possibilitado que, em um curto espaço de tempo, fosse possível o compartilhamento e vivências de sentimentos tão gostosos.

Agradeço à minha família, base essencial e de apoio incondicional na minha vida. Charles, pelas longas conversas em várias horas de chamadas, Sheila, por todo o afeto, minha mãe e meu pai, por todo o incentivo e confiança, e Leonardo e Fernanda, pelo apoio e confiança que sempre depositaram em mim.

Aos colegas da coorte 2022, Blanca, Alí, Abraão, Damien, Alexandre, Eduardo, Laura, Sávia, Raquel, Emmanuel e Camila. Minha gratidão pelas trocas que tivemos nesse período, que enriqueceram esse trabalho e minha formação.

Agradeço ao professor Reinaldo e ao professor Jarvis por terem se disponibilizado para compor a banca de avaliação desta dissertação e terem feito valiosos comentários. Foram perspectivas extremamente enriquecedoras para minha formação, e que com certeza estará presente dentro da minha trajetória como pesquisador.

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Agradeço o apoio financeiro e por tornar a minha pesquisa possível.

RESUMO

O contexto de aceleradas mudanças climáticas desencadeia o aumento da frequência de diversos eventos climatológicos extremos. Quando esses eventos estão associados a condições de vulnerabilidade, resultam na materialização de desastres. Portanto, o conhecimento sobre populações em risco é de crucial importância para a minimização dos danos. A proposta da dissertação é avaliar a utilidade e aplicação de métodos demográficos na interpretação dos dados de desastres hidrológicos no Brasil. Essa análise se baseia em dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD), referentes a desastres hidrológicos entre 2013 e 2021, e na população em áreas de risco no país, obtida pela Base Territorial Estatística de Áreas de Risco (BATER). O primeiro objetivo consiste na elaboração das taxas de atingidos por desastres hidrológicas para as macrorregiões geográficas do país, levando em consideração a população mapeada pela BATER como a população atingida pelos desastres. É identificada uma significativa dispersão nas taxas, sendo a região Norte a área com mais incidência de atingidos no período, com uma taxa de 25 a cada 100 moradores em risco, enquanto o Sudeste apresenta a menor taxa, com 0,75. O segundo objetivo é avaliar a aplicação e o uso das taxas em uma localidade reduzida estabelecendo uma relação com o perfil de vulnerabilidade local. A área escolhida para análise é a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Para esse objetivo é feita a comparação das taxas de atingidos por desastres hidrológicos utilizando dois diferentes denominadores, a população mapeada na BATER e o total populacional municipal. Observa-se que as taxas com o uso do denominador da população total apresentaram limitações, evidenciando apenas as localidades com um alto número de atingidos. Por outro lado, o uso do denominador da BATER enfatiza as localidades com uma alta proporção de atingidos em relação à população em áreas de risco. Os indicadores de vulnerabilidade na RMBH apresentam piores condições econômicas e sanitárias nos domicílios expostos ao risco, e municípios com taxas elevadas de atingidos também apresentaram maior vulnerabilidade. Tanto para as macrorregiões quanto para a RMBH o perfil da população em risco revela a predominância de jovens, e uma menor proporção de idosos, em relação aos totais municipais. Os resultados indicam uma boa cobertura dos dados de população exposta ao risco e apontam a aplicabilidade do uso de taxas demográficas para a compreensão do impacto dos desastres no país. Observam-se possibilidades de agendas futuras de pesquisas a partir dos dados apresentados, com a perspectiva de explorar diferentes bases e projeções para essa população com, o uso de outros recortes territoriais, e avaliar diferentes perfis demográficos que emergem dessas populações.

Palavras-Chave: Desastres; População em Risco; BATER; Taxas Demográficas; RMBH.

ABSTRACT

The context of accelerated climate change triggers an increase in the frequency of various extreme climatological events. When these events are associated with conditions of vulnerability, they result in the materialization of disasters. Therefore, knowledge about at-risk populations is of crucial importance for minimizing damage. The dissertation's proposal is to evaluate the utility and application of demographic methods in interpreting hydrological disaster data in Brazil. This analysis is based on data from the Integrated System of Information on Disasters (S2iD), referring to hydrological disasters between 2013 and 2021, and on the population in risk areas in the country, obtained from the Statistical Territorial Base of Risk Areas (BATER). The first objective is to develop rates of those affected by hydrological disasters for the country's geographical macro-regions, taking into account the population mapped by BATER as the population affected by disasters. A significant dispersion in rates is identified, with the Northern region being the area with the highest incidence of those affected during the period, with a rate of 25 per 100 residents at risk, while the Southeast presents the lowest rate, with 0.75. The second objective is to evaluate the application and use of rates in a reduced locality establishing a relationship with the local vulnerability profile. The chosen area for analysis is the Metropolitan Region of Belo Horizonte (RMBH). For this objective, a comparison of rates of those affected by hydrological disasters is made using two different denominators, the population mapped in BATER and the total municipal population. It is observed that rates using the total population denominator showed limitations, only highlighting localities with a high number of those affected. On the other hand, the use of the BATER denominator emphasizes localities with a high proportion of those affected relative to the population in risk areas. Vulnerability indicators in the RMBH show worse economic and sanitary conditions in households exposed to risk, and municipalities with high rates of those affected also showed greater vulnerability. Both for the macro-regions and for the RMBH, the profile of the population at risk reveals a predominance of young people and a lower proportion of elderly people compared to municipal totals. The results indicate good coverage of data on population exposed to risk and point to the applicability of using demographic rates to understand the impact of disasters in the country. There are possibilities for future research agendas based on the data presented, with the prospect of exploring different databases and projections for this population, using other territorial divisions, and evaluating different demographic profiles that emerge from these populations.

Keywords: Disasters; At-risk Population; BATER; Demographic Rates; RMBH.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

Figura 1- Estrutura estendida do risco	21
Figura 2 - Estrutura de vulnerabilidade em diferentes níveis.....	24
Figura 3 – Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).....	31
Figura 4 – Exemplo de seção de preenchimento do FIDE	35
Figura 5 – Tratamento de Dados Realizado pelo Atlas Digital de Desastres no Brasil.	37
Figura 6 – Polígonos da BATER delimitados por (A) Face de Quadra e (B) Setor Censitário.....	38
Figura 7- Fluxograma dos Procedimentos Metodológicos.....	40
Figura 8 – Modelo Conceitual de Vulnerabilidade	47
Figura 9 - Taxa BATER de Atingidos por Desastres Hidrológicos, para RM BH.....	65
Figura 10 - Taxa Municipal de Atingidos por Desastres Hidrológicos, para RMBH	67

Gráficos

Gráfico 1 - Taxas BATER de Atingidos, por região geográfica	52
Gráfico 2 - Tipologias dos Desastres, por região geográfica	53
Gráfico 3 - Pessoas Expostas ao Risco e total municipal	55
Gráfico 4 - Razão de Sexo, por região geográfica.....	56
Gráfico 5 - Razão de Dependência, para as regiões geográficas.....	57
Gráfico 6 - Tipologias dos Desastres, para RMBH	68
Gráfico 7- População Exposta ao Risco e Total Municipal, para RMBH.....	69
Gráfico 8 - Razão de Sexo, para Expostos e Total na RMBH.....	69
Gráfico 9 - Razão de Dependência, para a RMBH.....	70
Gráfico 10 - Faixa de rendimento por domicílios, população total e exposta ao risco na RMBH	
71	
Gráfico 11 - Condições do Domicílio, população total e exposta ao risco na RMBH.....	72

Quadros

Quadro 1 – Definições dos elementos do risco	20
Quadro 2 – Caracterização dos Desastres Hidrológicos registrados na COBRADE	28
Quadro 3 – Grupos de Desastres e Tipologias no Atlas Digital de Desastres.....	36
Quadro 4 – Variáveis Seleccionadas do Atlas Digital de Desastres no Brasil.....	37
Quadro 5 – Variáveis seleccionadas da BATER.....	39
Quadro 6- Variáveis de Análise para Taxa de Atingidos e Caracterização da População	43
Quadro 7- Relação de Municípios da RMBH mapeados na BATER	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Indicadores de Vulnerabilidade para cada componente	47
Tabela 2 - Pessoas Expostas e Atingidas por Desastres – Valores Totais.....	49
Tabela 3- Taxa BATER de Atingidos por Desastres de Natureza Hidrológico, Regiões Geográficas - a cada 100 moradores expostos ao risco	50
Tabela 4 - Taxa BATER de Atingidos por Desastres de Natureza Hidrológico, para RMBH – a cada 100 moradores expostos ao risco	64
Tabela 5 - Taxa Municipal de Atingidos por Desastres de Natureza Hidrológico, para RMBH – a cada 1.000 habitantes	66
Tabela 6 - Índice Mineiro de Responsabilidade Social e PIB a preços correntes, na RMBH..	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BATER - Base Territorial Estatística de Áreas de Risco

CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

COBRADE - Classificação e Codificação Brasileira de Desastres

FIDE - Formulário de Informações do Desastre

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

IMRS - Índice Mineiro de Responsabilidade Social

RMBH - Região Metropolitana de Belo Horizonte

SEDEC - Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil

S2iD - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres

SBS - Serviço Geológico do Brasil

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1. Riscos, desastres e vulnerabilidade	20
2.2. Desastres hidrológicos no contexto urbano	25
2.3. Populações expostas aos riscos e desastres	28
2.4. Riscos e Desastres na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).....	31
3. DADOS E MÉTODOS	35
3.1. Dados.....	35
3.1.1. Atlas Digital de Desastres no Brasil	35
3.1.2. Base Territorial Estatística de Áreas de Risco (BATER).....	38
3.1.3. Transformação dos Dados	40
3.2. Métodos	42
3.2.1. Objetivo 1: Construção das taxas de atingidos por desastres hidrológicos e caracterização da população em risco, para as diferentes macrorregiões geográficas do país. 42	
3.2.2. Objetivo 2: Construção das taxas de atingidos por desastres hidrológicos, caracterização populacional e do perfil de vulnerabilidade nos municípios da RMBH...45	
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1. Resultados para as macrorregiões geográficas do país.....	49
4.1.1. Taxas de atingidos por triênios, para as macrorregiões geográficas do país	49
4.1.2. Características demográficas da população exposta ao risco, para as macrorregiões geográficas do país.	54
4.2. Discussão dos dados para as macrorregiões geográficas do país	57
4.3. Resultados para a RMBH	63
4.3.1. Taxas de Atingidos por Triênios, para a RMBH	63
4.3.2. Características demográficas da população exposta ao risco, para a RMBH.....	68

4.3.3. Perfis de vulnerabilidade na RMBH.....	70
4.4. Discussão dos dados para a RMBH.....	74
4.5. Limitações da pesquisa.....	76
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
6. REFERÊNCIAS	82
APÊNDICE A – Resultados por macrorregiões geográficas do país.....	87
APÊNDICE B – Resultados para a RMBH	89

1. INTRODUÇÃO

Eventos climatológicos extremos apresentam uma série de desafios para os gestores de políticas públicas, seja pela falta de dados históricos sobre esses eventos, ou pela dificuldade nas definições sobre populações impactadas (PELLING, 2003). Diante desse cenário, torna-se necessário compreender os mecanismos de monitoramento e prevenção de riscos, identificando áreas com potencial para desastres e as características da população ali residente. Essas são medidas que possibilitam a implementação de um sistema de alerta precoce e integrado, com capacidades preditivas e de redução de riscos, abrangendo informações tanto de caráter espacial e temporal, quanto sociodemográfico (ALVALÁ; BARBIERI, 2017; UNISDR, 2015).

A estreita ligação entre população e ambiente tem levado a um crescente número de publicações e ao avanço da pesquisa no campo da demografia que, segundo os autores, tem se ampliado como disciplina científica para abranger estudos que exploram essas interações (MARANDOLA JR; HOGAN, 2007). Porém, identificar impactos na população é uma atividade complexa, uma vez que os desastres podem desencadear mudanças e acelerar processos existentes, bem como ser responsáveis pelo surgimento de novos perfis populacionais como resposta a esses episódios (KARÁCSONYI; TAYLOR; BIRD, 2021).

No território brasileiro pode ser observado diversas formas de uso e ocupação do solo, com diferentes padrões de habitação. Ocupações espaciais irregulares, juntamente com desigualdades socioeconômicas acentuadas, são elementos que restringem a capacidade de respostas, caracterizando uma população como vulnerável (BARBIERI *et al.*, 2022). Quando essa população vulnerável é exposta a perigos, definidos aqui como eventos climáticos extremos, ela se encontra em situação de risco, que podem ou não se materializar nos desastres ambientais (MARANDOLA JR, 2008).

A compreensão dos aspectos de vulnerabilidade e exposição ao risco em que cada população está sujeita é fundamental para entender a magnitude dos impactos dos desastres, já que são diversos os efeitos e consequências de cada episódio (UNISDR, 2015). Ao considerar a vulnerabilidade e a exposição da população de uma comunidade ou região específicas, é possível avaliar a capacidade de enfrentamento e recuperação dessa população diante de eventos adversos. Nessa concepção, os riscos são vistos como parte intrínseca da organização social das comunidades humanas, entendidos como problemas que surgem através das complexas interações entre a sociedade e o ambiente (MARANDOLA JR; HOGAN, 2007).

Pesando *et al.* (2023), em uma análise sobre o atual estado da demografia, ressaltam a importância de uma abordagem mais alinhada às rápidas mudanças observadas no mundo contemporâneo, como conflitos, pandemias e desastres naturais. Os autores destacam a necessidade de tornar a demografia mais acessível e compreensível ao público em geral, apresentando-a como uma ferramenta de análise para políticas públicas. Além disso, eles enfatizam a importância de que o currículo da demografia inclua tópicos de natureza ambiental e espacial, reconhecendo esses elementos como influências na dinâmica demográfica observada (PESANDO *et al.*, 2023).

Contribuições recentes têm procurado alinhar elementos conceituais, teóricos e de métodos para uma perspectiva demográfica sobre desastres. Barbieri *et al.* (2022) em uma proposta de marco teórico para a Demografia dos Desastres sugere que essa prevê a exploração de potencialidades de técnicas, métodos e teorias demográficas nos estudos de desastres, com inter-relação entre os componentes de respostas demográficas, os desastres, as condições de vulnerabilidade preexistentes e adaptação das estratégias domiciliares e individuais. Torres (2006) sugere que a demografia desempenhe a função de identificar a população em risco e seus níveis de vulnerabilidade. Isso inclui analisar como certos riscos, mesmo quando uniformemente distribuídos, podem impactar grupos populacionais de maneiras distintas

Na perspectiva de estudos populacionais, um dos principais desafios consiste na mensuração dos dados, principalmente para a consolidação do campo da Demografia dos Desastres, dada a complexidade das tarefas de mensuração (FRANKENBERG; LAURITO; THOMAS, 2014). Um indicador frequentemente utilizado para mensurar a magnitude de um desastre urbano é o número de vítimas em proporção à população total. Embora um número alto possa indicar um desastre de grande magnitude, essa relação não é diretamente proporcional nem uma métrica universalmente aceita (CROSS, 2001). A utilização do indicador de população impactada como determinante da magnitude de um desastre muitas vezes é insuficiente, devido à mensuração incorreta da quantidade de pessoas atingidas. Além disso, problemas de proporcionalidade podem ocorrer, o que pode levar ao encobrimento de muitos eventos pequenos dentro de grandes populações (MOSSLER, 1996; PELLING; UITTO, 2001).

A disponibilidade limitada de informações e as imprecisões nas definições das populações expostas ao risco, que se manifestam na ausência de evidências das relações entre o número de indivíduos expostos e a ocorrência de desastres no Brasil, especialmente em termos de taxas de atingidos, tornam a demografia elemento fundamental na leitura dos desastres.

Esta dissertação tem como motivação principal contribuir para a incorporação dos conceitos demográficos à compreensão dos desastres ambientais.

Assim, o conhecimento sobre a população desempenha um papel crucial na gestão de riscos e na resposta a desastres, permitindo compreender as condições de reação da população exposta diante desses eventos. No Brasil, as informações georreferenciadas territoriais têm como menor unidade de recorte os setores censitários, menor porção utilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na divulgação dos dados. No entanto, esses recortes são definidos com base em divisões territoriais e políticas, e não coincidem necessariamente com as áreas de risco, o que torna desafiador estimar com precisão as populações efetivamente expostas aos desastres (ASSIS DIAS *et al.*, 2018).

Para superar esse desafio foi desenvolvido um novo recorte espacial denominado Base Territorial Estatística de Áreas de Risco (BATER), que visa associar os dados socioeconômicos às áreas de risco de inundações, enxurradas e movimentos de massa em 872 municípios monitorados pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN). O polígono da BATER é definida como a menor área possível resultante da interseção entre a área de risco e as feições censitárias, faces de quadra e aglomerados subnormais (IBGE, 2018). Destaca-se a importância da disponibilização dos dados para esse recorte territorial, possibilitando melhores estimativas, compreensão da distribuição do risco e a sua interpretação como denominador. A BATER ao integrar as áreas de risco com as informações censitárias possibilita uma leitura dos desastres em uma perspectiva demográfica, enriquecendo a compreensão da vulnerabilidade populacional.

O mapeamento apresentado na BATER focaliza situações de risco de natureza hidrológica, justificando a escolha dessa categoria de desastres na análise. Uma característica adicional da base é sua restrição aos setores censitários urbanos. Dado que a maioria dos registros de desastres origina-se de áreas urbanizadas, onde também há uma concentração maior de população, a perspectiva discutida aqui fica restrita a áreas urbanas.

A principal fonte de dados de desastres do país foi implementada através da Lei 12.608/12, de 10 de abril de 2012, que institui que todas as situações de anormalidade, calamidade ou desastres devem ser registradas pelos municípios no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), visando garantir transparência na gestão de riscos e desastres no território brasileiro. A base de dados é mantida pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) e nela é possível registrar desastres ocorridos nos municípios e estados, consultas aos

processos de reconhecimento de emergências e o acesso a dados históricos de desastres (BRASIL, 2012).

De acordo com os registros no S2ID, de 2013 a 2021, aproximadamente 91% de todos os indivíduos desalojados e desabrigados foram impactados por eventos hidrológicos, principalmente localizados nas regiões Sul e Sudeste do país. Isso destaca a importância da análise dessa categoria de desastres. No período de 2013 a 2021, foram contabilizadas 25.908 ocorrências de desastres de natureza hidrológicas, com 1.421 óbitos registrados e cerca de 3.26 milhões de desabrigados ou desalojados (BRASIL, 2023).

A análise dos componentes de vulnerabilidade ganha ênfase na análise local, conectando-o a outras dimensões de tomadas de decisões e influências (TURNER *et al*, 2003). Para avaliar como os dados selecionados e as taxas propostas se adequam a um nível territorial mais específico e reduzido, é realizado o recorte de dados na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). É realizada a análise das taxas e a caracterização populacional relacionada ao perfil de vulnerabilidade dos municípios. A escolha da RMBH como região de estudo, considerando sua complexidade geográfica e demográfica, é respaldada pela significativa proporção de pessoas que habitam áreas de risco na região, assim como pela recorrente incidência de desastres (MOREIRA, 2023).

Desse modo, o objetivo geral da dissertação é avaliar a utilidade e aplicação de métodos demográficos na interpretação e leitura dos dados de desastres no país. Para isso são propostos dois objetivos específicos: (1) Construção das taxas de atingidos por desastres hidrológicos e caracterização da população em risco, para as diferentes macrorregiões geográficas do país e (2) Construção das taxas de atingidos por desastres hidrológicos, caracterização populacional e do perfil de vulnerabilidade nos municípios da RMBH.

Esta dissertação está dividida em quatro capítulos, além da introdução e considerações finais. A revisão de literatura aborda as definições das terminologias utilizadas, interpretações existentes na literatura relacionadas aos desastres, bem como leituras pertinentes às populações expostas ao risco no contexto da RMBH. Em seguida, são detalhadas as bases de dados utilizadas, as variáveis selecionadas e os métodos utilizados para atender a cada um dos objetivos específicos. A seção Resultados e Discussão apresenta os valores obtidos e interpretações desses resultados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Riscos, desastres e vulnerabilidade

Um dos esforços mais significativos na sistematização do conhecimento relacionado à redução de desastres é o “Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030”, que traz importantes avanços no enfoque da gestão de desastres, alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pelas Nações Unidas. Este documento enfatiza a compreensão dos riscos de desastres através do fortalecimento da governança e o estabelecimento de diretrizes teóricas, proporcionando um guia para estudos mais abrangentes sobre o tema (UNISDR, 2015)

Usualmente, o desastre é interpretado como uma materialização dos riscos, dada as condições de exposição, perigos e vulnerabilidade que determinada comunidade ou sociedade está sujeita. Esses fatores são condições latentes para a existência do desastre e, quando interagem entre si, criam condições para a ocorrência do desastre (UNDRR, 2022). No Quadro 1 são apresentadas as definições e terminologias usualmente utilizadas nesse esquema de compreensão dos riscos.

Quadro 1 – Definições dos elementos do risco

Elemento	Definição
Desastres	Perturbação do funcionamento de uma comunidade ou sociedade, em qualquer escala, devido a eventos perigosos que interagem com condições de exposição, vulnerabilidade e perigos, resultando em uma ou mais consequências: perdas e impactos humanos, materiais, econômicos e ambientais.
Perigos	Processo, fenômeno ou atividade humana que pode resultar em perda de vidas, lesões ou outros impactos na saúde, danos materiais, perturbação social e econômica, ou degradação ambiental.
Vulnerabilidade	Condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a suscetibilidade de um indivíduo, uma comunidade, ativos ou sistemas aos impactos de perigos.
Exposição	A situação das pessoas, infraestruturas, habitações, capacidades de produção e outros ativos humanos tangíveis localizados em áreas propensas a perigos.

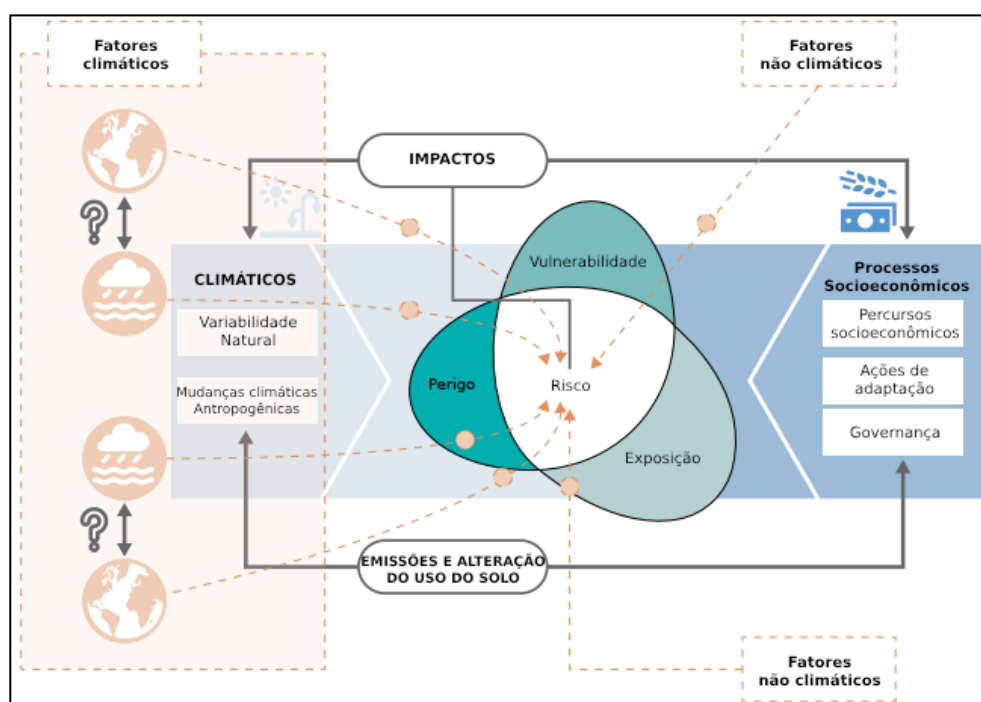
Fonte: United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2022, p. 2. Tradução nossa.

Para uma compreensão formal do risco, é necessário visualizá-lo não como um elemento isolado, mas resultante da combinação de diversos elementos, que interagem entre si de formas diversas a depender da escala e do contexto observado (MARANDOLA JR; HOGAN, 2009).

De modo geral, o risco está relacionado às consequências prejudiciais ou perdas esperadas decorrentes de um perigo específico durante um período de exposição (MARANDOLA JR, 2008). O desastre é então a materialização desse risco, de forma que ocasione danos ou perturbações ao modo de vida dessa população atingida; SCHNEIDERBAUER; EHRLICH, 2004).

Conforme destacado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), a abordagem do risco vai além da estrutura convencional, que usualmente considera apenas elementos de perigo, vulnerabilidade e exposição. O IPCC propõe uma perspectiva que engloba o risco de maneira mais abrangente, reconhecendo a sua natureza sistêmica. Nesse contexto, destaca-se a importância de incorporar de forma enfática as interações entre as mudanças climáticas e as questões de governança. Assim, o conceito de risco resulta da influência tanto de fatores externos quanto internos a essa estrutura tradicional (UNDRR, 2022). A Figura 1 ilustra essas interações por meio de diversos processos e caminhos.

Figura 1- Estrutura estendida do risco



Fonte: UNDRR (2022). P. 22. Tradução Nossa.

Ao analisar as interações apresentadas na Figura 1, é possível observar que o perigo engloba a interação entre fatores climáticos e não climáticos, o que provoca efeitos de variabilidade natural e uma ênfase nos resultantes de mudanças climáticas antropogênicas. Processos socioeconômicos e de usos do solo interagem principalmente com os fatores de exposição e

vulnerabilidade. A junção desses elementos e a concretização do risco é o que será abordado aqui como o desastre.

O conceito de desastre na literatura pode apresentar diversas definições a depender da sua interpretação. Inicialmente era reconhecido como um evento extremo que ocorre em um tempo e espaço específicos, superando a capacidade de resposta local. Em leituras mais recentes, tem sido cada vez mais enfatizada a importância da construção social na interpretação de um evento como um desastre (FRANKENBERG; LAURITO; THOMAS, 2014; KELMAN, 2020). Dessa forma, enfatiza-se a combinação entre risco e vulnerabilidade dos elementos expostos, sendo o desastre a manifestação de uma condição social latente (CARDONA *et al.*, 2012).

Uma definição sugerida por Kelman (2020) é que um desastre é dado como uma situação que demanda apoio externo para ser enfrentada, e supera a capacidade de resposta. Por exemplo, em algumas circunstâncias, uma comunidade pode passar por um evento extremo sem precisar de intervenções externas, pois possui capacidade de resiliência. O potencial de resiliência, ou seja, a capacidade de cada comunidade resistir, absorver, ou recuperar dos efeitos adversos de uma ameaça, é um indicativo das suas condições de vulnerabilidade, e dado por resultados de processos sociais que a tornam mais ou menos suscetível a danos (KELMAN, 2020).

Blaikie *et al.* (2004) aponta que o desastre não é apenas um evento natural, mas um produto de um ambiente social, político e econômico. Nessa análise, é importante que os elementos não sejam segregados da vida cotidiana, mas sim compreendidos em conexão com o modo de vida das populações e os contextos sociais em que habitam. Esses contextos influenciam o risco de desastre, sendo impossível compreender o desastre somente como um fenômeno “natural”, posto que inseparável do ambiente social e das relações que a população cria com ele (BLAIKIE *et al.*, 2004).

É comum encontrar, na literatura, uma terminologia dual sobre os desastres, categorizando-os como de natureza tecnológica ou natural. Kelman (2020) enfatiza a necessidade de evitar a expressão "desastre natural", argumentando que essa representação é equivocada, uma vez que os desastres não possuem uma natureza intrinsecamente natural. Zhouri *et al.* (2017) por sua vez apresenta crítica a terminologia do "desastre tecnológico" e adota o adjetivo "sociotécnico" para destacar processos e falhas relacionadas à governança ambiental e processos sócio-históricos. Em síntese, a interpretação do desastre pode ser compreendida como o desfecho de um processo social e político, moldado por relações de poder e econômicas em diversas escalas,

impactando uma região ao longo do espaço-tempo (BARBIERI *et al.*, 2022; BLAIKIE *et al.*, 2004).

O desastre, sob a perspectiva social, é um processo que afeta a população de maneira desigual, considerando fatores como oportunidades, riscos, sistemas sociais, classe e gênero (CANNON, 1994). É intuitivo compreender que um desastre terá impactos distintos em uma habitação construída de maneira segura, em comparação com uma residência construída de forma irregular, por exemplo. Evidências indicam que a população mais afetada, muitas vezes devido a sua condição social mais vulnerável estabelecida, tende a enfrentar maiores dificuldades para se recuperar, entrando em um ciclo vicioso de vulnerabilidade que a torna mais suscetível a desastres futuros (BIRKMANN, 2007).

Blaikie *et al.* (2004) apresenta uma representação das causas sociais para o desastre, sintetizando a perspectiva discutida aqui definida como desastre. Nessa interpretação, os autores sugerem a contribuição dos processos naturais e sociais, assumindo pesos variáveis em cada evento. Fatores políticos, econômicos e sociais são destacados como elementos que contribuem para a exposição desigual ao risco, assim como as dinâmicas de poder e questões de classe, gênero, etnia e idade (BLAIKIE *et al.*, 2004).

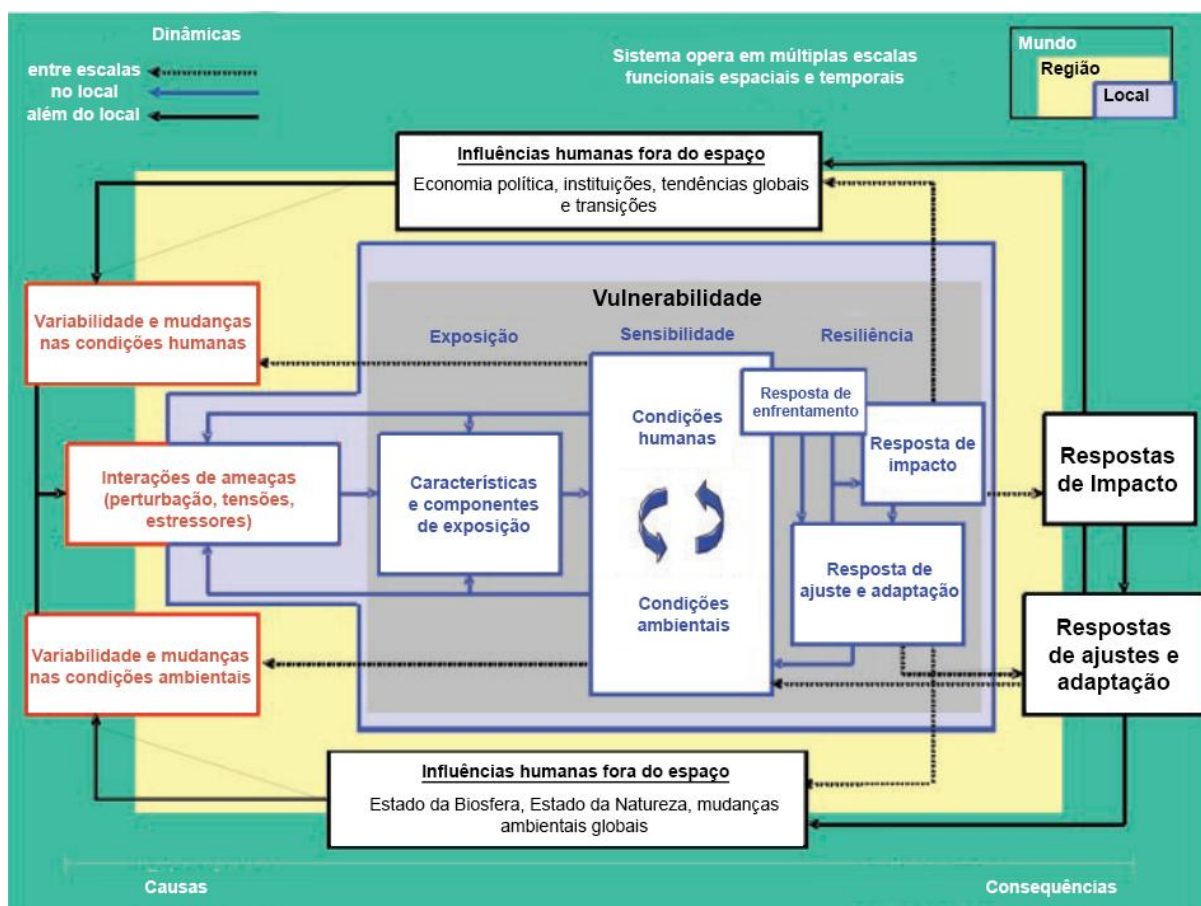
Dentro do conceito proposto, a vulnerabilidade é um dos componentes do risco, e que adquire relevância no âmbito da análise de estudos populacionais. Nessa perspectiva, o IPCC define a vulnerabilidade como a predisposição de uma população a ser impactada adversamente, de forma que tal grupo careça da capacidade de enfrentar ou se adaptar a tais perigos (IPCC, 2023). Este conceito pode também ser interpretado como a ausência de habilidade para prevenir, ou reduzir as consequências adversas originadas pela exposição aos riscos, assim como a falta de capacidades para uma resposta efetiva (BARBIERI *et al.*, 2015; CUTTER, 1996).

Blaikie *et al.* (2004) enfatiza que a vulnerabilidade é uma característica presente em diversos grupos ou indivíduos, principalmente determinada por sistemas sociais e de poder, destacando a sua natureza não intrínseca. As esferas nacionais e internacionais são escalas operacionais que geram processos sociais influenciando a vulnerabilidade desses grupos, variando em formas e intensidade (BLAIKIE *et al.*, 2004).

A vulnerabilidade pode ser lida como resultado da interação complexa de fatores que interagem entre sistemas humanos e biofísicos, tendo em vista escalas espaço-temporais e processos não lineares (TURNER *et al.*, 2003). A figura 2 apresenta um modelo que busca sintetizar a problemática da vulnerabilidade de forma abrangente, considerando seu aspecto sistêmico, e

enfatizando as diferentes escalas espaciais que essas dinâmicas atuam, identificando componentes locais, que respondem a interações e ameaças influenciados por condições humanas e ambientais fora desse espaço local. Nessa configuração, o risco é compreendido como parte da estrutura de vulnerabilidade, sendo resultado dos efeitos da exposição a ameaças e perigos.

Figura 2 - Estrutura de vulnerabilidade em diferentes níveis.



Fonte: Adaptado de TURNER *et al* (2003). p. 8076. Tradução Nossa.

Uma concepção sistêmica da vulnerabilidade, como apresentado na Figura 2, abrange uma amplitude das escalas espaciais e temporais. A análise da vulnerabilidade deve estar conectada a análise das ações de tomadas de decisões, destacando estas últimas como geradoras de estresses capazes de impactar a resiliência e a estrutura do sistema. Considerando os desastres como o desdobramento de condições sociais latentes (CARDONA *et al.*, 2012), a análise de vulnerabilidade em diferentes componentes, como o potencial de resiliência e condições de sensibilidade, possibilita ler o desastre como um evento não isolado, em consonância com as interpretações e leituras aqui apresentadas.

O modelo de Turner *et al.* (2003) se apresenta como um recurso para compreender essa complexidade buscando estabelecer um diálogo entre o campo das ciências naturais e político, apresentando a vulnerabilidade como um elemento que transcende a mera resposta a um estressor local, incorporando o ambiente biofísico e proporcionando compreensões das sequências causais envolvidas.

Idealmente, a análise de vulnerabilidade deveria abranger a totalidade desse sistema. No entanto, as limitações inerentes às pesquisas muitas vezes demandam uma adaptação na análise da vulnerabilidade, levando em consideração os dados disponíveis. É crucial ressaltar a importância de realizar tais simplificações com a consciência de que a vulnerabilidade ainda é um elemento integrante de um todo, com múltiplas interconexões e escalas que devem ser consideradas (TURNER *et al.*, 2003).

Ainda assim, manter uma visão abrangente das inter-relações presentes é necessário a fim de evitar subestimar a complexidade e a interdependência inerentes à vulnerabilidade (BARBIERI *et al.*, 2022). É imperativo reconhecer que diversas interações e escalas exercem influência tanto no funcionamento desse sistema acoplado quanto na criação das bases para os mecanismos de adaptação e ajuste (CUTTER, 1996). A natureza da relação entre desastres e vulnerabilidade, sob essa perspectiva, se torna profundamente interligada, gerando condições socioeconômicas que podem perpetuar essas vulnerabilidades, estabelecendo assim um ciclo de reprodução dessa condição (TURNER *et al.*, 2003).

2.2. Desastres hidrológicos no contexto urbano

No contexto abordado no capítulo anterior, o desastre é compreendido como a materialização de uma situação de risco, associada a perturbações que afetam uma comunidade ou sociedade. Essa conexão é estabelecida pela interação entre o território e os conflitos resultantes de fatores sociais, econômicos e políticos em diferentes escalas. A articulação entre a definição de territorialidade e a dinâmica demográfica emerge como um elemento crucial na avaliação dos impactos variados e nos diferentes níveis de danos ao território afetado (BARBIERI *et al.*, 2022).

As interações entre os elementos de risco têm a capacidade de gerar desastres em escalas maiores ou menores, para diferentes contextos espaciais (TORRES, 2006). Portanto, um ponto que guiará a análise dos desastres realizada nesta dissertação abordará essas ocorrências no contexto urbano e das cidades, ainda que o resultado seja fruto das interações entre diversas esferas político-administrativas (PELLING, 2003; TURNER *et al.*, 2003).

A evolução histórica da cidade pode ser interpretada como uma distinção da sociedade rural, resultando em uma divisão histórica das atividades laborais entre a cidade e o campo. Singer (1980) destaca que essa dinâmica se desenvolve historicamente por meio de um processo de estratificação de classes, com as atividades urbanas evoluindo gradualmente e consolidando uma estrutura de dominação de classe. Quando esse processo se conclui, a cidade se torna um elemento intermediário entre a sociedade e a natureza. Assim, ela deixa de ser meramente um consumidor passivo do campo para se tornar ativa na produção (SINGER, 1980)

Maricato (1999), ao revisitar o histórico do processo de urbanização da população brasileira, destaca que as cidades, ao se configurarem como polos de industrialização, emergiram oferecendo salários reduzidos à sua mão de obra. Essa prática inviabilizava a absorção de todos os custos de moradia praticados no mercado formal, resultando na dificuldade de acesso à habitação. Nos países em desenvolvimento, observa-se um mercado mais restrito e políticas sociais menos abrangentes, o que torna excludente o acesso à moradia. Dessa forma, o processo de formação das cidades, com ênfase no contexto brasileiro, tem como base uma dinâmica discriminatória. Essa condição estabeleceu o cenário para o surgimento de habitações precárias, impactando principalmente as populações de baixa renda por meio de processos de ocupações irregulares (Maricato, 1999).

Essas ocupações frequentemente se estabelecem em áreas protegidas ou próximas a corpos hídricos, locais menos visados pela especulação imobiliária, resultando em construções erguidas sobre solos fragilizados (MARICATO, 1999). Tais ocupações em zonas de mananciais, historicamente associadas a favelas, expõem essa parcela da população a consequências ainda mais graves, pois enfrentam problemas como obstruções de vias de escoamento, propagação de doenças e, por fim, estão sujeitas a diversos riscos ambientais (PELLING, 2003).

A consolidação da cidade como um elemento produtivo que interage com o ambiente ao qual está exposta introduz novas relações com o espaço e o local, modificando a maneira pela qual a população habita essa região e concebe a construção em relação ao meio ambiente. A partir dessas interações, emerge a necessidade de uma compreensão mais abrangente dos desastres, trazendo uma perspectiva distinta sobre como esse sistema e a formação urbana influenciam no contexto do desastre (PELLING, 2003).

Os desastres em um espaço urbano passam por constantes redefinições em suas medidas e características, à medida que as paisagens se transformam. O processo de urbanização altera a

intensidade com que os impactos podem ser percebidos, o que exige dos formuladores de políticas públicas lidar com diferentes graus de incerteza durante o processo de planejamento (ALVALÁ; BARBIERI, 2017). Um aspecto dessa incerteza reside no fato de que as informações disponíveis se baseiam em eventos passados. Conforme as forças locais e globais evoluem, pressões de riscos distintas surgem como catalisadoras de possíveis desastres (PELLING, 2003)

As forças atuantes no processo de ocupação urbana interagem também com os esforços de investimento realizados pelos gestores locais. Proprietários de terras capitalistas constituem um grupo influente que orienta os investimentos nas obras de infraestrutura, frequentemente favorecendo as instalações do aparato urbano em áreas de promoção imobiliária (MARICATO, 1999; PAULA; MONTE-MÓR, 2001). Essa série de mecanismos é o que caracteriza uma cidade dual onde uma das paisagens é configurada por empreendedores privados seguindo normas de regulamentação urbana, enquanto a outra cidade é construída de forma autônoma, de maneira instável e estruturalmente insegura (PINTO, 2003; ROLNIK, 2001).

Contextos de diferentes urbanizações podem significar exposições a riscos específicos, considerando o processo de ocupação das cidades com o ambiente que ela está inserida. Municípios localizados na região norte do país estão propensos a sofrerem inundações graduais em áreas ribeirinhas (FERREIRA DE SOUZA; LOPES DO NASCIMENTO, 2017), ou ainda podem estar associados a maior ou menor intensidade dos desastres hidrológicos devido a presença de florestas no local (KOBİYAMA; MICHEL; GOERL, 2012). Desastres hidrológicos também podem estar associados a paisagens como fundo de vales e planícies em grandes áreas do sul e sudeste do país (TEIXEIRA, 2022).

Considerando os aspectos de formação das cidades e construção dos espaços, o que se observa como agravante no contexto dos desastres hidrológicos é a alteração que as áreas urbanas apresentam na realização da canalização e escoamento da água, além de ser agravado pela poluição e disposição de resíduos sólidos em áreas indevidas. O processo de urbanização cria condições de impermeabilização do solo, ocupação em áreas de mananciais, e políticas inadequadas de drenagem (DIAS; GALINA; ALVES, 2021; TUCCI, 2003).

A Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) apresenta a codificação para os desastres observados no Brasil em conformidade com as diretrizes de gestão de riscos e desastres internacionais. Essa é a classificação adotada pelo S2iD, e serão os parâmetros

apresentados ao decorrer da dissertação.¹ Uma síntese dessa classificação dos desastres hidrológicos, e suas definições, é apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 – Caracterização dos Desastres Hidrológicos registrados na COBRADE

Inundações	Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.
Enxurradas	Escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta grande poder destrutivo.
Movimentos de massa	Quedas, tombamentos e rolamentos; deslizamentos, corridas de massa de solo/lama ou de rocha/detrimento e subsidências e colapsos como afundamento rápido ou gradual do terreno devido ao colapso de cavidades, redução da porosidade do solo ou deformação de material argiloso.
Chuvas Intensas	Chuvas que ocorrem com acumulados significativos, causando múltiplos desastres, como, por exemplo, inundações, movimentos de massa e enxurradas.
Granizo	Precipitação de pedaços irregulares de gelo

Fonte: MIDR, 2022

Outras categorias são elencadas dentro da COBRADE com outras tipologias de desastres, essas muitas das vezes se sobrepõem e podem ser ocasionadas simultaneamente por diferentes fatores. No entanto, a seleção apresentada no Quadro 2 busca detalhar os desastres hidrológicos registrados no Atlas Digital de Desastres no Brasil, onde são apresentados nessas subcategorias.

2.3. Populações expostas aos riscos e desastres

Desastres hidrometeorológicos podem resultar em um número maior ou menor de perdas de vidas e prejuízo econômico. A implementação de ações voltadas para a tomada de medidas preventivas e alertas de risco é fundamental para minimizar esses danos. É crucial não apenas atuar após a ocorrência do desastre, mas sim adotar medidas proativas visando diminuir as consequências adversas dos desastres (ALVALÁ; BARBIERI, 2017).

¹ Diferentes terminologias são observadas para registros de desastres hidrológicos, muitas das vezes aplicados erroneamente em traduções ou adaptações de outras fontes. Exemplo dessas diferentes classificações é exemplificada em inundações, onde as categorias usualmente apresentadas são de inundações graduais, denominada na literatura como *flood*, enquanto inundações bruscas, denominadas como *flash flood*, e traduzida como enxurradas em algumas publicações (FABRIS GOERL; KOBAYAMA, 2005).

Parte importante do esforço de redução dos danos envolve o conhecimento prévio dessas populações vulneráveis, e o processo que essas estão expostas, considerando o evento causador e a vivência social de perdas que é desencadeado. Dimensões como características dos domicílios, trabalho e renda podem ser importantes indicadores sobre a capacidade de resiliência dessas populações, porém estudos, sobretudo nas ciências sociais, que debatam essas relações são pouco explorados na literatura (MARCHEZINI; FORINI, 2019). A falta de informações acerca da vulnerabilidade da população exposta ao risco, ou mesmo qual a população exposta, é um dificultador no gerenciamento do risco (PRATES; AMORIM, 2017).

O estudo de populações e suas relações com os problemas ambientais apresentam interações em frentes amplas, com discussões de multidimensionalidade, heterogeneidade da população, temporalidade, territorialidade e percepção social do risco e do dano, com as mudanças demográficas das próximas décadas intensificando a natureza da produção de situações de risco (BARBIERI *et al.*, 2022). A demografia e o estudo de populações se apresentam então como uma resposta a não naturalização dos desastres, e dá visibilidade aos diversos mecanismos responsáveis pela construção social do risco.

Condições do espaço que essas populações habitam interferem diretamente ao entendimento sobre quais riscos que essas pessoas estão sujeitas, considerando a dimensão espacial como um componente da sua posição no espaço como um gerador de perigo, caracterizando a vulnerabilidade do lugar como uma medida para captar o nível de aceitação e diminuir o risco que essa população está exposta (MARANDOLA JR; HOGAN, 2009). A vulnerabilidade nessa interação com o espaço permite uma análise geograficamente centrada, abordando as características das comunidades que habitam e podem influenciar em sua capacidade de resiliência nas suas interações entre espaço e perigos construídos (CUTTER, 1996; MARANDOLA JR, 2008).

A associação entre o espaço e as características da população que ali habita permite construir um recorte que caracteriza a vulnerabilidade populacional. Descrição a respeito das condições das populações em áreas de risco em nível nacional e suas principais características, explorando a base de dados da BATER, foram realizados em publicações anteriores, como em Saito *et al* (2019) e De Souza *et al* (2019).

Saito *et al* (2019) identifica que a região Sudeste do país apresentou o maior número absoluto de pessoas expostas a riscos, enquanto proporcionalmente, na região Nordeste, 15 a cada 100 indivíduos viviam em áreas de risco. Além disso, os dados indicam duas situações críticas entre

os residentes expostos ao risco: uma condição econômica desfavorável das famílias e uma maior concentração de domicílios com esgotamento sanitário inadequado em comparação com os municípios no geral. Os autores concluem que a metodologia desenvolvida pela BATER oferece diversas aplicações e destaca-se pela possibilidade de replicação em novos censos demográficos (SAITO *et al.*, 2019).

De Souza *et al* (2019) identificam que nos 872 municípios da BATER, aproximadamente 8,27 milhões de habitantes viviam em áreas de risco de desastres em 2010, sendo 17,8% desse total composto por crianças menores de 5 anos e idosos acima de 60 anos. Além disso, 26,1% não tinham acesso a esgotamento adequado. Uma ênfase que é apresentada nessa publicação é a possibilidade do uso da pergunta sobre o Entorno Urbanístico dos Domicílios, incorporada ao censo 2020, para uma compreensão detalhada do ambiente em que a população exposta está situada (DE SOUZA *et al.*, 2019).

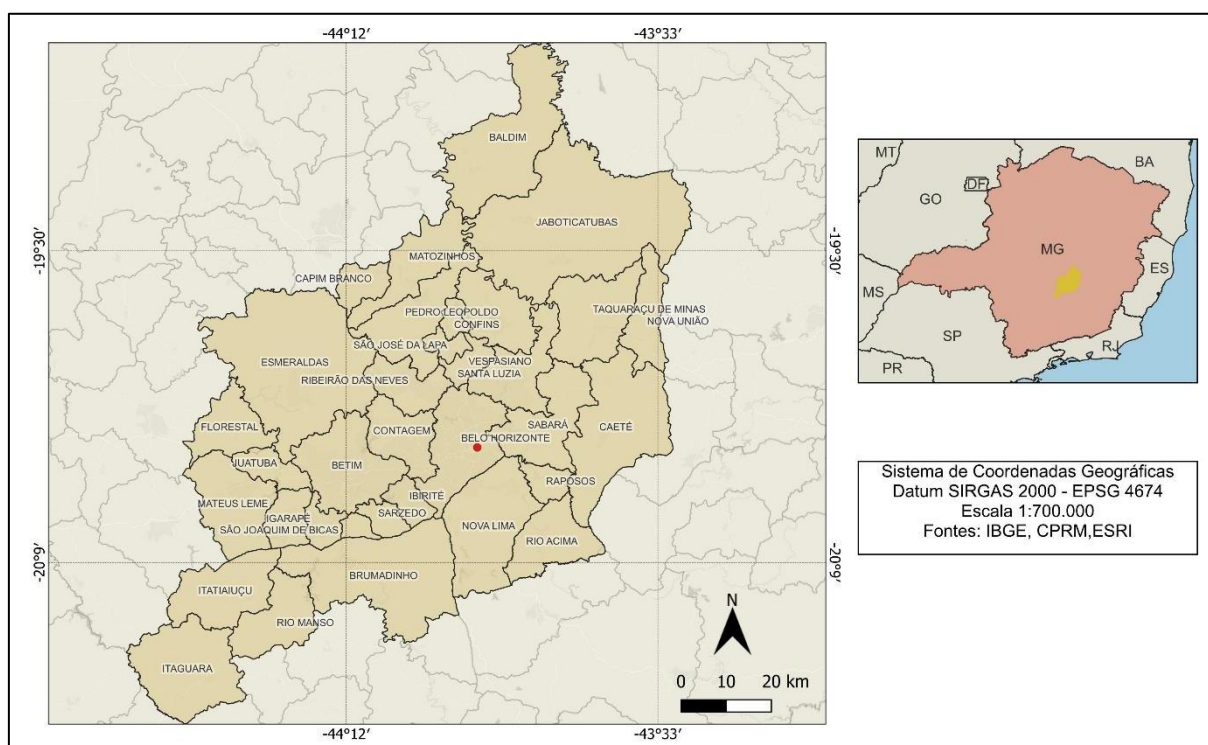
Considerando os dados de desastres registrados no país, o S2iD se constitui como principal fonte de registros de desastres disponíveis para consulta pública. Em análise realizada por Carvalho (2019), é identificada os esforços a partir da implementação da base no aprimoramento do gerenciamento de ações estratégicas voltadas para a preparação e resposta a desastres. A autora ressalta que a confiabilidade dos dados depende crucialmente da precisão das informações inseridas pelos estados e municípios, mediante o preenchimento dos documentos oficiais, e propõe a adoção de outras tecnologias para otimizar o mapeamento e cadastramento e não incorrer em erros de registro. Um exemplo citado é a categorização de “chuvas intensas” como um desastre independente, apesar de sua contribuição para fenômenos como inundações e movimentos de massa (CARVALHO, 2019).

Os registros em bancos de dados sobre desastres naturais são essenciais para a contabilidade e avaliação dos eventos extremos, dimensionando seus impactos humanos, econômicos e ambientais. No entanto, a questão da sua eficácia e essência é tema de debate na literatura especializada. A diversidade de critérios adotados por diferentes bases de dados pode comprometer a confiabilidade e utilidade operacional dessas informações. Alguns bancos de dados estabelecem critérios rígidos de intensidade, deixando de registrar eventos menores, porém frequentes, que podem ser significativos localmente. Além disso, mesmo dentro de um mesmo banco de dados, critérios variados podem ser adotados por diferentes atores, considerando a capacidade institucional e percepção subjetiva da gravidade do desastre. (NINA; ALMEIDA; LOBO, 2021)

2.4. Riscos e Desastres na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH)

A Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), instituída pela Lei Complementar Federal nº 14/1973, representa uma resposta institucional à expansão urbana de Belo Horizonte e à necessidade de coordenar políticas públicas entre os municípios que a compõem. Ao longo dos anos municípios foram sendo acrescentados no seu território, sendo a atual conjuntura composta por 34 municípios, representando a terceira maior região metropolitana do Brasil. Os municípios que a compõe são apresentados na Figura 3.

Figura 3 – Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH)



Fonte: IBGE, 2023^a

Conforme Domingos (2022), o crescimento populacional e a redução das áreas de infiltração das águas na RMBH têm intensificado os riscos de inundação dessa região. A autora argumenta ainda que o aumento das chuvas sobrecarrega os volumes de água já submetidos a limitações de vazão, tornando a região propensa a desastres hidrológicos. Além disso, na configuração estadual a RMBH é uma das localidades com maior concentração de trechos de alto risco de hidrológico. Por fim, ressalta que a urbanização acelerada na região, com a retirada significativa da cobertura vegetal nativa e a pavimentação sobre córregos e ribeirões, contribui para a ampliação desses riscos (DOMINGOS, 2022).

Minas Gerais destaca-se como um dos estados brasileiros mais impactados por movimentos de massa, sendo a ocupação desordenada em áreas suscetíveis um dos principais impulsionadores

desse fenômeno. A Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) representa uma significativa parcela, com 27% dos movimentos de massa registrados em todo o estado entre 1991 e 2012. Em relação à sazonalidade, observa-se uma maior frequência de desastres naturais durante os meses de verão, uma vez que essa estação é marcada por chuvas intensas na região Sudeste (PINTO; MATTOS; DE SOUZA, 2021).

Considerando o histórico de publicações sobre a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), foi identificada uma sólida base de conhecimento sobre a formação da região e suas particularidades. Correa (2013) destaca que o arranjo metropolitano foi cuidadosamente planejado para preservar a autonomia municipal, equilibrando o poder entre os principais municípios como Belo Horizonte, Contagem e Betim. O governo estadual desempenha um papel central nas questões metropolitanas, superando as dinâmicas municipais. Correa enfatiza que a legitimidade desse arranjo depende da capacidade de agir de maneira articulada, destacando a importância de uma abordagem colaborativa e inclusiva.

Paula e Monte-Mór (2001) destacam que a configuração do modelo de urbanização de Belo Horizonte concentrou seu planejamento primário na sua região central. A cidade é caracterizada por disparidades socioeconômicas entre suas regionais intensificadas pelas características geomorfológicas que acentuam as desigualdades entre as regiões. Essa realidade é resultado da formulação urbana onde áreas centrais próximas aos polos econômicos foram ocupadas predominantemente pela classe média, enquanto áreas com declives e isoladas, foram destinadas aos trabalhadores informais, sendo sua ocupação dada por domicílios em maiores condições de vulnerabilidade (PAULA; MONTE-MÓR, 2001).

Memória (2019) destaca, em relação ao sistema de informação da RMBH, a gestão de desastres e saneamento urbano através do art. 8 da Lei Complementar 89/2006, resultando em aspectos de gestão política institucional sobre o território, determinantes na abordagem da vulnerabilidade frente aos desastres. Esses são vetores de influência dentro da região que se conectam com o modelo de vulnerabilidade apresentado por Turner *et al.* (2003) como fatores que orientam as capacidades de respostas aos desastres.

Aguiar (2022), ao analisar o impacto que a cidade administrativa teve sobre o fluxo de pessoas em Belo Horizonte no período de 2002 a 2012, identifica evidências do aumento do fluxo populacional provenientes de outros municípios da RMBH. Queiroz (2021) identifica para o mesmo período também uma forte descentralização populacional, com diferentes fluxos para as cidades fora da região central. Há então uma relação entre processos de formação e expansão

territorial, com destaque a influência da concentração populacional por fatores externos, que provocam mudanças na distribuição populacional. Esses são exemplos de como as condições de exposição aos desastres, dado pela localidade de habitação, podem ser afetadas através de elementos de políticas públicas.

Garcia *et al* (2023), ao examinar a gestão de riscos de desastres RMBH com foco na análise de planos diretores, planos de proteção e cartas de suscetibilidade, constata que dos 34 municípios da região, 22 apresentam planos diretores desatualizados há pelo menos 12 anos. Entre os planos revisados nos últimos 10 anos, apenas seis abordam a questão climática, sendo Belo Horizonte o único a vincular claramente esses temas a diretrizes em áreas como saneamento, habitação, saúde e desenvolvimento econômico. Além disso, 14 municípios não possuem plano municipal de gestão de risco de desastre. E em contraste com o aumento da gravidade e frequência de eventos extremos, observa-se uma redução de recursos disponíveis para a gestão de riscos e desastres nos últimos anos na região (GARCIA, 2023).

Viana (2015) em análise da vulnerabilidade socioambiental de Belo Horizonte e a RMBH identifica resultados que apontam que os municípios da RMBH se encontram em um estágio diferenciado de transição demográfica. Observam-se disparidades nas composições etárias entre esses, com destaque para Belo Horizonte, e Nova Lima, onde um efeito positivo de bônus demográfico pode ser observado nos dados. A capital apresenta ainda recursos institucionais superiores, com melhores indicadores sociais e econômicos (VIANA, 2015).

As regiões metropolitanas visam integrar o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum. Porém indicadores de carência habitacional revelam a vulnerabilidade da região, evidenciada pela expressiva população em moradias inadequadas e áreas de risco. Municípios como Belo Horizonte e Nova Lima apresentam por exemplo elevados índices de renda e escolaridade, porém persistem desigualdades acentuadas entre os estratos sociais (VIANA, 2015).

Moreira (2023) identifica os principais perfis afetados em um contexto de política urbana de realocação em Belo Horizonte, identificando que os realocados pertencem a grupos menos favorecidos, enfrentando uma tripla desvantagem em termos de gênero, raça e nível socioeconômico em comparação com a população geral da cidade. Os resultados apontam para uma seletividade na realocação, destacando grupos mais vulneráveis, especialmente em contextos urbanos com riscos ambientais. A política de realocação revela que esses grupos mais vulneráveis permanecem associados às áreas expostas ao risco socioambiental. Quanto aos

dados da BATER o município de Belo Horizonte destaca-se na proporção de população residente em áreas de risco, ocupando o quarto lugar entre as capitais do país, com 16,4% de sua população, em zonas de risco (MOREIRA, 2023).

Os relatórios de desastres disponíveis no S2iD apontam uma tendência de crescimento nos registros de desastres para os municípios pertencentes a RMBH, principalmente após o ano de 2019. Esse aumento, além de refletir a escalada global de desastres climáticos, sugere um esforço administrativo no registro de informações a respeito de desastres pelos órgãos locais (DOMINGOS, 2022).

3. DADOS E MÉTODOS

Na seção de dados e métodos, serão apresentadas as duas bases de dados utilizadas: o Atlas Digital de Desastres no Brasil e a BATER e serão descritas as transformações realizadas para a análise dos dados. Posteriormente, serão apresentados os métodos desenvolvidos para atender aos objetivos propostos.

3.1. Dados

3.1.1. Atlas Digital de Desastres no Brasil

Os eventos elencados como desastres são provenientes do S2iD, plataforma digital que integra produtos da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), visando transparência à gestão de riscos e desastres no Brasil. Dentro desse sistema é possível registrar os desastres ocorridos no município ou estado, acompanhar os processos de reconhecimentos de desastres, e transferência de recursos, além da busca em fonte de dados oficial.

O sistema disponibiliza ao gestor o registro de todas as ocorrências de desastres no município por meio do preenchimento do Formulário de Informações do Desastre (FIDE). Nesse formulário são preenchidos todos os dados relacionados à tipologia do evento, necessidade de reconhecimento federal, área e população afetada, gerando um protocolo e salvo na base de dados (CEPED, 2023). A Figura 4 mostra um modelo do formulário preenchido pelos gestores municipais ou estaduais, com as informações referente a danos humanos, principal variável de análise utilizada.

Figura 4 – Exemplo de seção de preenchimento do FIDE

6. DANOS HUMANOS, MATERIAIS OU AMBIENTAIS			
6.1 DANOS HUMANOS Informar a quantidade de mortos, feridos, enfermos, desabrigados, desalojados, desaparecidos e outras pessoas que foram diretamente afetadas pelo desastre, desde que necessitem de auxílio do poder público ou cujos bens materiais tenham sido danificados/destruídos.	Discriminação		Quantidade
	Mortos	Pessoas que perderam suas vidas em decorrência direta dos efeitos do desastre.	0
	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.).	0
	Enfermos	Pessoas que desenvolveram processos patológicos em decorrência direta dos efeitos do desastre.	0
	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.	0
	Desalojados	Pessoas que, em decorrência dos efeitos diretos do desastre, desocuparam seus domicílios, mas não necessitam de abrigo público.	0
	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.	0
	Outros afetados	Pessoas afetadas diretamente pelo desastre (excetuando as já informadas acima)	0
TOTAL DE AFETADOS		0	
6.1.1 Descrição Registrar informações adicionais e específicas de cada um dos danos humanos citados acima e sua relação direta com os efeitos do desastre. Ex: Local, efeito do desastre, entre outros.			

Fonte: CEPED, 2023 p. 43

Outro ponto relevante é a seleção dos tipos de eventos que serão abordados nesta dissertação. Ao registrar cada ocorrência no FIDE, são selecionadas categorias de acordo com a

Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), engloba categorias de desastres naturais ou tecnológicos. A discussão concentra-se nos desastres hidrológicos, uma vez que a base de dados da população exposta ao risco abrange somente esses eventos (BRASIL, 2023). No Quadro 3 é apresentado as tipologias presentes em cada grupo.

Quadro 3 – Grupos de Desastres e Tipologias no Atlas Digital de Desastres

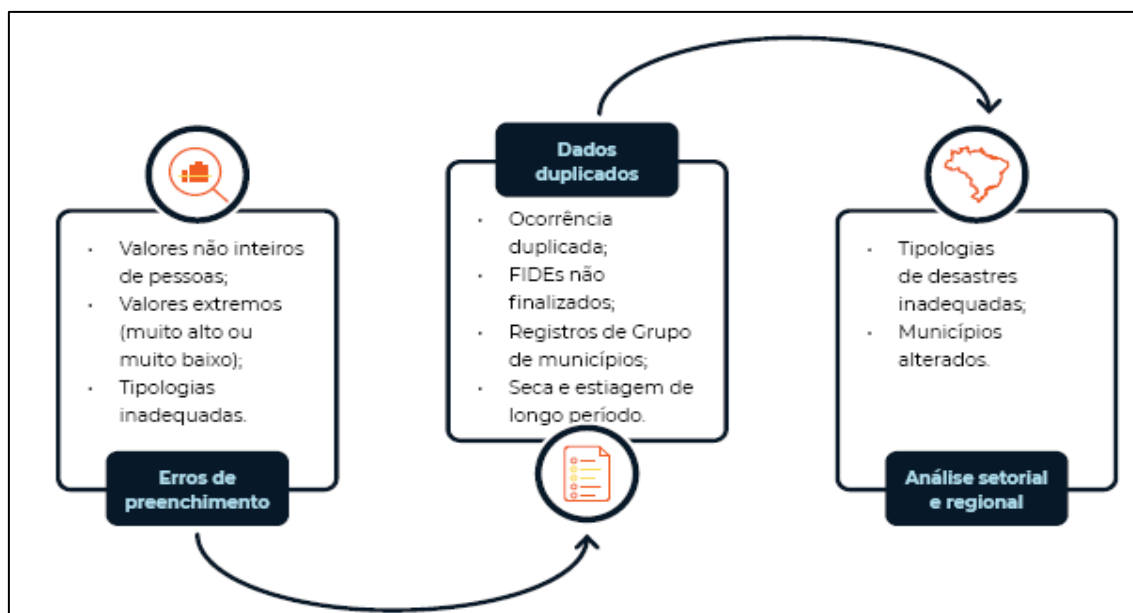
Climatológico	Estiagem e Seca
	Incêndio Florestal
	Onda de Calor e Baixa Umidade
	Onda de Frio
Hidrológico	Alagamentos
	Chuvas Intensas
	Enxurradas
	Inundações
	Movimento de Massa
Meteorológico	Granizo
	Onda de Frio
	Tornado
	Vendavais e Ciclones
Outros	Doenças infecciosas
	Erosão
	Outros
	Rompimento/Colapso de barragens

Fonte: CEPED, 2023

A extração dos dados é realizada por meio do Atlas Digital de Desastres no Brasil, uma base de dados que é alimentada com as informações do S2iD. O Atlas possui melhorias, tais como o tratamento dos dados através da análise de erros de preenchimento, verificação de duplicidades, e correção de valores monetários. Além disso, os dados relacionados à Covid-19 foram excluídos da base devido à especificidade desse evento (BRASIL, 2023). Esse tratamento passa por três etapas: análises de erros de preenchimento, conferência de dados duplicados e análises setoriais e regionais. Os procedimentos são ilustrados na Figura 5.

.

Figura 5 – Tratamento de Dados Realizado pelo Atlas Digital de Desastres no Brasil.



Fonte: BRASIL, 2023, p. 18

O Atlas apresenta dados obtidos por meio de digitalizações de protocolos de 1991 até o ano de 2012. A partir de 2013, os dados são obtidos pela plataforma S2iD. Optou-se por trabalhar com dados de 2013 a 2021, para que seja abrangido somente uma fonte primária de dados, no caso o preenchimento dos FIDE. As características dos metadados do Atlas Digital de Desastres, que serão consideradas na elaboração das taxas, caracterização dos desastres e prejuízos sofridos, estão detalhadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Variáveis Selecionadas do Atlas Digital de Desastres no Brasil

Variável	Descrição
IBGE	Código de identificação do município
data	Data de registro do FIDE no sistema S2iD
região	Região Geográfica que pertence o município
grupo_de_desastre	Grupo da tipologia de desastre
óbitos	Pessoas que perderam suas vidas em decorrência direta dos efeitos do desastre
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.
desalojados	Pessoas que, em decorrência dos efeitos do desastre, desocuparam seus domicílios, mas não necessitam de abrigo público.
total_publico	Prejuízos públicos totais
total_privado	Prejuízos privados totais

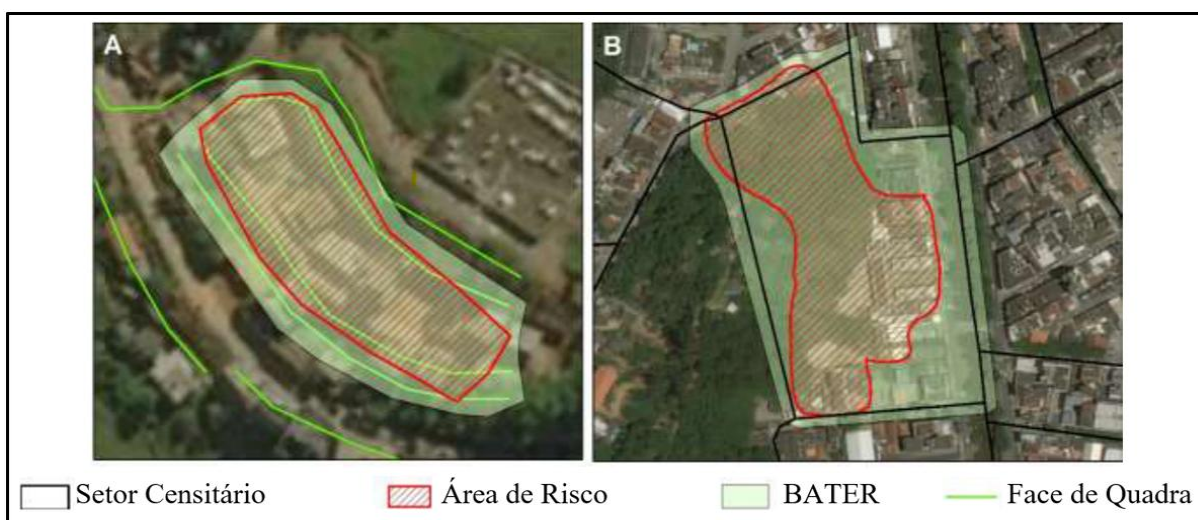
Fonte: BRASIL, 2023

3.1.2. Base Territorial Estatística de Áreas de Risco (BATER)

As informações relativas a população exposta ao risco provêm da BATER, publicação realizada pelo IBGE em parceria com o CEMADEN que engloba o mapeamentos de áreas suscetíveis a movimentos de massa, inundações e enxurradas em 872 municípios previamente monitorados. Áreas de risco são definidas como regiões sujeitas a danos e perdas físicas, humanas ou materiais devido a fenômenos naturais ou induzidos que possam resultar em acidentes. (IBGE, 2018).

Para a construção da BATER, é realizado o agrupamento por setores censitários e por recortes territoriais de face de quadra. A associação realizada utilizando informações das faces de quadras, delimitadas por ruas e estradas, respeita um mínimo de 5 domicílios e 20 moradores para cada área, de acordo com as diretrizes de sigilo estatístico (IBGE, 2018). Além disso, outro critério empregado é o conceito de aglomerado subnormal, caracterizado por pelo menos 51 unidades habitacionais carentes, dispostas de maneira desordenada em ocupações irregulares e apresentando deficiências em serviços públicos essenciais. Ao associar esses aglomerados com as áreas de risco, toda a sua extensão é considerada. (IBGE, 2018). A Figura 7 exemplifica o mapeamento da BATER por setores censitários e por faces de quadra.

Figura 6 – Polígonos da BATER delimitados por (A) Face de Quadra e (B) Setor Censitário



Fonte: IBGE, 2018, p. 28

As informações do Censo Demográfico estão disponíveis apenas no nível de setores censitários. Esses setores são definidos com base em divisões político-administrativas ou outras estruturas territoriais e não necessariamente coincidem com as áreas em risco, que são identificadas por características no solo, marcas de cheias ou evidências de movimentação do solo. Os dados das faces de quadra não são divulgados pelo IBGE , no entanto, podem ser utilizados na

elaboração de recortes territoriais com propósitos específicos, como no caso da BATER, possibilitando uma adaptação à geometria das áreas de risco (IBGE, 2018).

A BATER foi construída com a utilização de 27.660 áreas de risco do CEMADEN, 4.272 setores censitários urbanos e 193.377 faces de quadra do IBGE. Esses elementos foram combinados para formar um total de 8.309 polígonos na BATER abrangendo 872 municípios. Dos polígonos mapeados, 77,5% (6.438) possuíam dados associados ao Censo Demográfico de 2010, enquanto 22,5% (1.871) não tinham dados correspondentes. Entre os polígonos com dados do Censo 2010, 87% (5.625) foram mapeados utilizando faces de quadra, enquanto 13% (813) foram mapeados utilizando setores censitários. No caso dos aglomerados subnormais, 7,7% (494) dos polígonos da BATER tinham dados associados ao Censo 2010.

Em relação à acurácia dos dados, aproximadamente 39,6% dos polígonos foram considerados de qualidade regular, quando 60% ou menos dos domicílios foram englobados na BATER; 34,6% foram classificados como bons, quando 60% a 90% dos domicílios estão englobados e 25,8% foram considerados de qualidade ótima, quando mais de 90% dos domicílios constam no polígono. Os indicadores de acurácia refletem a qualidade e precisão dos dados utilizados na construção da BATER. No Quadro 5 são apresentadas as variáveis selecionadas da BATER para a construção das taxas, caracterização populacional e condições de vulnerabilidade.

Quadro 5 – Variáveis selecionadas da BATER

Variável	Descrição
Idade	Faixa etária dos moradores em domicílios particulares permanentes
Sexo	Sexo dos moradores em domicílios particulares permanentes
Rendimento dos Domicílios	Rendimento nominal mensal domiciliar per capita
Condições dos Domicílios	Características dos domicílios: Abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de lixo, energia elétrica e existência de banheiro ou sanitário

Fonte: IBGE, 2018

As variáveis de idade e sexo são umas das principais componentes demográficas e podem revelar importantes padrões e distribuição dentro dos territórios. Além disso, essas variáveis são importantes determinantes de vulnerabilidade a desastres naturais, com evidências de que pessoas mais jovens e idosas podem sofrer maiores danos, enquanto questões de gênero podem

definir maiores ou menores expectativas de vida para populações que tenham sofrido efeitos de algum desastre (BLAIKIE *et al.*, 2004; NEUMAYER; PLIIMPERT, 1983; NGO, 2001; BARBIERI *et al.*, 2022).

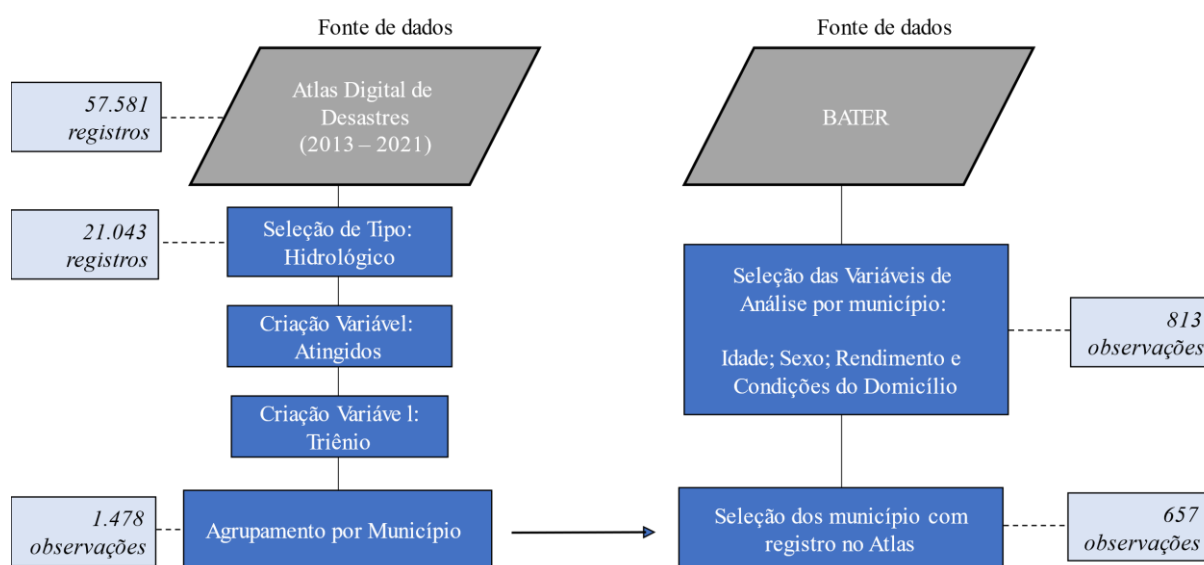
Pessoas com menos rendimento são mais vulneráveis a desastres ambientais devido a maior exposição a condições adversas e a possibilidade de sofrerem maiores danos e maior estresse mental e físico (ANGELSEN; DOKKEN, 2018; BENEVOLENZA; DERIGNE, 2019). O acesso a piores condições de saneamento e saúde também é um fator de vulnerabilidade populacional, uma vez que facilita a propagação de doenças através da água e do solo (ARONSSON-STORRIER, 2017; DO CARMO; ANAZAWA, 2014).

3.1.3. Transformação dos Dados

Os dados disponibilizados pelo Atlas abrangem ocorrências no nível municipal, enquanto os dados disponíveis na BATER são construídos em recortes intramunicipais através das intersecções de feições censitárias. A construção de uma base de dados que seja capaz de representar ambas as informações é o primeiro passo para os objetivos subsequentes.

Na Figura 7 é apresentada a estruturação dos dados e os passos realizados para a transformação dos dados. De acordo com a base de dados do Atlas, de 01/01/2013 até 31/12/2021, 57.881 ocorrências foram registradas em todo o território nacional. Esses são registros de desastres de preenchimento individualizado de cada FIDE podendo abranger mais de um para o mesmo município e de diversas categorias.

Figura 7- Fluxograma dos Procedimentos Metodológicos



Nota: Elaboração própria

Considerando que a BATER mapeia riscos relacionados a movimento de massa, inundações e enxurradas, é feita a seleção por desastres do tipo hidrológico dentro do Atlas. Após a seleção dessa tipologia, restam 21.043 registros no período de 2013 a 2021, para todos os municípios do território brasileiro. Ao agregar esses dados, obtém-se o total de 1.478 municípios que registraram observações de desastres de natureza hidrológica no período.

Criou-se a variável “atingidos” somando o número total de óbitos, desabrigados e desalojados, registrados através dos preenchimentos da FIDE e compilado no Atlas. Esses valores serão usados como numerador para as taxas nos objetivos subsequentes. . Ao preencher o FIDE, são listadas outras categorias: enfermos, desaparecidos, feridos e outros. Para diminuir possíveis duplicações na contagem populacional, essas categorias foram desconsideradas, pois pessoas na situação de desabrigado ou desalojado podem ser também consideradas como enfermas ou feridas, por exemplo.

A escolha pela categoria de desabrigados e desalojadas é justificada também por essa ser um indicador quantitativo que apresenta uma relação direta com a ocorrência dos desastres, além de ser uma condição que aumenta significativamente a vulnerabilidade que essa população apresenta em relação a sua capacidade de resposta a outros desastres (LEVINE; ESNARD; SAPAT, 2007; SINCLAIR, 2014).

A análise da temporalidade nos desastres emerge como um componente significativo, destacando que os eventos não se encerram imediatamente após a ocorrência, manifestando-se a médio e longo prazo, com potencial para abranger uma dimensão temporal além do impacto inicial (BARBIERI *et al.*, 2022). Os dados registrados no S2iD são referentes à data de inserção na base de dados, e os impactos ali registrados estão circunscritos a essa limitação temporal.

Diferentes fenômenos meteorológicos variam ao longo do ano devido a distintas condições hidrometeorológicas. Para minimizar distorções dos valores devido a incidência de eventos atípicos, propõe-se a agregação dos dados em triênios, permitindo a simplificação da leitura em três períodos distintos. Dessa forma, são constituídos três variáveis em relação ao tempo: Triênio 1 (2013–15), Triênio 2 (2016–18) e Triênio 3 (2019–21), com os valores de atingidos sendo apresentados para cada um dos triênios.

A agregação dos dados da BATER é realizada com base nos municípios aos quais as áreas em risco foram registradas. Os quantitativos populacionais, e as informações dos domicílios, são agregados para cada município conforme os valores identificados nas áreas de risco que este

possui. Dos 872 municípios abrangidos pela BATER, 657 apresentam observações de desastres registrados no Atlas entre 2013 a 2021.

3.2. Métodos

3.2.1. Objetivo 1: Construção das taxas de atingidos por desastres hidrológicos e caracterização da população em risco, para as diferentes macrorregiões geográficas do país.

As taxas demográficas, em sua maioria, são construídas tomando como base o conceito de número de ocorrências em relação à exposição ao evento. Exposição refere-se à quantidade de pessoas e ao tempo durante o qual elas estiveram sujeitas a ocorrência do evento em questão (PRESTON; HEUVELINE; GUILLON, 2001). Na Equação (1) é apresentado esse conceito geral para interpretação de uma taxa.

$$\text{Taxa } [0, T] = \frac{\text{Número de Ocorrências entre o período } 0 \text{ e } T}{\text{Pessoas-ano vividos na população entre o período } 0 \text{ e } T} \quad (1)$$

O conceito de pessoas ano é dado como uma medida para expressar a quantidade de tempo cumulativa que uma pessoa ou grupo esteve sob risco de ocorrência de um evento específico. Conceitualmente esse valor é obtido somando-se o período de exposição de todos os indivíduos durante o intervalo de tempo de 0 a T. Como as taxas aqui apresentadas apresentam recortes por período e região, é também pressuposto que a população identificada na BATER mantenha-se a mesma ao longo dos períodos, desconsiderando efeitos de migrações, óbito ou nascimentos na análise.

Na construção das taxas de atingidos por eventos hidrológicos, é importante considerar que as ocorrências podem ter consequências a pessoas que não estavam mapeadas no grupo de expostas ao risco. Embora os registros no FIDE possuam informações de localização georreferenciada das áreas afetadas, esses dados não estão disponíveis para acesso. Portanto, a melhor estimativa possível é considerar que os atingidos estão limitados apenas à população em risco. Dessa forma, a taxa de pessoas atingidas será calculada seguindo a Equação (2):

$$\begin{array}{l} \text{Taxa BATER} \\ \text{de atingidos} \\ [T_1; T_2] \end{array} = \frac{\text{Número de pessoas atingidas entre } T_1 \text{ e } T_2 \text{ por eventos de natureza hidrológica}}{\text{Pessoas-ano vividos na BATER entre } T_1 \text{ e } T_2} \quad (2)$$

No exemplo apresentado na Equação 2, é possível observar a construção da taxa de atingidos para todo o período entre T_1 e T_2 , sendo os atingidos no período o numerador da equação, e o valor de pessoas anos vividos na BATER o denominador. Ao estimar as taxas, deve-se observar que esse denominador seja o número de pessoas expostas ao evento. No caso da equação proposta, utiliza-se a hipótese de que esse total corresponda às pessoas mapeadas pela BATER.

Através das taxas é possível realizar análises em relação ao espaço e à temporalidade desses eventos, permitindo visualizar a intensidade e recorrência dos desastres. Construída as taxas para cada região e triênio, é feito na sequência a análise descritiva das informações disponíveis na BATER em relação as características dos moradores. Essa etapa apresentará os dados em gráficos e tabelas com o resumo das informações obtidas para sexo e idade. As variáveis de análise são apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6- Variáveis de Análise para Taxa de Atingidos e Caracterização da População

Variável	Descrição	Mensuração
região	Indica a à qual região geográfica o município pertence.	Sul Sudeste Centro-oeste Norte Nordeste Alagamentos Inundações Movimento de Massa Enxurradas Chuvas Intensas
desastre	Tipologia do desastre hidrológico analisado	2013 – 2015 2016 – 2018 2019 – 2021
frequência	Triênio de ocorrência	Número de Pessoas
atingidos	Número de pessoas desabrigadas, desalojadas ou que vieram a óbitos	Número de Pessoas
expostos	Número de pessoas que estavam expostas ao Risco	Idade menor que 1 ano 1 a 5 anos 6 a 14 anos 15 a 59 anos 60 a 69 anos 70 anos ou mais
idade	Faixa etária dos moradores em domicílios particulares permanentes	Homens Mulheres
sexo	Sexo dos moradores em domicílios particulares permanentes	

Fonte: Elaboração própria.

No item 3.1.2, ao serem apresentadas as variáveis selecionadas da BATER, é destacada a seleção das variáveis de condições sanitárias dos domicílios e de rendimento médio. Essas

variáveis serão utilizadas como indicadores referentes ao componente de sensibilidade na estrutura de vulnerabilidade apresentada no Objetivo 2. Acrescenta-se que trabalhos anteriores, como os de Saito *et al.* (2019) e De Souza *et al.* (2019), já desenvolveram caracterizações para as macrorregiões geográficas considerando as condições sanitárias e de rendimento apresentadas na BATER.

Os dados referentes a sexo são apresentados e discutidos em função da razão de sexo, conceito apresentado como o número de homens para cada 100 mulheres residentes em uma determinada região, em um determinado espaço de tempo, como apresentado na Equação (3). Na razão de sexo é expressa a relação quantitativa entre os dois sexos, com o valor de 100 significando igualdade na proporção, enquanto valores acima de 100 indicam uma predominância masculina, e o inverso a predominância feminina.

$$\text{Razão de Sexo} = \frac{\text{Número de residentes do sexo masculino}}{\text{Número de residentes do sexo feminino}} \times 100 \quad (3)$$

No quesito idade, são apresentados os valores em função da razão de dependência da população, tanto para jovens quanto para idosos. A razão de dependência é a razão entre o segmento etário da população dependente – dividida em duas faixas, jovem e idosa – e a população ativa, composta pelo total de indivíduos entre 15 e 59 anos, como apresentado nas Equações (4) (5).

$$\text{Razão de Dependência Jovem} = \frac{\text{Número de pessoas residentes de 0 a 14 anos}}{\text{Número de pessoas residentes de 15 a 59 anos de idade}} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{Razão de Dependência Idoso} = \frac{\text{Número de pessoas residentes de 60 anos ou mais}}{\text{Número de pessoas residentes de 15 a 59 anos de idade}} \times 100 \quad (5)$$

As razões de dependências medem a participação da população potencialmente inativa, considerando que essa é sustentada pela população produtiva. Para essa razão, valores mais elevados indicam que a população produtiva sustenta uma maior proporção de população dependente, e possibilita observar a relação entre os grupos populacionais.

Para efeitos de comparação da dinâmica das populações expostas ao risco em relação ao agregado dos municípios, é feita a apresentação das razões de dependência e da razão de sexo, tanto para os valores identificados nas áreas de risco, quanto no agregado populacional dos municípios que essa área pertence. Os valores agregados foram extraídos através do Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, com a obtenção dos dados do censo demográfico de 2010 referentes às características gerais da população. Os valores apresentados na BATER são provenientes do mesmo Censo, o que torna possível a comparação direta desses valores entre os dois recortes territoriais, já que provêm da mesma fonte de dados.

3.2.2. Objetivo 2: Construção das taxas de atingidos por desastres hidrológicos, caracterização populacional e do perfil de vulnerabilidade nos municípios da RMBH.

No segundo objetivo, é proposto a construção das taxas de atingidos e caracterização da população, conforme detalhado no item 3.2.1., porém para um recorte geográfico reduzido, no caso uma mesorregião, estabelecendo uma conexão com a análise do perfil de vulnerabilidade.. A delimitação de um espaço menor de análise proporciona a oportunidade de discutir as limitações e potencialidades da leitura demográfica em níveis locais, bem como examinar como os valores interagem com as características específicas da região.

A escolha da RMBH como área de interesse é justificada pela sua alta densidade populacional em áreas de risco e a recorrência de desastres hidrológicos ao longo do tempo, conforme documentado no Atlas,. Além disso, a abrangência significativa de municípios pela BATER tornam essa escolha relevante. A utilização da RMBH como recorte de pesquisa em outras produções demográficas, como em Viana (2015) e Garcia *et al.* (2023), também contribui como um facilitador para a motivação na seleção desta área.

Na base BATER, procurou-se filtrar os municípios da RMBH com dados de população exposta ao risco, valor utilizado como denominador nas taxas apresentadas. O Quadro 7 apresenta os municípios identificados na BATER pertencentes a região.

Quadro 7- Relação de Municípios da RMBH mapeados na BATER

Mapeados na BATER Belo Horizonte (MG) Betim (MG) Brumadinho (MG) Caeté (MG) Contagem (MG) Ibirité (MG) Nova Lima (MG) Pedro Leopoldo (MG) Raposos (MG) Ribeirão das Neves (MG) Rio Acima (MG) Sabará (MG) Santa Luzia (MG) Vespasiano (MG)	Não Mapeados Balduvino (MG) Capim Branco (MG) Confins (MG) Esmeraldas (MG) Florestal (MG) Igarapé (MG) Itaguara (MG) Itatiaiuçu (MG) Jaboticatubas (MG) Juatuba (MG) Lagoa Santa (MG) Mário Campos (MG) Mateus Leme (MG) Matosinhos (MG) Nova União (MG) Rio Manso (MG) São Joaquim de Bicas (MG) São José da Lapa (MG) Sarzedo (MG) Taquaraçu de Minas (MG)
--	--

Fonte: IBGE, 2018

Apenas 14 municípios dos 34 pertencentes à RMBH são mapeados na BATER. Portanto, os dados apresentados para a região são provenientes desse grupo específico de municípios. Os resultados de taxas de atingidos por triênios e a caracterização da população exposta ao risco pela sua razão de dependência e razão de sexo são calculadas para as áreas de risco dos municípios, e comparada com os totais apresentados no Censo 2010, como descrito no primeiro objetivo.

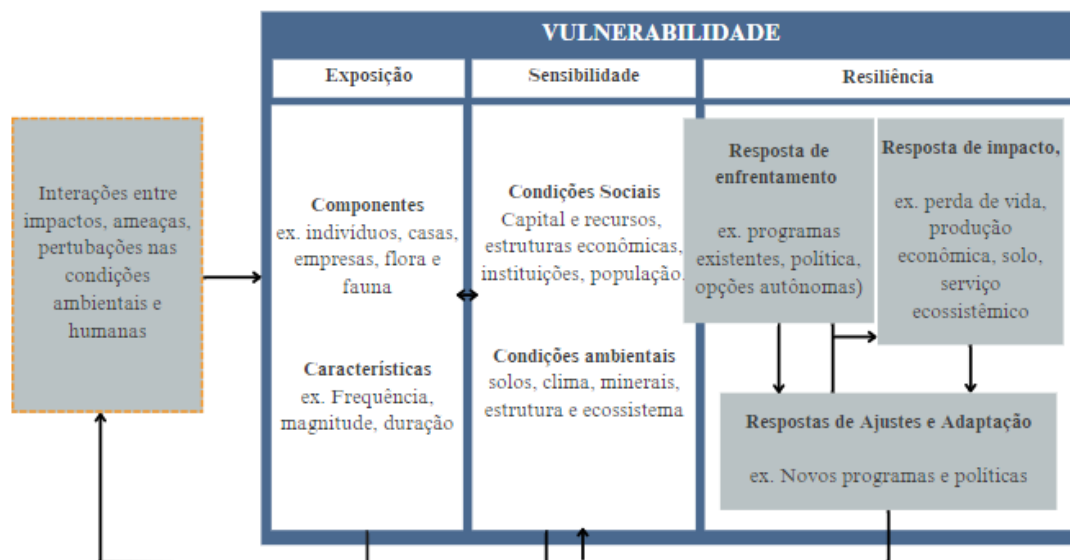
É acrescido ao segundo objetivo a discussão das qualidades das estimativas encontradas em relação às taxas construídas para a população em risco. Para isso, é construída uma segunda taxa de atingidos por eventos hidrológicos, agora com o pressuposto de que todas as pessoas do município estão igualmente expostas ao risco de ser atingido pelos desastres hidrológicos, como no exemplo apresentado na Equação (6).

$$\begin{array}{l} \text{Taxa} \\ \text{Municipal} = \\ \text{de} \\ \text{atingidos} \\ [T_1; T_2] \end{array} = \frac{\text{Número de pessoas atingidas entre } T_1 \text{ e } T_2 \text{ por eventos de natureza hidrológica}}{\text{Pessoas-anos vividos no município entre } T_1 \text{ e } T_2} \quad (6)$$

Essa segunda taxa será nomeada como a taxa municipal de atingidos. Nela também é realizado o recorte para os três triênios e posteriormente para todo o período. Na construção dessa segunda taxa pretende-se mostrar os diferenciais nos valores observados entre as duas propostas, e visualizar possíveis incongruências e divergências que possam surgir ao considerar diferentes pessoas expostas ao risco no denominador.

O arcabouço teórico para a construção do perfil de vulnerabilidade será baseado no *framework* proposto por Turner *et al.* (2003), com um recorte específico para os elementos de vulnerabilidade presentes na escala local. Como apresentado na revisão de literatura, a compreensão de aspectos de vulnerabilidade envolve relações em diferentes escalas, abrangendo níveis global, regional e local (TURNER, 2003). O modelo originalmente proposto e suas possíveis variáveis de análise a nível local são apresentados na Figura 8.

Figura 8 – Modelo Conceitual de Vulnerabilidade



Fonte: Adaptado de Turner *et al.* (2003) p. 8077

A compreensão do perfil de vulnerabilidade passa então pela interação de três componentes: exposição, sensibilidade e resiliência. Para a discussão desses componentes, são consideradas as variáveis presentes nas bases de dados da BATER e do Atlas. Além desses, são acrescentadas na discussão sobre a vulnerabilidade dos municípios informações extraídas do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS) e dados referente ao PIB dos municípios. Na Tabela 1, são apresentados os indicadores de avaliação em cada componente.

Tabela 1 - Indicadores de Vulnerabilidade para cada componente

Componente	Indicador	Fonte
Exposição	Taxas de atingidos para cada triênio	BRASIL (2023)
		IBGE (2018)
Sensibilidade	Condições de saneamento e infraestrutura dos domicílios	
	Idade e sexo dos moradores	IBGE (2010)
	Rendimento dos domicílios	
Resiliência	Prejuízos econômicos	BRASIL (2023)
	PIB dos Municípios	IBGE (2023b)
	Vulnerabilidade do Municípios	FJP (2023)

Nota: Elaboração própria

As taxas construídas respondem às questões sobre magnitude e frequência dos eventos aos quais essa população esteve exposta no período, sendo indicadores do componente de exposição. No componente de sensibilidade, são apresentadas as características dos moradores e dos domicílios expostos ao risco, com variáveis selecionadas da BATER. Na discussão de

resiliência, é discutido os valores encontrados no IMRS nos municípios, além do comparativo dos totais gastos quanto aos valores de prejuízos econômicos, dado extraído através do Atlas.

O IMRS é calculado a partir da média dos indicadores selecionados para cada dimensão, transformando-os em índices de 0 a 1. Esse índice é uma média ponderada das dimensões, com pesos para temas e indicadores específicos. As dimensões escolhidas refletem as condições da população e os esforços do governo nas ações, com a seleção baseada na relevância para políticas públicas (FJP, 2023)

Foi selecionado do IRMS o seu valor total, bem como indicadores das categorias de vulnerabilidade e saneamento e meio ambiente. Os indicadores que compõem o índice de vulnerabilidade refletem o percentual da população do município em situação de pobreza, incluindo números de cadastros no Bolsa Família e CadÚnico, além da situação de empregabilidade da população ativa e indicadores de desenvolvimento dos conselhos municipais, totalizando 10 indicadores dentro dessa dimensão.

O índice referente a Saneamento e Meio Ambiente é composto por 5 indicadores, relacionados ao percentual da população urbana em domicílios com abastecimento de água da rede geral, esgotamento sanitário adequado, coleta de lixo e políticas do município na gestão de saneamento. O IRMS total dos municípios é obtido pela agregação de todos os indicadores, incluindo saúde, educação e segurança pública, além de vulnerabilidade e saneamento e meio ambiente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Resultados para as macrorregiões geográficas do país

4.1.1. Taxas de atingidos por triênios, para as macrorregiões geográficas do país

Para o primeiro objetivo, foram agregados os totais de valores de pessoas expostas na BATER pelas macrorregiões geográficas que os municípios, onde houve incidência de desastres hidrológicos no período, pertencem. . Observa-se que as regiões Sudeste e Nordeste concentram a maior parte da população exposta, com cerca de 6,51 milhões de moradores em áreas de risco, correspondendo a aproximadamente 86% do total mapeado em todo o território brasileiro.

Para o primeiro filtro, dos 831 municípios presentes na BATER, apenas 657 foram considerados, excluindo os que possuíam áreas de risco, mas não apresentaram registros de desastres no Atlas durante o período analisado. Dessa forma é totalizado 1.90 milhões de pessoas atingidas por eventos hidrológicos nas áreas de risco mapeadas.

Apesar da BATER não abranger a totalidade dos municípios, houve um percentual significativo de eventos de desastres hidrológicos no período que ocorreram em locais que apresentavam áreas de risco mapeadas, cerca de 65% do total. Na Tabela 2 são apresentados os valores de atingidos para cada região geográfica do país, em cada triênio, e o total de pessoas em áreas de risco.

Tabela 2 - Pessoas Expostas e Atingidas por Desastres – Valores Totais

Região	Pessoas Expostas BATER	Atingidos Atlas Digital de Desastres			
		Triênio 1 (2013-15)	Triênio 2 (2016-18)	Triênio 3 (2019 - 21)	Total (2013 – 21)
Centro-oeste	7.191	3.431	462	136	4.029
Nordeste	2.439.520	94.032	107.350	256.515	457.897
Norte	336.233	448.335	112.111	222.021	782.467
Sudeste	4.075.236	100.376	28.315	146.976	275.667
Sul	693.897	278.210	63.241	42.171	383.622
Brasil	7.552.077	924.384	311.479	667.819	1.903.682

Fonte: BRASIL, 2023; IBGE, 2018

Os dados apresentados evidenciam relações muito distintas entre o número de atingidos para cada triênio e região. O primeiro triênio se destaca como o período com o maior número de atingidos, representando 48% do total no período, com 924 mil atingidos. O segundo triênio apresenta uma queda significativa desse valor, com cerca de 311 mil atingidos, e volta a crescer no terceiro triênio, com 667 mil pessoas.

O registro mais significativo no número de atingidos aconteceu no período de 2013 a 2015, com destaque para a região Norte do país, com 448 mil desabrigados, desalojados ou pessoas que vieram a óbito, correspondendo a cerca de 48% de todos os atingidos no período. A região Sul, na sequência, representa 30% de todos os atingidos no primeiro triênio, com 278 mil atingidos, enquanto Nordeste e Sudeste registram cerca de 100 mil cada.

No segundo triênio, o Norte do país, ainda se mantém como a região com maior número de atingidos, porém com queda para 112 mil atingidos. O Nordeste apresenta um crescimento no segundo triênio e passa a ser a região com o segundo maior número de atingidos, totalizando 107 mil. Sul, com 63 mil, e Sudeste, com 28 mil, são outras regiões que apresentam quedas em relação ao primeiro triênio.

O terceiro triênio volta a apresentar um crescimento significativo no valor de atingidos, com 667 mil pessoas. No período, o Nordeste se destaca como a região geográfica com o maior número de atingidos, registrando 256 mil pessoas, o que representa 38% do total. O Norte também se destaca, com 222 mil atingidos, seguido pelo Sudeste, com 146 mil, e, por fim, o Sul, com 42 mil.

A avaliação pelo número de atingidos em cada triênio revela ainda uma não linearidade no total de atingidos pelo território. Por exemplo, enquanto o Sul foi a região com o segundo número de maiores atingidos no primeiro triênio, essa se tornou no terceiro período a região com menor quantidade de atingidos, excluindo o centro-oeste. A aplicação das equações descritas no item 3.2.1 apresenta a interação entre os dados de pessoas expostas e atingidos nos períodos, resultando nos valores apresentados na Tabela 3.

Tabela 3- Taxa BATER de Atingidos por Desastres de Natureza Hidrológico, Regiões Geográficas - a cada 100 moradores expostos ao risco

Região	Triênio 1 (2013-15)	Triênio 2 (2016-18)	Triênio 3 (2019 - 21)	Total (2013 – 21)
Centro-oeste	15.90	2.14	0.63	6.23
Nordeste	1.28	1.47	3.50	2.09
Norte	44.45	11.11	22.01	25.86
Sudeste	0.82	0.23	1.20	0.75
Sul	13.36	3.04	2.03	6.14
Brasil	4.08	1.37	2.95	2.80

Fonte: BRASIL, 2023; IBGE, 2018

Em relação às taxas de atingidos, é observado um comportamento diferente em cada uma das regiões de análise. Entre 2013 e 2015, foi o período com a maior incidência de atingidos, onde a cada 100 pessoas expostas ao risco, 4.08 foram atingidas por algum desastre hidrológico. O

valor para o segundo período cai consideravelmente, chegando em 1.37, e volta a apresentar um aumento, indo para 2.95 no último triênio. Considerando todo o período de análise, entre 2013 e 2021, é encontrado 2.80 atingidos a cada 100 moradores expostos ao risco.

A taxa de atingidos no Centro-Oeste é de 15.90 para o triênio 1, reduzindo consideravelmente para 2.14 no triênio 2 e ainda mais no triênio 3, em 0.63. Essa taxa mais elevada para a região no primeiro triênio é afetada pelo aumento de chuvas intensas e inundações em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, registrado no Atlas entre março e maio de 2013.

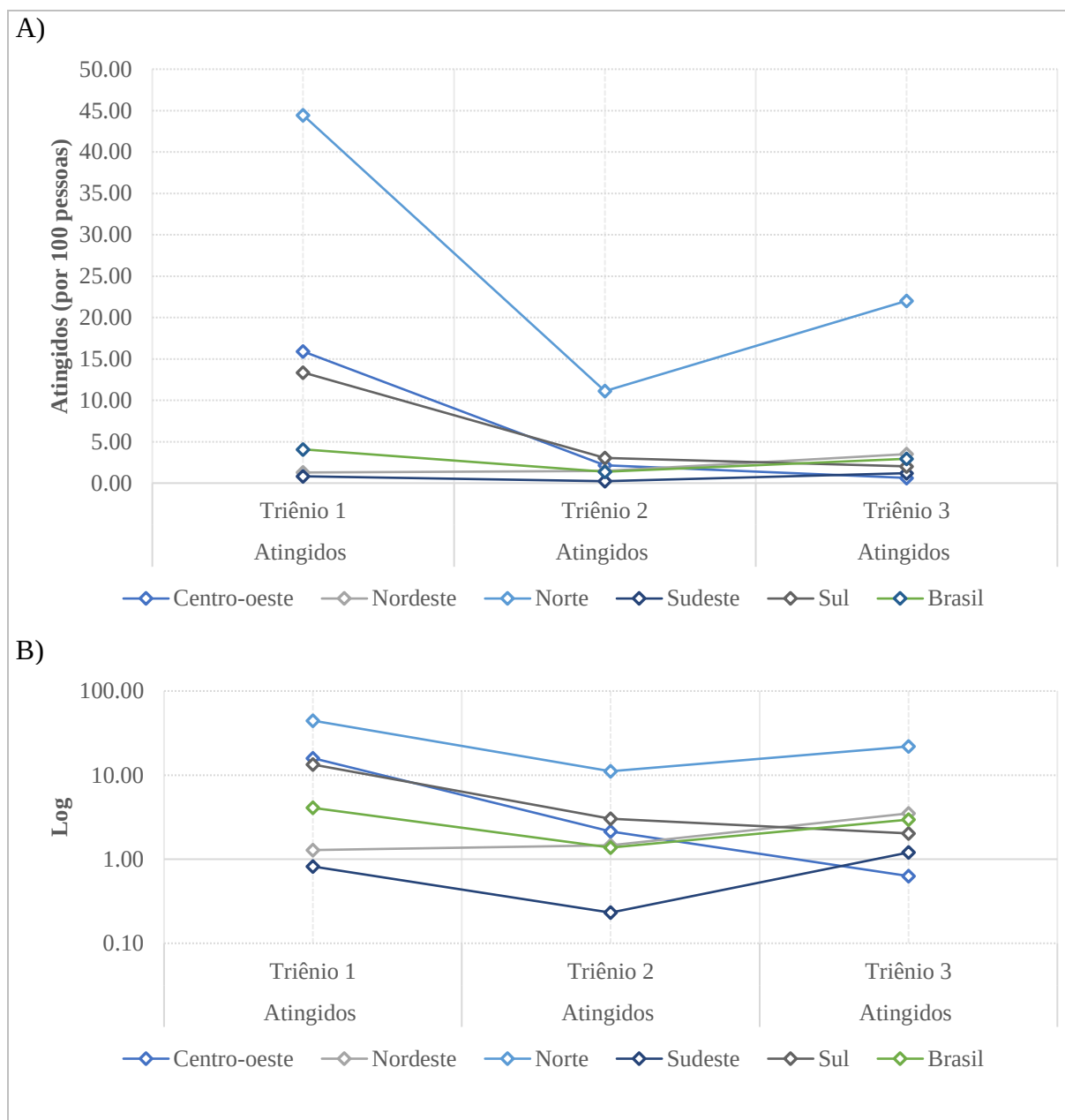
Já para o Nordeste as taxas apresentaram uma incidência menor e relativamente próxima tanto para o triênio 1 quanto para o 2, com 1.28 e 1.47 respectivamente. No terceiro Triênio apresenta um salto considerável para 3.50 atingidos para cada 100 habitantes em áreas de risco. No período se destaca chuvas intensas sofridas no final do ano de 2021 na região sul da Bahia, e registros de movimento de Massa em Maceió como eventos que contribuíram para essa alta.

Na Região Norte foi identificada a maior taxa por triênio, com valores de 44.45 atingidos para cada 100 habitantes no primeiro período, caindo para 11.11 entre 2016 a 2018 e subindo novamente a 22.01 no último triênio. As taxas elevadas no primeiro período para a região norte estão associadas a fortes inundações que sofreu o estado do Amazonas no período.

A região Sudeste apresentou taxas abaixo de 1 nos dois primeiros triênios, com 0.82 e 0.23, respectivamente, registrando uma elevação no período de 2019 a 2021, chegando a 1.20 atingidos a cada 100 habitantes em área de risco. Os eventos que se destacam na região são chuvas intensas observadas nos estados de São Paulo e Minas Gerais no início de 2020, associando-se a essa alta observada no terceiro triênio.

Por fim, os valores registrados na região Sul são de uma elevada taxa de atingidos para o primeiro triênio, em 13.36 atingidos a cada 100 moradores expostos ao risco, enquanto no segundo período apenas 3.04 é registrado. Uma taxa ainda menor no terceiro triênio é identificada, com 2.03 atingidos a cada 100 moradores. Para os meses de junho e julho de 2014, são observados diversos registros em municípios do estado de Santa Catarina que fazem com que os números desse período sejam mais significativos. No Gráfico 1 são sintetizadas e apresentadas as taxas BATER discutidas acima.

Gráfico 1 - Taxas BATER de Atingidos, por região geográfica



Legenda: A) Taxas BATER de atingidos para os períodos de 2013-15, 2016-18 e 2019-21. B) Log das taxas

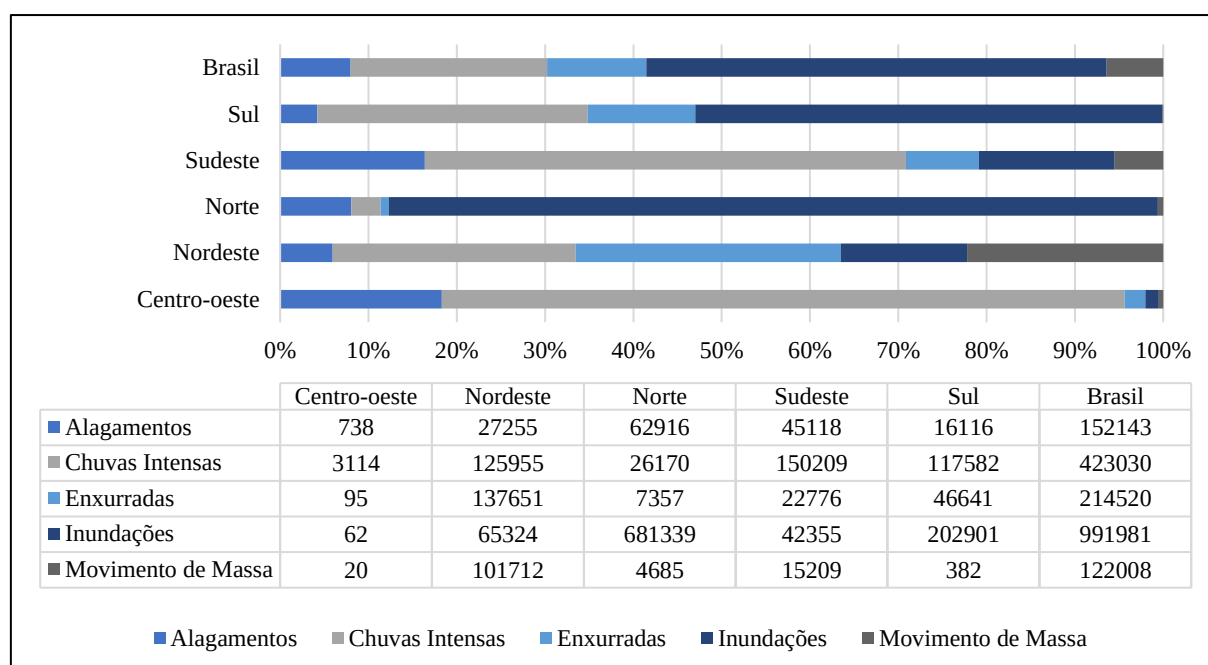
Fonte: BRASIL, 2023; IBGE, 2018

Através dos gráficos, é possível visualizar a tendência do comportamento das taxas ao longo dos triênios em termos comparativos. A região Norte apresenta, no primeiro período, uma taxa muito mais alta, com valores que se destacam das demais regiões, registrando as maiores taxas em todos os períodos. O Centro-Oeste e a região Sul são as duas outras regiões que apresentam valores elevados no primeiro período, ambas com tendência de queda para o segundo triênio. Sudeste e Nordeste exibem valores significativamente menores, com poucas alterações para o segundo triênio.

Entre o segundo e o terceiro triênio, a tendência das regiões Sul e Centro-Oeste é de queda, enquanto Sudeste e Nordeste apresentam um aumento no período. A variação nessas quatro regiões é de menor ordem, variando de um decréscimo de 1.51, observado na região Centro-Oeste, para uma máxima de 2.03, observada na região Nordeste. Ao considerar a região Norte, observam-se valores mais discrepantes, com um aumento de 10.9 na taxa de atingidos do segundo período para o terceiro. No Gráfico 1, ao visualizar em escala logarítmica é possível ter uma melhor compreensão do comportamento das variações das taxas nos seus padrões exponenciais. Nessa escala, a tendência de queda do primeiro triênio, com exceção da região Nordeste, fica mais evidente. Entre o segundo triênio e o terceiro, a região Sul e Centro-Oeste mantêm a tendência de queda, enquanto Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste apresentam uma tendência de elevação.

Uma importante característica na compreensão das características dos atingidos é a análise das diferentes tipologias de desastres hidrológicos aos quais essa população foi acometida. No Apêndice A, os dados sobre os valores de atingidos para cada região e triênio são apresentados com maior detalhamento. O Gráfico 2 apresenta os dados agregados para o período em função da tipologia do desastre, sendo possível observar algumas tendências para cada região.

Gráfico 2 - Tipologias dos Desastres, por região geográfica



Fonte: BRASIL, 2023

Os registros mais significativos dentro das tipologias dos desastres hidrológicos para o país no período estão concentrados na categoria de inundações, representando 52% de todos os desastres registrados na categoria hidrológica. A segunda categoria mais significativa é a de

chuvas intensas, com 22% dos registros, seguida por enxurradas com 11% e alagamentos com 7%. Os registros de movimento de massa foram os menos significativos no total registrado, com apenas 6%.

O maior número de registros de alagamentos é proveniente da região Norte (62.916), assim como o total de atingidos por inundações (681.339). O total de inundações para a região Norte responde por 69% do total observado no país durante o período. Os registros de enxurradas aparecem mais significativamente no Nordeste (137.651), assim como o número de atingidos por movimento de massa (101.712). Por fim, a categoria chuvas intensas apresenta o seu maior número de atingidos na região Sudeste (150.209), seguida pelo Nordeste (125.955) e Sul (117.582).

As tipologias também apresentam variações e distinções entre os próprios períodos. No agregado do Brasil, os três triênios apresentaram a categoria de inundações como a mais significativa. No entanto, a segunda categoria com o maior número de atingidos no Triênio 1 é de chuvas intensas, enquanto no Triênio 2 é enxurrada, e no Triênio 3 volta a ser chuvas intensas. Outro exemplo dessas variações é a categoria de movimento de massa, que apresenta um acréscimo de 90% no total de atingidos entre os triênios 2 e 3. Esses dados são apresentados no Apêndice A.

4.1.2. Características demográficas da população exposta ao risco, para as macrorregiões geográficas do país.

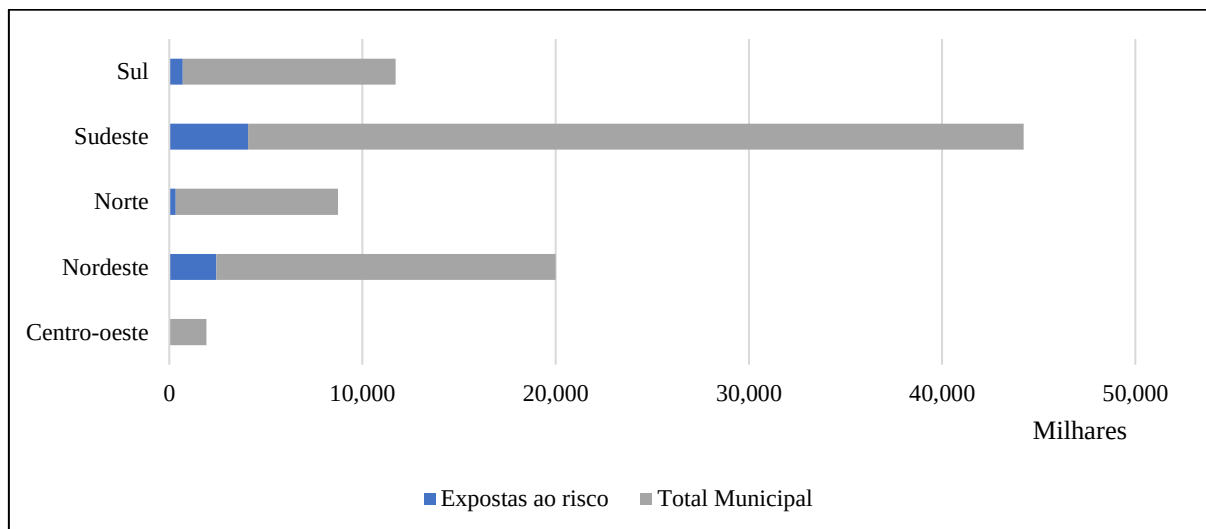
Os dados da BATER, filtrados pelos municípios com registro histórico de desastres, apresentam significativas diferenças entre as regiões do país, considerando também o tamanho da cobertura realizada em cada local. A população exposta é majoritariamente concentrada na região Sudeste, com cerca de 4 milhões de habitantes nessa situação, representando um total de 11.3% da população total da BATER.

Considerando o total populacional dos municípios selecionados, no Nordeste 16% das pessoas vivem em áreas de risco, o maior percentual entre as regiões. O Sul do país apresenta aproximadamente 693 mil pessoas, cerca de 6.7% do total municipal, enquanto o Norte conta com 336 mil, equivalendo a 4.2% do total da população em situação de risco.

Por fim, o Centro-Oeste é a macrorregião que teve o menor número de municípios mapeados, e o menor valor de pessoas expostas ao risco, com 7.9 mil, representando 0.4% do total da

população dos municípios. É apresentado no Gráfico 3 os valores em relação a cada região geográfica.

Gráfico 3 - Pessoas Expostas ao Risco e total municipal



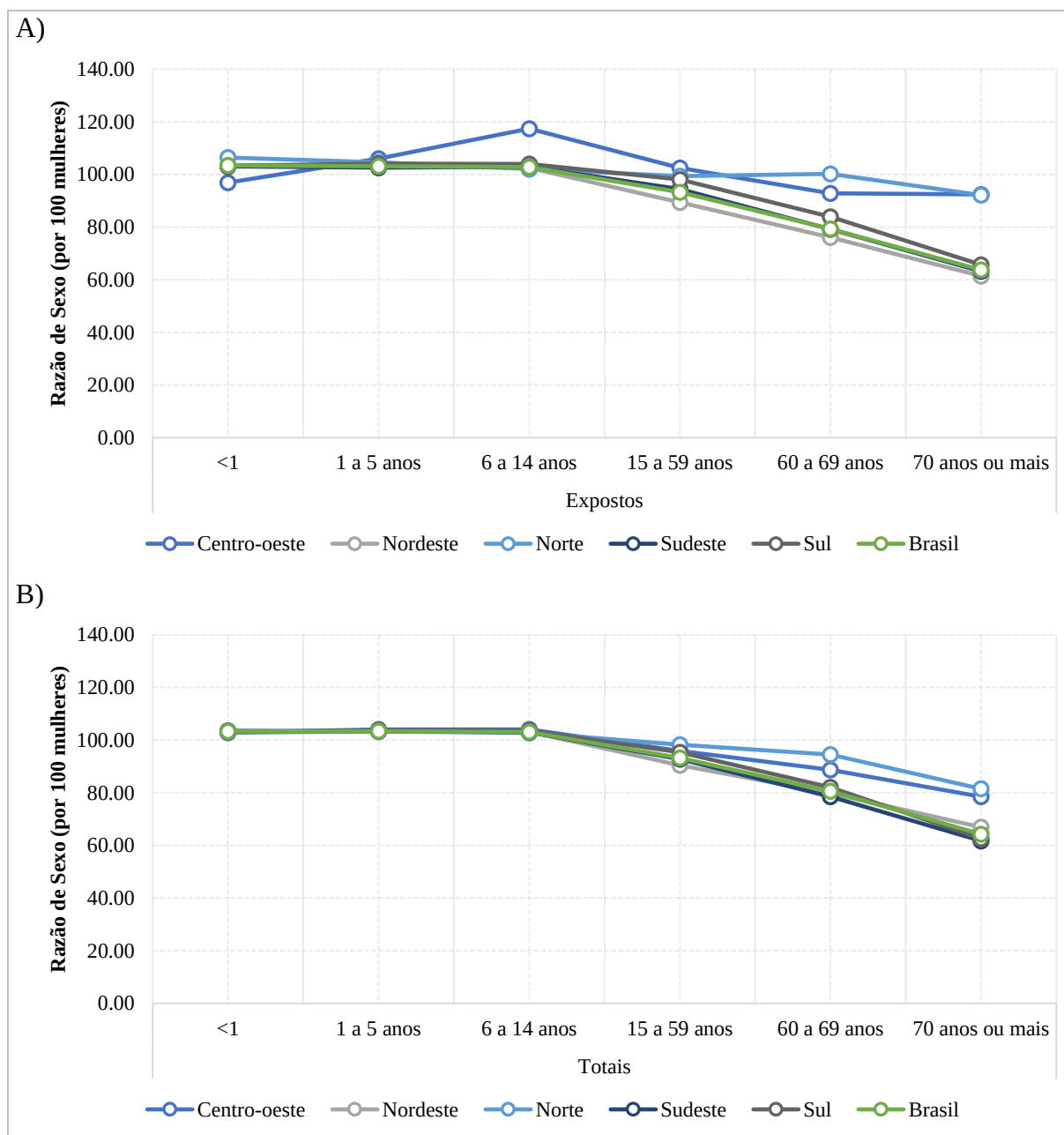
Fonte: IBGE, 2010; 2018

No Gráfico 4 é apresentado os dados para a razão de sexo nas regiões. Considerando exclusivamente os dados provenientes da BATER sobre a população exposta ao risco, observamos uma razão de sexo que apresenta diferentes padrões para cada faixa etária. Em idades inferiores a um ano, essa razão é inferior a 100 apenas para a região Centro-Oeste, enquanto atinge sua maior proporção no Norte, com 106.

Na faixa etária de 1 a 5 anos, os valores permanecem próximos aos observados anteriormente, com a região Centro-Oeste agora apresentando uma razão de 105, variando próximo às demais regiões. Para a faixa etária de 6 a 14 anos, novamente a região Centro-Oeste mostra dados distintos das demais regiões, com uma razão de sexo de 117.

Na faixa etária de 15 a 59 anos, surgem as maiores diferenças entre os grupos etários, com a razão de sexo no Nordeste diminuindo para 89 e no Sudeste para 94. Apenas na região Centro-Oeste a razão de sexo permanece acima de 100, em 102. A partir da faixa etária de 60 a 69 anos, as regiões Norte e Centro-Oeste mantêm razões ainda elevadas, em 100 e 92, respectivamente, enquanto as demais regiões geográficas apresentam uma rápida queda, chegando a cerca de 60 no último grupo etário.

Gráfico 4 - Razão de Sexo, por região geográfica

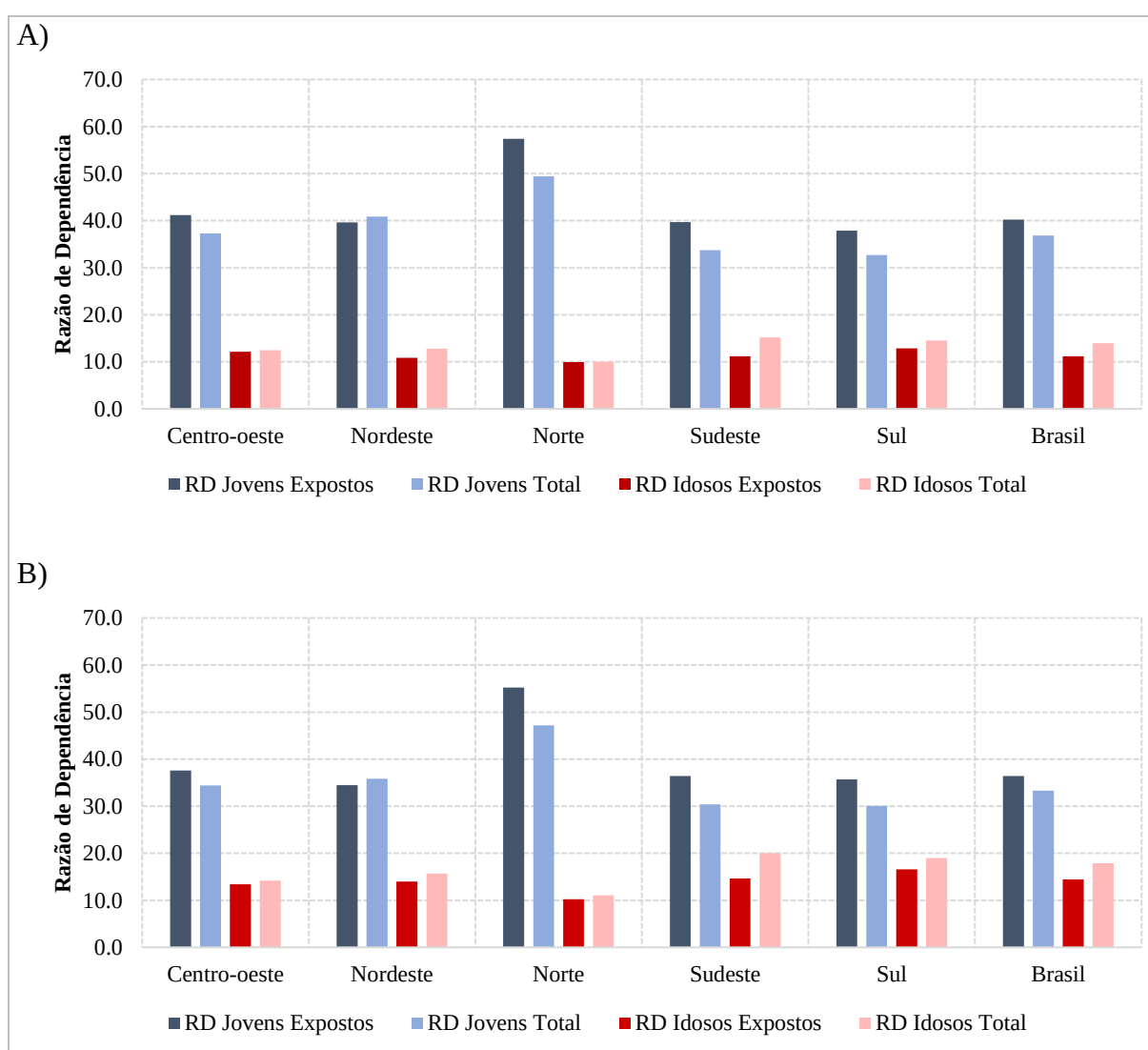


Legenda: A) Razão de Sexo nas áreas de risco; B) Razão de sexo no total municipal
Fonte: IBGE, 2010; 2018

Ao considerar o total dos municípios, e não apenas a população exposta ao risco, observamos valores diferentes dos identificados anteriormente. Até os 14 anos, há uma manutenção da razão de sexo nas regiões, variando entre 102 e 104. A partir da faixa etária de 15 a 59 anos, ocorre uma queda. Nesse recorte, as regiões Norte e Centro-Oeste apresentam, mesmo na faixa etária mais envelhecida, uma razão de sexo maior, movimento semelhante ao que foi observado ao considerar apenas as áreas em risco.

Por fim, a razão de dependência masculina e feminina é construída também para a população exposta ao risco e para o total municipal, sendo a razão em relação aos jovens e aos idosos para cada região. Os maiores valores para a população jovem são encontrados na Região Norte, com 57 para expostos e 49 para o total municipal. O Nordeste é a única região geográfica onde a razão de dependência de jovens foi maior no total municipal do que na área exposta ao risco. As maiores razões de dependência para a população idosa são identificadas na região Sul e Sudeste, e em todas as regiões, essa razão foi maior na população total municipal do que nas áreas em risco, valores apresentados no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Razão de Dependência, para as regiões geográficas



4.2. Discussão dos dados para as macrorregiões geográficas do país

A filtragem dos dados da BATER em função dos municípios que apresentaram registros de desastres no Atlas apresentou uma cobertura significativa, porém insuficiente, onde 65% de

todos os desastres estavam contidos dentro de algum dos 831 municípios mapeados. Esses valores se mostraram diferentes ao longo do território com uma ampla cobertura especialmente na área nordeste e sudeste, razão para se considerar um aumento no valor do denominador, e consequentemente, menores taxas registradas para essas regiões.

A definição de áreas de risco do mapeamento da BATER leva em consideração a topografia local e influência de corpos hídricos no registro dessas áreas. Portanto, a situação de precipitação intensa, com limitada capacidade de absorção do solo, definirá a situação se esse excesso de água pode atingir regiões dos rios, além de ser influenciado por questões como assoreamento, impermeabilização do solo, construções irregulares, características essas de grandes distinções entre os municípios e regiões. (TUCCI; BERTONI, 2003)

A distribuição dos riscos pelo território não é feita de forma igual, e possui áreas mais ou menos sujeitas a ocorrências de desastres, a depender das suas características de ocupação (BARBIERI *et al.*, 2022). A BATER na região Sudeste concentra a maior quantidade de áreas de risco, enquanto a região Nordeste, embora possua menos áreas mapeadas, apresenta uma maior extensão territorial média dessas áreas, sugerindo uma concentração mais densa da população em risco. Por outro lado, a região Norte se destaca pela maior extensão territorial das áreas de risco, associada principalmente a municípios em grandes bacias amazônicas e às inundações recorrentes (SAITO *et al.*, 2019).

Os dados encontrados para as taxas das regiões geográficas apresentaram uma variação dos valores absolutos na região Nordeste e Sudeste em uma escala próxima de variação. Ao mesmo tempo que a região Nordeste apresentou 1,6 milhões de pessoas a menos nas áreas expostas em relação ao Sudeste, também apresentou 182 mil atingidos a mais ao longo do período de análise, influenciado fortemente pelas chuvas registradas no terceiro triênio.

Considerando a diferença total de pessoas em risco entre cada região e o número de atingidos registrados, é possível inferir que as taxas em escalas tão próximas dentro dos períodos podem indicar que o mapeamento da BATER apresentou uma proporcionalidade na razão entre o número de expostos e o número de atingidos, ou seja, o aumento no numerador observado também representou um acréscimo do denominador. Esse pode ser um indicativo de uma boa cobertura no mapeamento dessas áreas, possibilitando a leitura em termos das taxas demográficas construídas, condicionadas à hipótese de que a população exposta ao risco, identificada na BATER, é a população atingida pelos desastres nos municípios.

A região Sul apresenta no primeiro período a terceira maior taxa entre as regiões geográficas do país, cerca de 9% do total de áreas de risco, e concentrando, ao mesmo tempo, 20% do total de atingidos por desastres no país. Aproximadamente 6.7% das áreas dos municípios da região Sul estão categorizadas como em risco, número menor que o do Sudeste, com 11.3%, e do que o Nordeste, com 16%. Os denominadores mais baixos e o alto número de atingidos na região Sul resultaram em taxa 8 vezes maior que a da região Sudeste e 3 vezes maior que da região Nordeste. Os dados nesse primeiro período indicam fortes variações na região Sul, com eventos atípicos que resultaram em grandes números de atingidos, o que pode significar taxas menos consistentes com o observado nos demais períodos.

Ao visualizar as taxas nos triênios, observa-se que tanto no segundo quanto no terceiro período não houve valores tão distintos em comparação com as demais regiões, e a influência maior para uma taxa de atingidos tão alta ocorre principalmente nos resultados do primeiro triênio. Nessa leitura, é possível interpretar que os resultados para a região Sul também tiveram uma boa aderência na associação entre os valores de atingidos e expostos aos riscos, sendo influenciado principalmente pelos maiores registros de ocorrência no primeiro período.

A região Centro-Oeste apresentou a quarta maior taxa no total do período, com um significativo destaque também para o primeiro triênio. Considerando o total dessa região geográfica, observa-se que dos municípios mapeados, apenas 0,4% da população residia em áreas de risco. Devido ao denominador ser de uma escala tão pequena, resultante do baixo número de pessoas expostas ao risco no mapeamento, poderia ser esperado um valor mais significativo nas taxas de atingidos; no entanto, o numerador também acompanha essa queda, com a região registrando apenas 0,2% de todos os atingidos no período.

Assim como na região Sul, o primeiro triênio é o principal responsável por elevar o valor na região, com as demais taxas apresentando valores próximos às outras regiões discutidas. Essa associação também pode representar indícios de uma boa cobertura do mapeamento da BATER, sendo condizente para a região, que também apresenta um menor número de atingidos por desastres hidrológicos, corroborando a aplicabilidade da leitura em termos das taxas.

A região Norte do país apresentou valores mais discrepantes, com as maiores taxas em todos os períodos e um valor significativo no agregado, em que a cada 100 pessoas expostas ao risco, 25 foram atingidas por algum evento de natureza hidrológica. A região Norte apresenta, em população exposta ao risco, 4,2% no total dos municípios mapeados na BATER, percentual inferior ao observado nas demais regiões, com exceção do Centro-Oeste. Quanto aos totais de

atingidos, é a região com o maior número, representando 41% do total de pessoas de 2013 a 2021. Um alto valor no numerador, com menos pessoas expostas ao risco do evento, faz com que essas taxas encontradas sejam tão altas e discrepantes das demais regiões, em qualquer triênio de análise.

Mapeamentos que alimentam as informações das áreas de risco, provenientes de fontes como o Serviço Geológico do Brasil (SBS), enfrentam desafios na definição de áreas. Considerando características geomorfológicas e geológicas de seus mapeamentos, esses encontram limitações nos processos em áreas de alta densidade vegetal, como possivelmente observado na região Norte do país. Nessa região, características relevantes do terreno ou padrões hidrológicos podem ser ocultadas, indicando possíveis limitações no processo de mapeamento e na abrangência desses dados (FERNANDES; SILVA; BITAR, 2014).

Outro resultado que pode revelar a característica da região Norte é em termos da tipologia dos desastres que a abrangem, sendo que 69% do total de atingidos são declarados como provenientes de situações de inundações. A classificação de inundações adotada pelo Atlas, como submersão de áreas fora do limite de cursos de água, ganha uma conotação diferente na região Norte, devido ao regime de vazão dos rios que experimentam períodos de cheias em inundações graduais. Isso afeta a população ribeirinha, agravando condições de saúde e de abastecimento (FERREIRA DE SOUZA; LOPES DO NASCIMENTO, 2017).

Portanto, para a região Norte, podemos considerar essas duas peculiaridades que atuam em diferentes direções sobre essas taxas. A dificuldade no mapeamento das áreas de risco tende a subestimar possíveis moradores expostos ao risco nessa região. Por outro lado, a incidência constante de inundações devido ao regime de vazão dos rios da região amazônica resulta em um alto número de atingidos.

Parte do ciclo de vida social e econômico da região Norte está intimamente atrelada aos ciclos de cheia dos rios nas áreas de várzea (ALENCAR, 2005). As condições de adaptação e vulnerabilidade nessa região serão muito distintas dos demais desastres hidrológicos observados nas outras regiões do país. Os resultados das taxas apresentadas para essa região indicam indícios de outros fatores que podem estar sujeitos a essas divergências nos valores encontrados nas demais regiões, refletindo nos altos valores encontrados, e revelam a necessidade de considerações mais específicas para a região.

As taxas nas demais regiões também estão sujeitas a apresentarem algum nível de distorção dos valores, uma vez que influências da delimitação das áreas de risco podem acabar por excluir

áreas possivelmente em risco hidrológico e não mapeadas. A publicação da BATER considera essa questão e enfatiza que a metodologia desenvolvida está diretamente relacionada à qualidade dos mapeamentos, com ênfase na exatidão da delimitação das áreas de risco, além da adoção de mapeamentos com menor escala de tempo, considerando a constituição de novos territórios em risco (IBGE, 2018).

Assim como os dados da população exposta ao risco apresentam limitações, os valores de pessoas atingidas, numerador das taxas, também possuem aspectos restritivos. A fonte dos registros, o S2iD, é uma fonte de dados que, para seu funcionamento ser plenamente aplicado, requer um registro preciso pelos responsáveis da inserção no sistema, estados e municípios. Além disso, observações de duplicidades de registros, problemas com interpretação do tipo de desastre ocorrido, limitação de acessos a documentos oficiais, lançamentos incorretos de dados e registros não individualizados são limitadores que essa fonte de informação apresenta (CARVALHO, 2019).

As informações presentes no S2iD antes de 2012 foram compiladas de outras fontes de registros, como o AVADAN, e portarias publicadas, sistematizadas no S2iD através de levantamento manual (BRASIL, 2023). A escolha do período a partir de 2013 minimiza possíveis variações desses dados, onde todos são provenientes do preenchimento via FIDE, com as tipologias caracterizadas através da COBRADE.

Outra consideração importante sobre a FIDE é que ela registra a caracterização dos dados no momento do preenchimento, com estimativas de afetados e danos. Independentemente da duração do desastre, os dados disponibilizados não são atualizados posteriormente. Portanto, um registro de uma pessoa em determinada condição não será alterado caso ela venha a óbito, por exemplo. As informações e fontes dos dados também não são padronizadas em seu preenchimento, ficando a identificação dos valores monetários e o número de pessoas afetadas e suas condições a cargo de cada município e de sua estrutura existente (BRASIL, 2023).

A extração dos dados realizada através do Atlas Digital de Desastres consiste em um importante aprimoramento quanto à qualidade dos dados provenientes da S2iD. O Atlas realiza análise de erros de preenchimento, exclusão de valores extremos e entradas duplicadas, que muitas vezes ocorrem quando os órgãos responsáveis desejam atualizar informações ou corrigir anteriores. Além disso, são realizadas análises setoriais e regionais, visando a correção relacionada à tipologia de desastres, considerando condições específicas do território (BRASIL, 2023).

Para a construção das taxas apresentadas, a falta de informações sobre a abrangência dos desastres revela um dos principais limitadores. Caso essa informação estivesse disponível, a simples sobreposição de áreas atingidas pelas áreas censitárias poderia ser feita de forma direta. A premissa adotada, onde a população mapeada como em risco – constante na base BATER – são as atingidas pelos desastres, provenientes do Atlas, é uma simplificação necessária para a construção das taxas de atingidos aqui discutidas.

Características dos dados do S2iD podem ser destacadas por determinadas inconsistências dentro do próprio banco, uma vez que a inclusão das informações não é realizada pelos mesmos atores. Dados na literatura apresentam uma evidência de melhorias nos registros no Nordeste e Sudeste, com dados nessas localidades mais bem evidenciados (NINA; ALMEIDA; LOBO, 2021). Os dados sobre as tipologias dos desastres ressaltam a necessidade de políticas territoriais específicas para distintos tipos de desastres, considerando seus impactos na região e população.

Para a caracterização demográfica, foram utilizados dois parâmetros: a razão de dependência e a razão de sexo, comparativamente para as áreas de risco e para o total agregado dos municípios. Essa análise foi realizada para seis faixas etárias, metodologia de agregação utilizada na BATER, onde dados a respeito das idades mais jovens e as mais avançadas são enfatizadas, considerando os como grupos mais vulneráveis (KELMAN, 2020; SCHNEIDERBAUER; EHRLICH, 2004).

As razões de sexo, tanto para a população em risco quanto para a população total municipal, não apresentam diferença ao considerar os valores de todos os municípios da BATER (SAITO *et al.*, 2019). No entanto, nos resultados construídos, em função das faixas etárias disponibilizadas, observam-se pequenas variações nessa razão em relação ao grupo de populações expostas frente à população total dos municípios, com uma predominância masculina maior nas faixas etárias mais jovens por parte da população em risco e menor nas faixas etárias mais envelhecidas. Na literatura, há evidências de maior vulnerabilidade de mulheres em situações pós-desastres, com indícios de maiores danos a longo prazo e maiores dificuldades de acesso a recursos (FATOUROS; CAPETOLA, 2021). Apesar de amplamente debatido como cada diferença de gênero influencia as respostas aos desastres (PLIIMPERT, 1983; NGO, 2001), não foram identificados na literatura resultados que apresentem a prevalência de um determinado sexo em locais expostos ao risco.

Em relação à razão de dependência apresentada, os resultados colocaram, com exceção do Nordeste, uma dependência maior da população jovem em relação à população total, com evidência de uma predominância maior de jovens na população em risco em comparação com as pessoas em idade ativa, observado no total municipal. Essa proporção se inverte, com um valor maior da razão de dependência de idosos para o total municipal em relação à população em risco. Enquanto no Norte houve os maiores valores em relação à dependência de jovens, no Sul e Sudeste foi observada a maior dependência no grupo de idosos.

Essas características podem revelar padrões relacionados à população em risco e constituir uma base de conhecimento futura que possa associar a incidência de desastres com diferentes padrões demográficos, possibilitando preencher uma grande lacuna referente ao conhecimento prévio sobre populações em situações de risco (MARCHEZINI; FORINI, 2019).

4.3. Resultados para a RMBH

4.3.1. Taxas de Atingidos por Triênios, para a RMBH

O somatório da população exposta ao risco, conforme apresentado na BATER, totaliza na RMBH um número total de 770.149 habitantes nessa área. A maior parcela está localizada em Belo Horizonte, com 389 mil moradores, seguido de Nova Lima, com 38 mil e Sabará e Santa Luzia, com 30 e 28 mil respectivamente. Os municípios de Brumadinho e Pedro Leopoldo apresentam o menor número de pessoas mapeadas pela BATER, com 501 e 277 pessoas em situação de risco.

Em relação ao número de atingidos por desastres hidrológicos, ao longo de 2013 a 2021 foram contabilizados 29.559 atingidos no período, sendo 184 no triênio 1, 6.510 no triênio 2 e 22.865 no terceiro triênio. Houve registros de atingidos em 12 municípios pertencentes à RMBH, porém não mapeados pela BATER, valores desconsiderados na análise, porém não significativos para esse recorte, já que 95% do total de atingidos estavam em municípios mapeados pela BATER. No Apêndice B é apresentado a tabela completa com os valores de atingidos registrado para cada município nos triênios de interesse.

A transformação das variáveis em taxas de atingidos na BATER é construída e apresentada na Tabela 4 para cada município da RMBH mapeado. No triênio 1, o baixo número de atingidos registrados no período influenciou diretamente na taxa de atingido calculada, com 0.01 atingidos a cada 100 moradores na área de risco. A taxa aumenta consideravelmente para o segundo triênio com 0.28 atingidos, e tem um registro de alta ainda maior para o terceiro e

último período com 0.92 atingidos para cada 100 habitantes. O valor registrado no total do período foi de 0.40 atingido para cada 100 moradores mapeados em área de risco.

Tabela 4 - Taxa BATER de Atingidos por Desastres de Natureza Hidrológico, para RMBH – a cada 100 moradores expostos ao risco

Município	Triênio 1 (2013-15)	Triênio 2 (2016-18)	Triênio 3 (2019 - 21)	Total (2013 – 21)
Belo Horizonte (MG)	-	0.19	0.02	0.07
Betim (MG)	-	-	1.87	0.62
Brumadinho (MG)	-	1.56	11.55	4.37
Caeté (MG)	-	6.89	4.40	3.76
Contagem (MG)	-	-	11.19	3.73
Ibirité (MG)	-	-	1.26	0.42
Nova Lima (MG)	-	-	1.92	0.64
Pedro Leopoldo (MG)	-	167.93	-	55.98
Raposos (MG)	-	-	44.41	14.80
Ribeirão das Neves (MG)	-	0.08	0.07	0.05
Rio Acima (MG)	-	-	5.25	1.75
Sabará (MG)	0.15	0.67	2.54	1.12
Santa Luzia (MG)	-	-	0.99	0.33
Vespasiano (MG)	0.03	0.60	0.43	0.35
Total	0.01	0.28	0.92	0.40

Fonte: BRASIL, 2023; IBGE, 2018

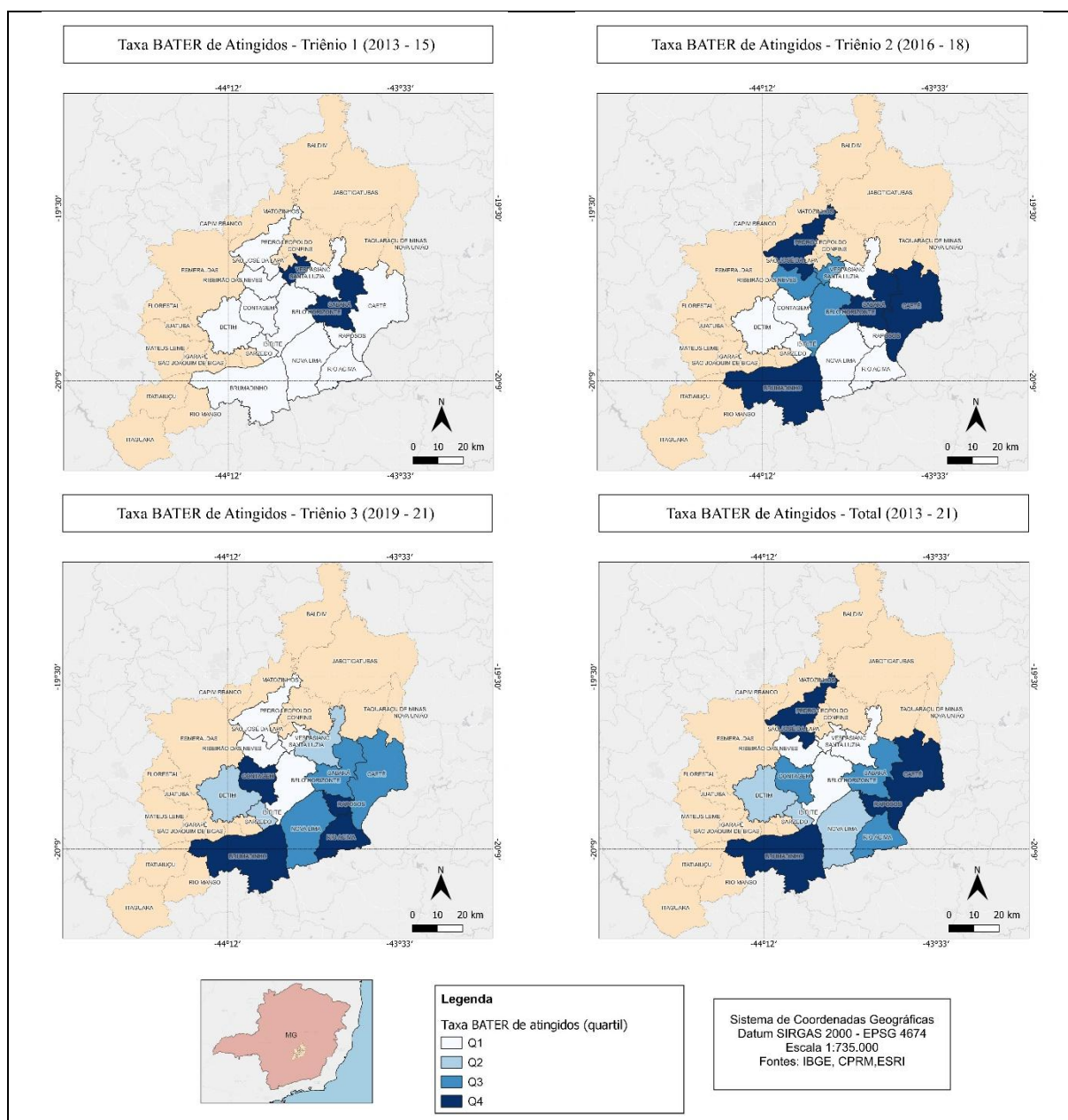
No primeiro triênio, apenas os municípios de Sabará e Vespasiano apresentam algum valor de atingidos. No segundo triênio, sete municípios apresentam valor positivo para as taxas de atingidos, com destaque para Pedro Leopoldo, onde foi registrada uma taxa de 167, indicando que, durante o período analisado, houve mais pessoas atingidas do que inicialmente identificadas como em risco. Em consulta ao Atlas, é possível verificar que todos os atingidos no município de Pedro Leopoldo são provenientes de uma única entrada, em novembro de 2017, onde é registrado chuvas intensas no município.

Ainda no segundo triênio, Caeté registra a segunda maior taxa de atingidos no período, com 6.89 atingidos a cada 100 moradores em risco. Os demais municípios no período registraram valores abaixo de 1 para a taxa. Por fim, no terceiro triênio, é onde há a maior distribuição de atingidos, e com exceção de Pedro Leopoldo, todos apresentaram alguma taxa positiva de atingidos no período.

A maior taxa registrada no último período é para o município de Raposos, com 44.41 atingidos a cada 100 moradores em risco. O alto valor é advindo de um registro de junho de 2020 no Atlas de chuvas intensas. Brumadinho e Contagem vêm na sequência, com 11 atingidos a cada

100 moradores em áreas de risco, e, por fim, Rio Acima e Caeté com aproximadamente 5 atingidos cada. Um destaque pode ser feito em relação aos totais observados, com Brumadinho e Contagem apresentando taxas próximas no período, porém com o primeiro registrando apenas 96 atingidos, enquanto Contagem apresentou 4.373. Para melhor visualizar essa dispersão sobre o território é apresentado na Figura 9 os valores das taxas construídas em relação ao município a que pertencem.

Figura 9 - Taxa BATER de Atingidos por Desastres Hidrológicos, para RMBH



Fonte: BRASIL, 2023; IBGE, 2018

Para fins comparativos, as taxas apresentadas na Tabela 5 consideram diferentes denominadores, a fim de visualizar como essas taxas são construídas para os municípios que

têm registros na BATER. O denominador torna-se, então, o número de atingidos que seriam apresentados caso fosse considerada a população inteira do município, e não apenas a população exposta ao risco mapeada pela BATER.

Tabela 5 - Taxa Municipal de Atingidos por Desastres de Natureza Hidrológico, para RMBH – a cada 1.000 habitantes

Município	Triênio 1 (2013-15)	Triênio 2 (2016-18)	Triênio 3 (2019 - 21)	Total (2013 – 21)
Belo Horizonte (MG)	-	0.31	0.03	0.11
Betim (MG)	-	0.00	0.49	0.16
Brumadinho (MG)	-	0.13	0.94	0.36
Caeté (MG)	-	2.63	1.68	1.43
Contagem (MG)	-	-	2.42	0.81
Ibirité (MG)	-	-	3.88	1.29
Nova Lima (MG)	-	-	9.18	3.06
Pedro Leopoldo (MG)	-	14.32	-	4.77
Raposos (MG)	-	-	167.30	55.77
Ribeirão das Neves (MG)	-	0.46	0.43	0.30
Rio Acima (MG)	-	-	11.18	3.73
Sabará (MG)	0.356	1.58	6.03	2.66
Santa Luzia (MG)	-	-	1.39	0.46
Vespasiano (MG)	0.067	1.28	0.92	0.76
Total	0.012	0.48	1.58	0.69

Fonte: BRASIL, 2023; IBGE, 2018

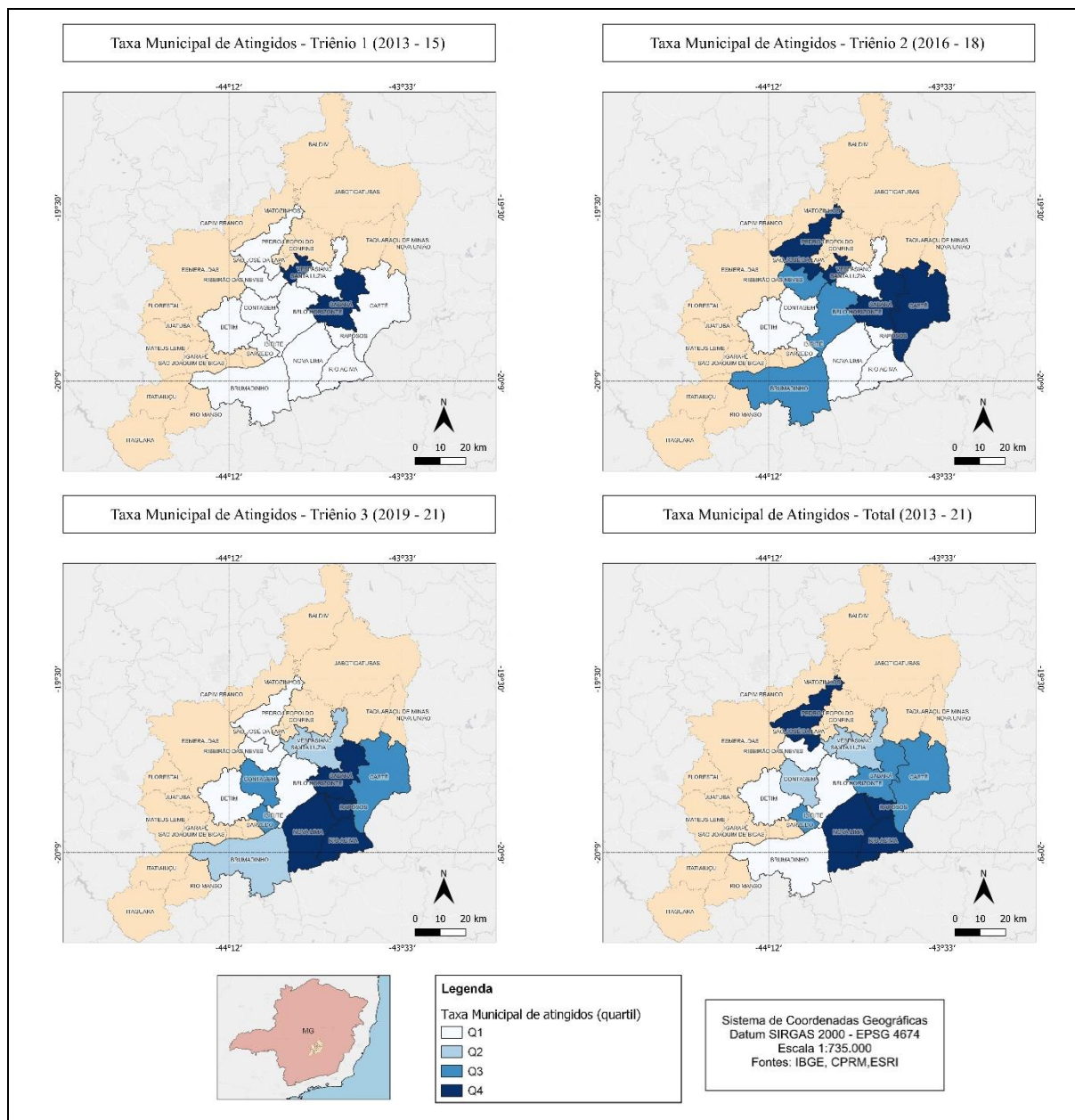
Na escala municipal, não é possível identificar números de atingidos para 100 habitantes; portanto, os valores apresentados consideram atingidos a cada 1.000 moradores. A direção de crescimento das taxas observadas na BATER também é percebida na taxa por município, onde o primeiro triênio apresenta 0.01 atingidos a cada 1.000, passando para 0.48 no segundo período e 1.58 no terceiro triênio. Ao considerar os valores totais de 2013 a 2021, é identificada uma taxa municipal de atingidos de 0.69 a cada 1.000 habitantes.

Entre as taxas por triênio registradas anteriormente, Pedro Leopoldo aparecia como o município de maior destaque dentre os totais de atingidos, com Raposos na sequência. Ao transformar esses valores e considerar o denominador como total da população no município, é invertida a ordem de maiores registros, com Raposos agora sendo o mais significativo nesse novo contexto, com 167 atingidos a cada mil habitantes.

Essa alteração do denominador faz com que outros valores apresentem diferenças e alterações em suas grandezas. Brumadinho, que na taxa BATER apresentou uma das taxas mais significativas no terceiro triênio, agora nas taxas municipais é o quinto menor valor do conjunto

de municípios, com uma taxa de 0.94 atingidos a cada mil habitantes. A Figura 10 apresenta as taxas de atingidos municipais para os municípios selecionados da RMBH.

Figura 10 - Taxa Municipal de Atingidos por Desastres Hidrológicos, para RMBH

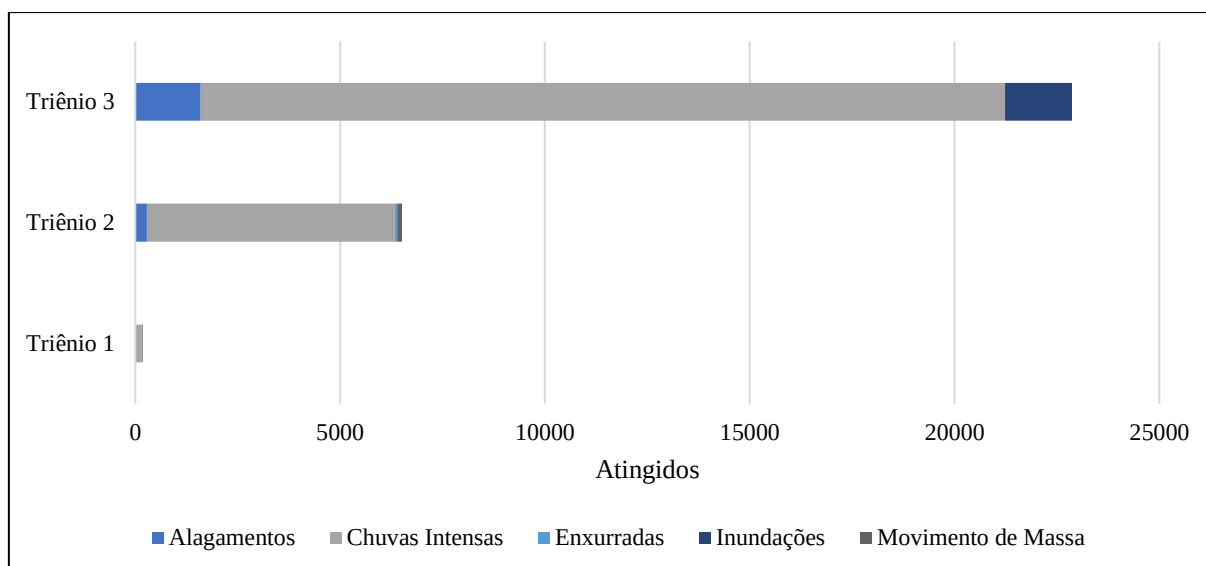


Fonte: BRASIL, 2023; IBGE, 2010.

A taxa de atingidos por município no período de 2013 a 2021 revela uma concentração significativa no entorno de Raposos, com Rio Acima, Nova Lima e Sabará apresentando as taxas mais elevadas. Isso contrasta com o padrão observado na taxa de atingidos BATER, onde os maiores valores demonstraram uma dispersão mais ampla pelo território da região, indicando uma distribuição espacial distinta dos impactos em relação à população exposta ao risco entre as duas taxas.

Em relação a tipologia dos desastres registrados, é observada a predominância em todos os triênios da categoria de chuvas intensas. O terceiro triênio apresenta registros de inundações e alagamentos de forma mais significativa, além de uma incidência maior nos registros de forma geral, apresentados no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Tipologias dos Desastres, para RMBH



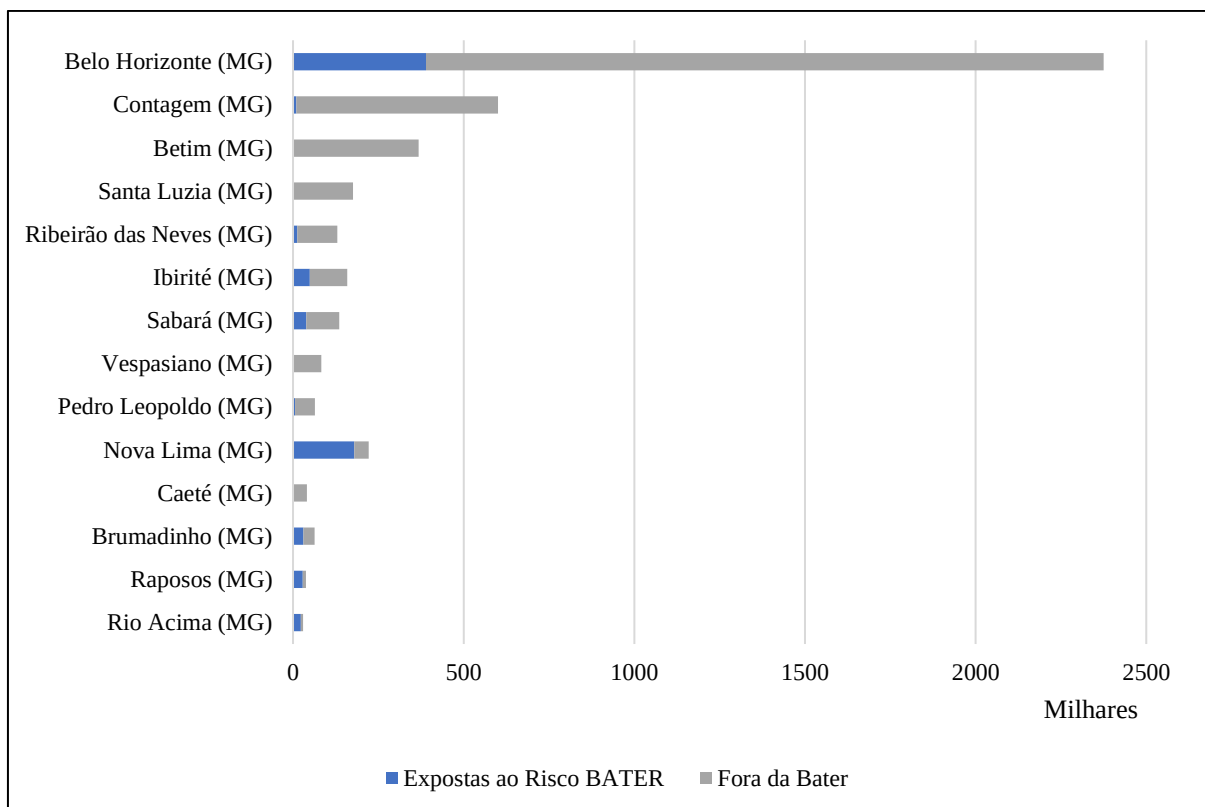
Fonte: BRASIL, 2023; IBGE, 2018

4.3.2. Características demográficas da população exposta ao risco, para a RMBH

Os municípios selecionados apresentaram, em 2010, um total de 4.48 milhões de habitantes, enquanto nas áreas de risco mapeadas pela BATER esse valor foi de 770 mil, representando cerca de 17% do total de habitantes. Os municípios com maior proporção de moradores em área de risco são Nova Lima (81%), Rio Acima (76%) e Raposos (75%), enquanto os menores percentuais são encontrados em Betim, Santa Luzia e Vespasiano, todos com menos de 1%, e são apresentados no Gráfico 7.

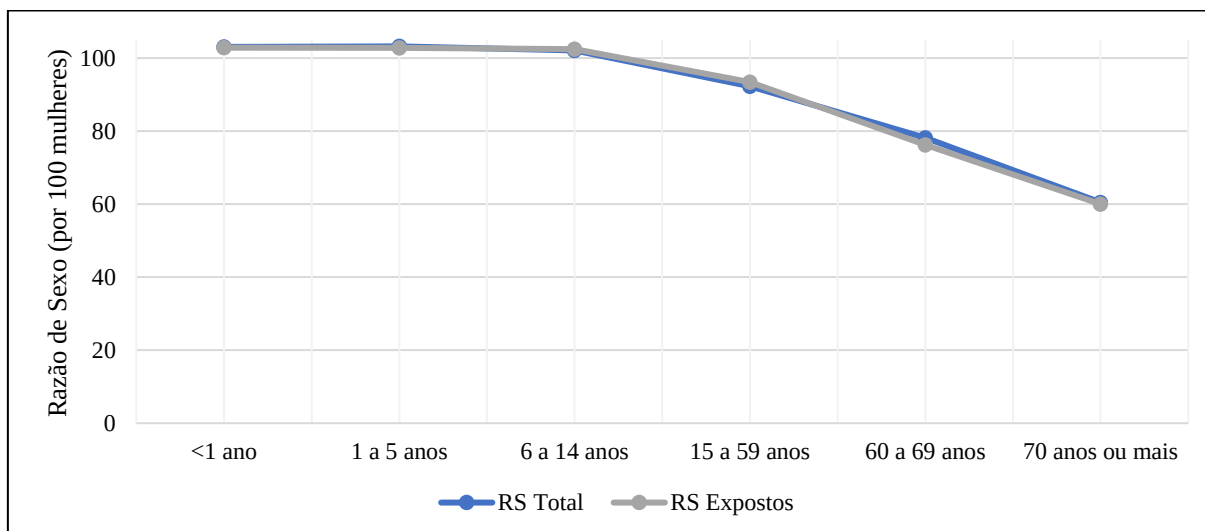
O comportamento da Razão de Sexo para a população na área de risco, assim como para a população na área exposta, mostra o mesmo padrão nas faixas etárias iniciais, iniciando em 103 e reduzindo para 92 no grupo de 15 a 59 anos, enquanto na população exposta esse valor é de 93. No grupo de 60 a 69 anos, a população exposta apresenta uma razão de 76, enquanto a população total dos municípios apresenta 78. No último grupo de análise, 70 anos ou mais, ambas as populações apresentam a mesma razão. Esses valores são apresentados no Gráfico 8.

Gráfico 7- População Exposta ao Risco e Total Municipal, para RMBH



Fonte: IBGE, 2010; 2018

Gráfico 8 - Razão de Sexo, para Expostos e Total na RMBH

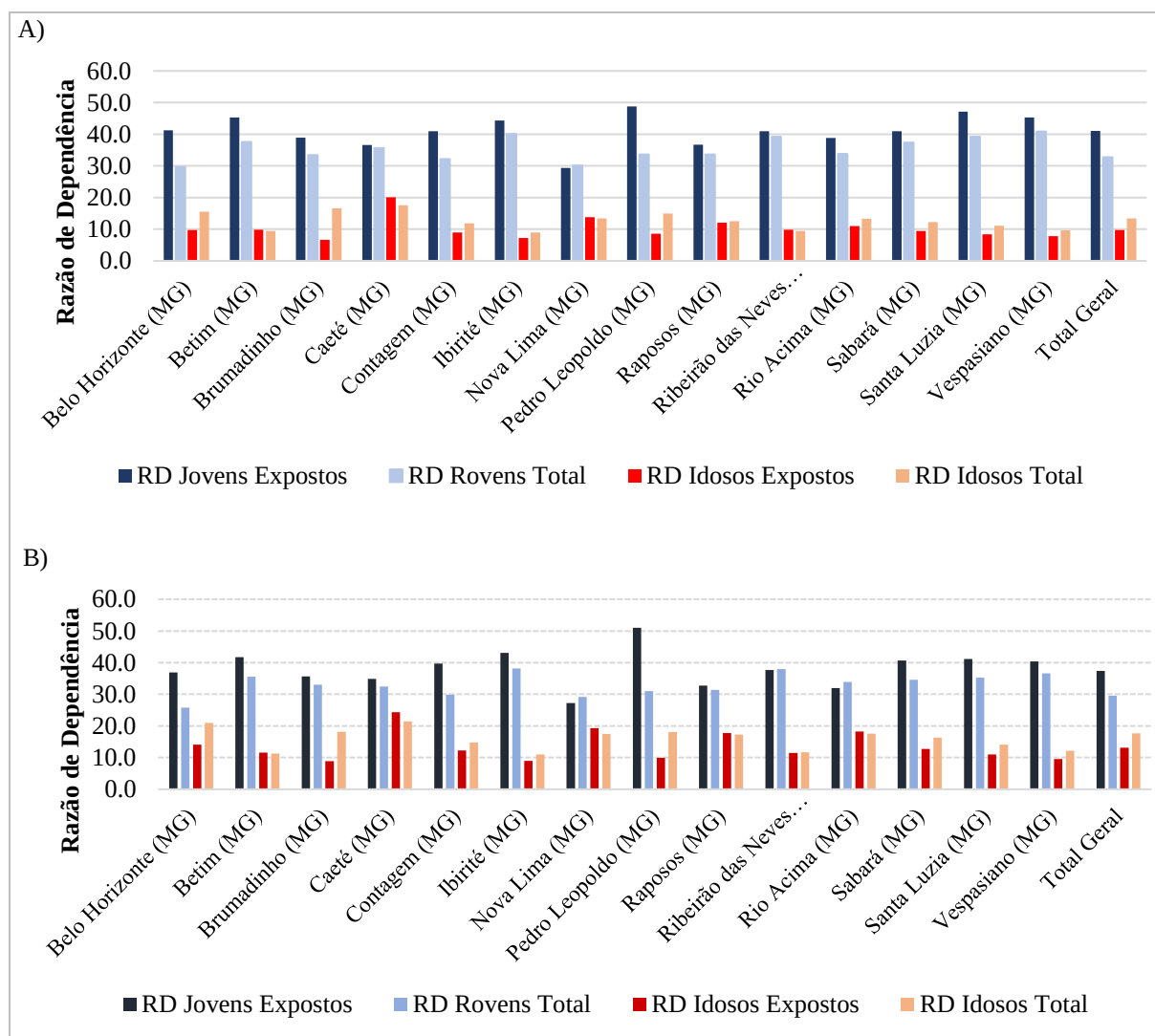


Fonte: IBGE, 2010; 2018

No Gráfico 9 é apresentada a razão de dependência. Identifica-se maior dependência dos jovens na área exposta para a população masculina no conjunto dos municípios selecionados em comparação com a população total. Essa relação se inverte para a razão de dependência de idosos, com um valor mais elevado para a população total do que para a população exposta.

Essa mesma distribuição dos dados é observada para o sexo feminino, com valores menores em relação à população jovem do que observado para o sexo masculino e valores mais elevados para a população de idosos em ambos os recortes territoriais.

Gráfico 9 - Razão de Dependência, para a RMBH



4.3.3. Perfis de vulnerabilidade na RMBH

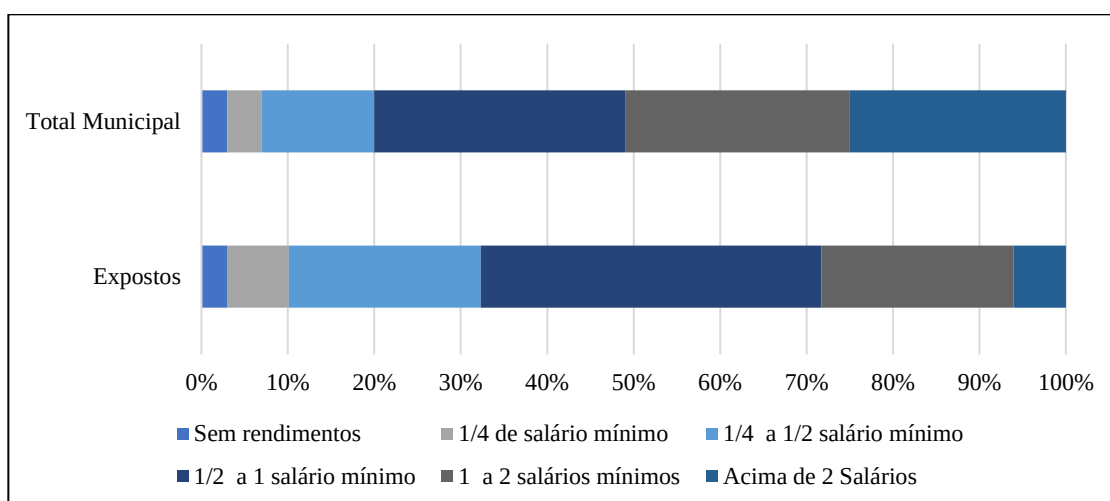
Conforme apresentado no Capítulo 3, a discussão referente ao perfil de vulnerabilidade identificado na RMBH é realizada com base no marco conceitual de vulnerabilidade de Turner *et al.* (2003). As estimativas relativas ao componente exposição foram apresentados anteriormente através das taxas de atingidos construídas, enquanto parte dos resultados referente ao componente de sensibilidade foram apresentados na caracterização da população exposta ao risco. Dois indicadores restantes referente ao componente de sensibilidade são

apresentados na sequência: condições de saneamento e infraestrutura, e o rendimento médio dos domicílios.

No Gráfico 10 é possível visualizar a faixa sem rendimentos com o mesmo percentual em ambas as regiões. No entanto, valores de até $\frac{1}{4}$ do salário-mínimo apresentam uma incidência 3% maior para a população exposta. Na faixa entre $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$ salário, a população exposta ocupava 22% dessa faixa, enquanto o total municipal era de 13%. Valores de $\frac{1}{2}$ a 1 salário-mínimo era o rendimento de 39% dos moradores em risco, enquanto no agregado municipal 29%.

Nas faixas de renda mais elevadas, essas proporções se alteram. O total municipal apresenta 26% na categoria de 1 a 2 salários-mínimos, enquanto na população em risco essa proporção é de 22%. Na faixa acima de 2 salários, 25% da população municipal está incluída nessa categoria, enquanto os expostos ao risco possuem apenas 6% dos moradores.

Gráfico 10 - Faixa de rendimento por domicílios, população total e exposta ao risco na RMBH



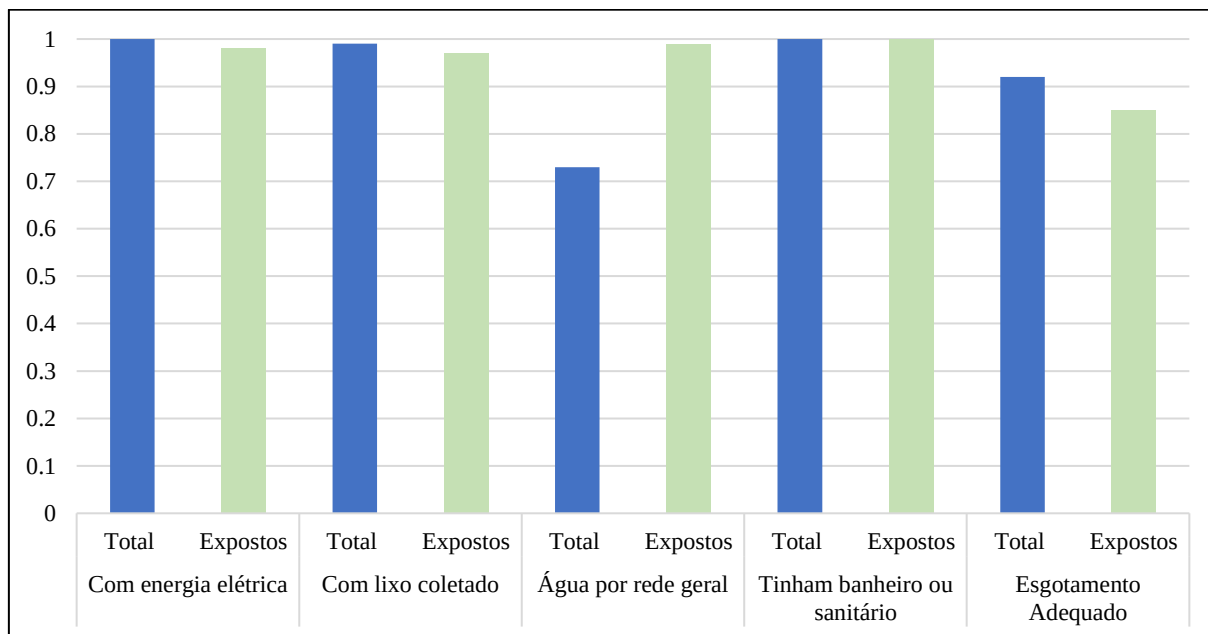
Fonte: IBGE, 2010; 2018

Quanto às condições ambientais e sanitárias dos domicílios, cinco categorias são analisadas para compor a leitura a respeito das diferenças entre a população exposta e os totais do município. Há uma diferença de 2% no total de pessoas expostas que não possuem energia elétrica em relação ao total municipal, uma diferença de 3% para os municípios que não possuem lixo coletado, e a mesma proporção para a quantidade de domicílios com banheiro ou sanitários em ambos os locais.

A categoria de domicílios com abastecimento de água da rede geral é de 73% considerando todos os municípios, e de 99% ao registrar apenas as áreas da BATER. A quantidade de domicílios com esgotamento adequado para a área de risco é de 85%, enquanto nos domicílios

totais apresentou uma cobertura de 92%. No Gráfico 11 são apresentadas as estimativas valores proporcionalmente a cada categoria.

Gráfico 11 - Condições do Domicílio, população total e exposta ao risco na RMBH



Fonte: IBGE, 2010; 2018

As estimativas por municípios apresentados no Apêndice B mostram que Belo Horizonte, apesar de possuir o melhor indicador para o IRMS de Saneamento e Meio Ambiente, apresenta, para a população exposta ao risco, uma cobertura de 90% de esgotamento adequado, enquanto Nova Lima possui 98% de cobertura, e Rio Acima, 97%. Em relação às diferenças percentuais entre a população exposta e do total municipal, Betim apresenta uma cobertura 19% maior no total municipal do que em relação à população exposta. Contagem e Rio Acima são os outros dois municípios com destaque nesses valores, com um diferencial de 14% maior na cobertura do total municipal em relação a população exposta.

No componente de resiliência, são exploradas as estimativas referentes aos prejuízos econômicos e indicadores de vulnerabilidades dos municípios. Inicialmente são apresentados os totais de prejuízos privados e públicos observados para cada município no período de 2013 a 2021. Belo Horizonte apresenta o maior total de prejuízo no período, com o valor em dano público atingindo 12 milhões. Na sequência, Sabará aparece com 8,5 milhões, e Contagem com 4 milhões. Na categoria de danos privados, Sabará se destaca com 5 milhões nesse total, seguido de Ibirité com 3,5 milhões e Nova Lima com 1,4 milhões.

Os impactos dessas estimativas podem variar em significância dependendo da estrutura econômica de cada município. A Tabela 6 apresenta o PIB no ano de 2021 para efeitos de comparação. Belo Horizonte, que se destacou como o município com maiores prejuízos, é também aquele com o maior PIB, fazendo com que o total desses danos ao longo do período não represente percentual significativo do PIB. No entanto, para municípios como Raposos, os prejuízos acumulados têm um impacto considerável, atingindo 1% do total do PIB de 2021. Sabará e Caeté também se destacam nessa proporção, com 0.20% e 0.22%, respectivamente, do total do PIB.

O último indicador referente ao componente de resiliência é obtido através do levantamento dos dados do IMRS. Na Tabela 6 são apresentados os indicadores para os municípios selecionados da RMBH. Na dimensão de saneamento e meio ambiente, Belo Horizonte lidera com o melhor indicador, atingindo 0.953, seguido por Pedro Leopoldo com 0.846. Caeté, Ibirité e Contagem formam os grupos de municípios com os maiores valores do indicador. A menor pontuação é atribuída a Nova Lima, com 0.501, e Sabará com 0.531.

Tabela 6 - Índice Mineiro de Responsabilidade Social e PIB a preços correntes, na RMBH

Município	IMRS 2020	IMRS - Vulnerabilidade	IMRS - Saneamento e Meio Ambiente	PIB a preços correntes R\$ (x1000)
Belo Horizonte (MG)	0.741	0.810	0.953	105.829.675
Betim (MG)	0.619	0.657	0.683	33.132.919
Brumadinho (MG)	0.599	0.564	0.673	4.624.938
Caeté (MG)	0.654	0.570	0.777	1.074.938
Contagem (MG)	0.624	0.700	0.737	36.479.764
Ibirité (MG)	0.641	0.619	0.775	3.203.506
Nova Lima (MG)	0.665	0.757	0.501	21.042.645
Pedro Leopoldo (MG)	0.637	0.619	0.846	1.939.056
Raposos (MG)	0.657	0.659	0.718	193.699
Ribeirão das Neves (MG)	0.627	0.634	0.719	5.181.710
Rio Acima (MG)	0.641	0.609	0.656	472.470
Sabará (MG)	0.621	0.645	0.531	4.201.729
Santa Luzia (MG)	0.654	0.581	0.702	5.290.589
Vespasiano (MG)	0.571	0.645	0.644	3.020.537

Fonte: FJP, 2023; IBGE, 2023b

No que diz respeito à dimensão de vulnerabilidade, Belo Horizonte mantém a liderança com o maior indicador registrado, atingindo 0.810, seguido por Nova Lima, com 0.757, e Contagem com 0.700. Os menores valores para esse quesito são observados em Brumadinho, com 0.564, Caeté com 0.570 e Santa Luzia com 0.581. Ao analisar o índice agregado, destaca-se Belo Horizonte com o melhor indicador, enquanto Vespasiano apresenta a pior condição pelo IRMS.

4.4. Discussão dos dados para a RMBH

Os resultados para RMBH, no que diz respeito às taxas de atingidos em um recorte territorial menor, oferecem percepções sobre como essas taxas podem se relacionar ao perfil de vulnerabilidade da região. Apesar de a RMBH não apresentar uma cobertura completa para todos os municípios, isso não se configurou como um limitador, uma vez que 95% de todos os atingidos estavam em municípios mapeados pela BATER. Essa abrangência ainda permite uma representação significativa dos impactos nos locais analisados. Esse dado corrobora a qualidade das informações disponíveis quanto à precisão dos municípios mapeados como em áreas de risco pelo CEMADEN e dos municípios que registraram desastres no período.

Nesse recorte, identificaram-se variações mais sutis entre os municípios e ao longo dos períodos. Os registros entre os triênios apresentam taxas positivas para 13 dos 14 municípios selecionados da RMBH, enquanto no triênio 1 apenas dois municípios apresentaram algum número de atingidos. Considerando que as condições de vulnerabilidade de uma população podem ser mais ou menos intensificadas pela recorrência dos desastres (BLAIKIE *et al.*, 2004), municípios que apresentam taxas positivas em mais de um triênio podem resultar maiores condições de vulnerabilidade nesses locais. Caso a resposta frente aos desastres seja insuficiente, a ocorrência sucessiva de desastres pode fazer com que os efeitos adversos sejam sentidos por mais tempo além do término do evento (BARBIERI *et al.*, 2022).

As taxas encontradas apresentaram forte variação entre os triênios, revelando a influência de eventos específicos para a população. Para esse recorte, municípios como Pedro Leopoldo e Raposos apresentaram valores muito maiores que os dos demais. No caso de Pedro Leopoldo, a taxa encontrada, de 167.93 a cada 100 moradores expostos ao risco, revela um numerador superior ao denominador, ou seja, mais pessoas foram atingidas do que as consideradas como em risco para o município no segundo triênio. O pressuposto inicial de que os atingidos seriam a população em risco, nessa situação não é observado. Esse resultado indica ao município que o mapeamento existente não considera integralmente potenciais atingidos pelos desastres.

No que diz respeito às taxas, nota-se uma dispersão maior entre os municípios com valores mais expressivos, ao utilizar no denominador a população mapeada pela BATER. Ao comparar com a taxa municipal, essa dispersão não é observada, sendo municípios que tiveram um maior número de atingidos a categoria com as taxas mais altas, sem relação clara com a população em risco apresentada pela BATER. O resultado demonstra a relevância de considerar a área de

risco dos municípios na construção das taxas, já que municípios com poucos números de atingidos também tiveram impacto significativos, considerando a população em risco.

A razão de sexo municipal indica um movimento parecido tanto na população exposta ao risco quanto no total municipal, com distinção no grupo de 60 a 69 anos, em que há uma predominância menor de homens na população exposta do que na população total do município. Esse resultado pode indicar tendências demográficas distintas para as áreas em risco e representa um indicador de direções de pesquisas que podem ser abordadas futuramente.

Nos indicadores de vulnerabilidade, o que foi identificado para a área exposta ao risco frente aos totais municipais foram condições de maior vulnerabilidade econômica, e piores condições sanitárias e de meio ambiente dos domicílios. Tais resultados também foram identificados ao analisar a totalidade dos municípios da BATER (DE SOUZA *et al.*, 2019), com a RMBH seguindo essa mesma tendência.

A razão de dependência revelou valores semelhantes aos previamente identificados para as macrorregiões, indicando que a dependência de jovens em situação de risco é superior à dependência total municipal, ao passo que a dependência de idosos é inferior. Pedro Leopoldo, município com a maior taxa de atingidos, também apresenta a maior razão de dependência da população jovem em relação à população em risco. Ao considerar os dados do total municipal, Pedro Leopoldo deixa de apresentar um nível de dependência tão acentuado, o que ressalta a capacidade de refinamento da análise demográfica ao ajustar a escala para a população exposta ao risco, proporcionando parâmetros mais preciso de vulnerabilidade.

Pedro Leopoldo, destacando-se com a maior taxa de atingidos e a maior proporção de jovens em sua área de risco, revela-se também como um município altamente sensível aos desastres. Registra a menor proporção de cobertura de esgotamento adequado, domicílios com energia elétrica e coleta de lixo entre as áreas de risco dos municípios selecionados da RMBH. Além dessas condições, as características das capacidades institucionais do município apontam para baixas capacidades de resposta, com um plano diretor que figura como um dos mais antigos a ser atualizado entre os municípios da RMBH, além de não abordar questões de mudanças climáticas, e não apresentar plano de gestão de riscos de desastres (GARCIA, 2023). Essas circunstâncias colocam o município em posição de alta sensibilidade a desastres e maior vulnerabilidade.

Outro destaque é Sabará, que apresentou taxas de atingidos expressivas no período de análise e altos valores de danos privados e públicos. Os componentes de resiliência avaliados através do

IMRS o colocam também com a pior condição no componente de saneamento e meio ambiente. Os prejuízos acumulados em conjunto com os baixos indicadores indicam desafios significativos em termos de resiliência.

Avaliando as respostas de impacto dentro do componente de resiliência, Raposos se destaca como o município que apresentou o maior percentual de danos públicos ao longo do período, em comparação ao PIB municipal de 2021. Além disso, o componente de exposição, avaliado através das taxas de atingidos, apresentou a segunda maior taxa no período entre os municípios. Porém, ao avaliar os quesitos de sensibilidade, como o IMRS, observa-se que o município se encontra em boas condições sob esse aspecto, realçando a complexidade da relação entre o número de atingidos, a infraestrutura local e a capacidade de recuperação que a discussão sobre vulnerabilidade pode abranger.

Os resultados ressaltam a importância de considerar não apenas as taxas de atingidos na discussão e avaliação da população impactada pelos desastres, mas também os demais componentes de sensibilidade e resiliência aos quais as populações estão expostas. Cada município apresenta desafios específicos e demanda estratégias adaptadas para sua capacidade de enfrentamento e recuperação de eventos adversos (BARBIERI *et al.*, 2022).

4.5. Limitações da pesquisa

A dissertação, ao analisar as bases de dados atualmente disponíveis sobre populações em áreas de risco e de populações atingidas por desastres, possui limitações metodológicas que podem ser exploradas com maior amplitude em agendas futuras. Os pressupostos adotados, principalmente em relação aos denominadores, desconsideram que esses passam por mudanças ao longo do tempo, podendo haver alterações no uso e ocupação do solo dos polígonos mapeados pela BATER, bem como efeitos das componentes demográficas. Essas mudanças podem criar diferentes situações de risco e colocar essas populações em maior ou menor vulnerabilidade.

Os dados da BATER ficam limitados ao ano de 2010 e não acompanham as estimativas pós-censitárias, deixando de captar essas mudanças no território ao longo do tempo. A adoção de diferentes denominadores ao longo dos anos, com projeções mais precisas sobre o total populacional, constitui um ajuste que proporciona melhores estimativas populacionais. Esses ajustes podem ser replicados em menores recortes territoriais. Além disso, em períodos pós-

censitários, o uso de grades de informações, como as disponíveis no Worldpop,² pode constituir outras fontes de dados que permitirão a avaliação dessas mudanças em diferentes recortes ao longo do tempo.

A constatação de municípios que não foram abrangidos pela BATER, mas que apresentaram dados na base de registros de desastres no período analisado, é um importante indicativo da necessidade de maior abrangência, direcionando esforços para o mapeamento de municípios que sejam prioritários em relação a essas informações. Por fim, vale ressaltar que diferentes ciclos econômicos estiveram presentes nos períodos de análise, e outra correlação significativa que pode ser estabelecida, e futuramente pesquisada, é entre as taxas apresentadas, populações atingidas, e esses fatores políticos e econômicos identificados no período.

²O WorldPop, sediado na Universidade de Southampton, é responsável pelo mapeamento de populações em todo o mundo. Desde 2013, estabeleceu parcerias com governos, agências da ONU e doadores para produzir quase 45.000 conjuntos de dados. Esses dados complementam fontes populacionais tradicionais com informações dinâmicas e de alta resolução, permitindo o mapeamento das distribuições da população humana. Disponível em: <https://www.worldpop.org/>, Acesso em 01 de abril de 2024.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os objetivos iniciais da dissertação, os resultados apresentados indicam que métodos demográficos podem ser importantes ferramentas na interpretação e análise de dados de desastres no país. Em meio ao contexto das mudanças climáticas, um dos problemas mais prementes da humanidade, a compreensão das populações em risco, o aprimoramento na qualidade dos dados, e leituras mais precisas sobre populações em risco com diferentes abordagens sobre vulnerabilidades, conforme aqui discutido, ganham crescente importância, tornando o uso das medidas demográficas ainda mais essenciais.

A dissertação teve como propósito avaliar a aplicação de métodos demográficos na interpretação e análise dos dados de desastres no país, tendo como referência dois objetivos específicos. Inicialmente, buscou-se construir as taxas de atingidos por desastres hidrológicos e caracterizar a população em risco nas diversas macrorregiões geográficas do país. Nesse contexto, destacou-se a distribuição desigual das taxas de atingidos pelo território, sendo fortemente influenciada por eventos esporádicos em determinados períodos.

As taxas construídas com o denominador da BATER apresentaram indícios de boa aplicabilidade, uma vez que, dentro dos períodos analisados, as regiões apresentaram resultados em escala próxima. Observou-se que as macrorregiões com menor número de pessoas expostas também registraram um menor número de atingidos. Esse é um indicativo que sugere uma boa abrangência do mapeamento das áreas de risco, permitindo que o pressuposto adotado, de que a população em risco mapeada pela BATER é a atingida pelos desastres, possa de fato ser utilizado.

Porém, dados atípicos, como os encontrados para a região Norte, evidenciaram dificuldades no mapeamento dessa área, decorrentes de suas características vegetativas. Além disso, identificou-se uma maior incidência de desastres hidrológicos associados a grandes cheias e inundações dos rios nessa região, o que demanda necessidades distintas de respostas, ajustes, adaptação e enfrentamento, mesmo quando comparada a outras regiões impactadas por desastres hidrológicos.

O atual nível de detalhamento da BATER não abrange as diversas tipologias de riscos a que uma determinada área está sujeita, limitando assim a capacidade de oferecer uma compreensão das respostas possíveis dessa população em contextos específicos de desastres. Outra limitação identificada refere-se à qualidade dos registros de desastres, evidenciando margem para

definições equivocadas de tipologias, além da falta de padronizações e atualizações ao longo do tempo dos impactos registrados.

Na caracterização dos perfis demográficos foram identificadas variações nas faixas etárias e diferenças de sexo entre a população exposta e os totais municipais. Observa-se uma lacuna na literatura em relação a compreensão das características demográficas dos moradores em áreas de risco, em situações prévias de desastres. Explorar esses resultados, para diferentes níveis de escala e compreender a sua associação à incidência de eventos extremos é uma agenda de pesquisa permitindo uma discussão mais aprofundada sobre os padrões observados nessas áreas, já que não apresenta resultados conclusivos na associação entre diferentes perfis demográficos e populações expostas ao risco.

No segundo objetivo foi proposta a construção das taxas de atingidos por desastres hidrológicos, caracterização populacional e do perfil de vulnerabilidade nos municípios da RMBH, buscando avaliar a utilidade e aplicação de uma leitura demográfica em um contexto local, e como se relacionam com questões de vulnerabilidade. O recorte territorial utilizado apresentou, a nível municipal, uma boa aderência ao objetivo proposto, com quase a totalidade dos desastres registrados na região ocorrendo em municípios mapeados pela BATER.

No primeiro período, apenas dois municípios registraram taxas positivas de atingidos, ao passo que quase a totalidade dessa seleção apresentou taxas positivas no último triênio. A escolha dos recortes temporais pode então influenciar o impacto observado, sendo a temporalidade dos desastres um fator de grande relevância nos resultados obtidos.

As taxas possibilitaram a observação de resultados espaciais mais dispersos entre os municípios mais atingidos, destacando locais com desastres que resultaram em poucos óbitos, desabrigados ou desalojados, porém sendo representativos em relação à população em risco mapeada pela BATER. Em comparação, a utilização do total de habitantes do município como denominador destacou apenas os locais com grande número de atingidos. Este resultado evidencia a importância de uma leitura demográfica na interpretação dos dados de desastres, ressaltando como o método proposto pode ser mais representativo para compreender quais localidades sofreram maiores consequências em termos de exposição.

Identificou-se um município na RMBH (Pedro Leopoldo) em que a taxa BATER de atingidos indicou um número maior do que pessoas expostas ao risco. Nessa circunstância, as taxas apontam a necessidade de revisão das áreas mapeadas como em risco para municípios com características semelhantes.

Quanto ao perfil demográfico, os resultados para a RMBH mantiveram-se semelhantes aos observados nas macrorregiões, com um número mais elevado de jovens nas áreas expostas do que no total do município e um menor número de idosos nessas regiões. A razão de sexo na RMBH permaneceu inalterada entre as áreas, com uma menor predominância masculina nas faixas etárias mais envelhecidas nas áreas de risco. Esses resultados podem ser explorados com maior profundidade em pesquisas futuras, com possibilidades de compreender como as diferentes fases do ciclo de vida identificadas nessa região podem ser associadas a mudanças no uso e cobertura do solo nesses locais, e suas interfaces com as condições de vulnerabilidades.

O recorte da RMBH e os indicadores utilizados evidenciam a estreita relação entre a incidência de eventos extremos e as condições de vulnerabilidade local. A estrutura ampliada do risco, ao incorporar as interações entre as mudanças climáticas e as questões de gestão governamental, torna as considerações de governança uma parte essencial da análise da vulnerabilidade. Essa abordagem enfatiza tanto as condições ambientais quanto as estruturais, evitando uma leitura de naturalização dos desastres. Fatores políticos, econômicos e sociais são destacados como elementos que contribuem para a exposição desigual ao risco.

Portanto, ao avaliar os indicadores de resiliência adotados em âmbito municipal, foi evidenciado condições de maiores vulnerabilidades para municípios com taxas de atingidos mais elevadas, sendo registrado maiores prejuízos econômicos, e a ausência de planos de gestão de desastres nessas localidades. Esses resultados evidenciam como taxas propostas em conjunto com a análise de indicadores possibilitam leituras mais precisas sobre as condições locais de vulnerabilidade. Resultados ou estudos da natureza do trabalho aqui apresentado são instrumentos importantes para políticas municipais de adaptação e planejamento de longo prazo, visando construir um conhecimento aprofundado sobre as populações em risco e direcionar esforços mais eficazes.

No âmbito desta dissertação, avaliamos a utilidade e o potencial de implementação de medidas demográficas mais refinadas e precisas para a interpretação de dados sobre populações atingidas por desastres, identificando resultados que indicam vantagens no uso de leituras demográficas para os desastres. Essa abordagem permite análises e replicação em diferentes recortes territoriais e temporais. Outras tipologias de desastres podem ser consideradas, com a expansão dos mapeamentos de áreas de risco, não se restringindo apenas à categoria hidrológica, com novas áreas identificadas para diferentes ameaças.

Dados censitários mais precisos, georreferenciados e com novos quesitos sobre vulnerabilidade, juntamente com a continuidade dos mapeamentos de áreas de risco, tornam possível a construção de estimativas mais precisas. A investigação do tamanho e distribuição da população nessas áreas destaca-se como um campo promissor a ser explorado em futuras agendas de pesquisa, permitindo a consideração de efeitos de migração, mortalidade e fecundidade na análise dessa população.

6. REFERÊNCIAS

- ALENCAR, E. F. **Diversidade socioambiental nas várzeas dos rios Amazonas e Solimões: perspectivas para o desenvolvimento da sustentabilidade**. 2. ed. Manaus: [s.n.].
- ALVALÁ, R. C. S.; BARBIERI, A. F. Desastres naturais. Em: NOBRE, C. A.; MARENGO, J. A. (Eds.). **Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar**. São José dos Campos, SP: Inpe, 2017. v. 1p. 203–230.
- ANGELSEN, A.; DOKKEN, T. Climate exposure, vulnerability and environmental reliance: A cross-section analysis of structural and stochastic poverty. **Environment and Development Economics**, v. 23, n. 3, p. 257–278, 1 jun. 2018.
- ARONSSON-STORRIER, M. Sanitation, human rights and disaster management. **Disaster Prevention and Management: An International Journal**, v. 26, n. 5, p. 514–525, 2017.
- ASSIS DIAS, M. C. DE *et al.* Estimation of exposed population to landslides and floods risk areas in Brazil, on an intra-urban scale. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 31, p. 449–459, 1 out. 2018.
- BARBIERI, A. F. *et al.* Population transitions and temperature change in Minas Gerais, Brazil: A multidimensional approach. **Revista Brasileira de Estudos de Populacao**, v. 32, n. 3, p. 461–488, 1 set. 2015.
- BARBIERI, A. F. *et al.* Theoretical contributions for a demography of disasters in Brazil. **Revista Brasileira de Estudos de Populacao**, v. 39, 2022.
- BENEVOLENZA, M. A.; DERIGNE, L. A. The impact of climate change and natural disasters on vulnerable populations: A systematic review of literature. **Journal of Human Behavior in the Social Environment**, v. 29, n. 2, p. 266–281, 17 fev. 2019.
- BIRKMANN, Jorn (Ed.). **Measuring Vulnerability to Natural Hazards**. United Nations University Press, Tokyo, 524 p., 2007
- BLAIKIE, P. *et al.* **At Risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters**. 2. ed. [s.l.] Routledge, 2014.
- BRASIL. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012**. Brasil, 2012. Disponível em: <Brasília, 10 de abril de 2012; 191º da Independência e 124º da República.>. Acesso em: 13 ago. 2023
- BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. **Atlas Digital de Desastres no Brasil**. Brasília: MIDR, 2023.
- CANNON, T. Vulnerability analysis and the explanation of ‘natural’ disasters’. Em: VARLEY, A. (Ed.). **Disasters, Development and Environment**. [s.l.] John Wiley & Sons Ltd, 1994.
- CARDONAardona, O.D. *et al.* (2012). "Determinants of risk: exposure and vulnerability." In: **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**, edited by C.B. Field *et al.*, A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 65-108.
- CARNEIRO, Ana Luiza de Aguiar. **O Impacto da Cidade Administrativa na Mobilidade de Trabalhadores na Região Metropolitana de Belo Horizonte**. Belo Horizonte, 2022.

Dissertação (Mestrado em Demografia) - Departamento de Demografia, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais.

CARVALHO, ICDH. **Análise de Recorrências de Eventos de Desastres Naturais com Base no Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres (S2iD) e Séries Históricas de Precipitação no Brasil: Uma Contribuição Metodológica.** 2018. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de Brasília, Instituto de Humanidades, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Brasília-DF.

CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ENGENHARIA E DEFESA CIVIL - CEPED, UFSC. **Capacitação para Utilização do S2iD: Módulo 1 – Registro e Reconhecimento.** 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2023.

CORRÊA, Ana Carolina Utsch. **Planejamento e Gestão Metropolitana de Belo Horizonte: A Construção de uma Política Pública.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2013.

CROSS, J. A. Megacities and small towns: different perspectives on hazard vulnerability. **Environmental Hazards**, v. 3, n. 2, p. 63–80, jan. 2001.

CUTTER, S. L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, v. 20, n. 4, p. 529–539, 1 dez. 1996.

DE SOUZA, Daiane Batista *et al.* Utilização de dados censitários para a análise de população em áreas de risco. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 64, n. 1, p. 122-135, 2019.

DIAS, M. B.; GALINA, N. R.; ALVES, C. N. Mapeamento da suscetibilidade a inundações em áreas urbanas: estudo de caso no município de Marabá, Sudeste do estado do Pará, Região Norte do Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 6, p. 347–359, 28 maio 2021.

DO CARMO, R. L.; ANAZAWA, T. M. Mortalidade por desastres no Brasil: O que mostram os dados. **Ciencia e Saude Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3669–3681, 2014.

DOMINGOS, Bárbara de Oliveira. **Oh, Chuva! Eu peço que caia devagar: Uma análise da capacidade administrativa dos municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte na prevenção e redução de danos diante de desastres hidrológicos.** Trabalho de Conclusão de Curso. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, Escola de Governo Professor Paulo Neves de Carvalho, 2022.

FERREIRA DE SOUZA, R.; LOPES DO NASCIMENTO, S. DOENÇAS E AGRAVOS NO CONTEXTO DAS GRANDES INUNDAÇÕES GRADUAIS NO ESTADO DO AMAZONAS - BRASIL. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 13, n. 26, 6 dez. 2017.

FJP. FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO [FJP]. **Índice mineiro de responsabilidade social. IMRS**, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <http://imrs.fjp.mg.gov.br/> Acesso em: 31 jan. 2018. 2023.

FRANKENBERG, Elizabeth; LAURITO, Maria; THOMAS, Duncan. The demography of disasters. **International encyclopedia of the social and behavioral sciences, 2nd edition (Area 3).** North Holland, Amsterdam, 2014.

GARCIA, L. C., VIANA, J. N. L., & LIMA, C. M. S. (2023). Gestão de risco, vulnerabilidade ambiental e a questão climática na gestão metropolitana. **Cadernos Metrópole**, 25(58), 875–897. <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2023-5805>

GOERL, Roberto Fabris; KOBIYAMA, Masato. Considerações sobre as inundações no Brasil. **XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, v. 3, 2005.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais). **População em áreas de risco no Brasil**. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacaoareasderisco/>. Acessado em 12 de dezembro de 2023.

IBGE. **Limite da RMBH. Geopolítica. Divisão Político Administrativa. RMBH**. 2023a. Acessado em 16 de dezembro de 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acessado em 12 de dezembro de 2023.

IBGE. **Produto interno bruto dos municípios 2021**. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Contas Nacionais, 2023b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?t=resultados&c=3171204>. Acessado em: 16 de dezembro de 2023.

IPCC. Point of Departure and Key Concepts. Em: **Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability**. [s.l.] Cambridge University Press, 2023. p. 121–196.

KARÁCSONYI, D.; TAYLOR, A. Introduction: conceptualising the demography of disasters. In: KARÁCSONYI, D.; TAYLOR, A.; BIRD, D. (ed.). **The demography of disasters: impacts for population and place**. Springer, 2021.

KELMAN, I. Disaster vulnerability by demographics? **The Journal of Population and Sustainability**, v. 4, n. 2, 1 jun. 2020.

KOBIYAMA, M.; MICHEL, P. G.; GOERL, R. F. **RELAÇÃO ENTRE DESASTRES NATURAIS E FLORESTA Relation between natural disasters and forest**. [s.l.: s.n.].

LEVINE, J. N.; ESNARD, A. M.; SAPAT, A. Population displacement and housing dilemmas due to catastrophic disasters. **Journal of Planning Literature**, v. 22, n. 1, p. 3–15, ago. 2007.

MARANDOLA JR, E. **Habitar em risco**. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 29 fev. 2008.

MARANDOLA JR, E.; HOGAN, D. Em direção a uma demografia ambiental? Avaliação e tendências dos estudos de população e ambiente no Brasil. **R. bras. Est. Pop**, v. 24, n. 2, p. 191–223, jul. 2007.

MARANDOLA JR, E.; HOGAN, D. Vulnerabilidade do lugar vs. vulnerabilidade sociodemográfica: implicações metodológicas de uma velha questão *. **R. bras. Est. Pop**, v. 26, n. 2, p. 161–181, 2009.

MARCHEZINI, V.; FORINI, H. A. Dimensões sociais da resiliência a desastres. **Redes**, v. 24, n. 2, p. 9–28, 3 maio 2019.

MARICATO, E. A terra é um nó na sociedade brasileira... também nas cidades. **Revista de Cultura Vozes**, v. 93, n. 6, 1999.

MEMÓRIA, Eduardo Maia. **Sistema de Informação no Planejamento Metropolitano: Região Metropolitana de Belo Horizonte / 2009 – 2019**. Dissertação (Mestrado em

Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Belo Horizonte, 2019.

MIDR, M. DA I. E DO D. R. **Entenda a diferença entre os tipos de desastres naturais e tecnológicos registrados no Brasil**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/ultimas-noticias/entenda-a-diferenca-entre-os-tipos-de-desastres-naturais-e-tecnologicos-registrados-no-brasil>>. Acesso em: 14 dez. 2023.

MOREIRA, Richard Eustáquio de Assis. **Vulnerabilidades e Heterogeneidades Populacionais em um Contexto de Realocação Planejada em Belo Horizonte**. Tese (Doutorado em Demografia) - Programa de Pós-Graduação em Demografia, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

MOSSLER, M. Environmental Hazard Analysis and Small Island States: Rethinking Academic Approaches. **Geographische Zeitschrift**, v. 84, n. 2, p. 86–93, 1996.

NEUMAYER, E.; PLIIMPERT, T. **As Cutter (1996, 530) has pointed outHewitt**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://about.jstor.org/terms>>.

NGO, Ehren B. When disasters and age collide: Reviewing vulnerability of the elderly. **Natural Hazards Review**, v. 2, n. 2, p. 80-89, 2001.

NINA, A. S.; ALMEIDA, O. T. de; LOBO, I. Banco de Dados sobre Desastres Naturais no Brasil: Uma Análise Comparativa entre o EM-DAT e o S2ID. **Cadernos de Estudos Sociais**, [S. l.], v. 36, n. 1, 2021.

PAULA, J. A.; MONTE-MÓR, R. L. DE M. As três invenções de Belo Horizonte. Em: **Anuário Estatístico de Belo Horizonte**. Belo Horizonte. v. 1p. 27–49.

PELLING, M. **The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience**. London: Earthscan, 2003.

PELLING, M.; UITTO, J. I. Small island developing states: natural disaster vulnerability and global change. **Environmental Hazards**, v. 3, n. 2, p. 49–62, jan. 2001.

PESANDO, L. M. *et al.* Demography as a Field: Where We Came From and Where We Are Headed. **Canadian Studies in Population**, v. 50, n. 3, 1 set. 2023.

PINTO, T. A. C; MATTOS, E. V; DE SOUZA, D. O. **Desastres Naturais em Minas Gerais (2016-2020)**. Universidade Federal de Itajubá. In: X Simpósio da Pós-Graduação em Ciência do Sistema Terrestre, 2021. Disponível em: <http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m16c/2021/12.08.16.21/doc/Pinto_desastre.pdf>. Acesso em: 18 de dezembro de 2023.

PINTO, V. C. **Ocupação Irregular do Solo Urbano: O Papel da Legislação Federal**. Brasília: Senado Federal, Consultoria Legislativa, 2003.

PRATES, T. B.; AMORIM, R. R. Vulnerabilidade Socioambiental das Áreas Sujeitas às Inundações no Município de São João Da Barra, RJ, Brasil. **Geography Department University of Sao Paulo**, n. spe, p. 164, 27 jun. 2017.

PRESTON, S. H.; HEUVELINE, PATRICK.; GUILLON, MICHELLE. PRESTON, Samuel H.; HEUVELINE, Patrick; GUILLON, Michelle. **Demography: Measuring and Modeling Population Processes**. Illustrated ed. John Wiley & Sons, 18 set. 2000. 308 p. ISBN: 1557864519. 2001.

QUEIROZ, Sarah Lima. **Mobilidade dos Trabalhadores na Região Metropolitana de Belo Horizonte: Uma Perspectiva de Idade, Período e dos Padrões de Seletividade Espacial por**

Modo de Transporte. Belo Horizonte, MG, 2021. Dissertação (Mestrado em Demografia) - Departamento de Demografia, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Urbano, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais.

ROLNIK, R. Territorial exclusion and violence: the case of the state of São Paulo, Brazil. **Geoforum**, v. 32, n. 4, p. 471–482, nov. 2001.

SAITO, S. M. *et al.* População urbana exposta aos riscos de deslizamentos, inundações e enxurradas no Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 31, 29 nov. 2019.

SCHNEIDERBAUER, Stefan; EHRLICH, Daniele. Risk, hazard and people's vulnerability to natural hazards. **A review of definitions, concepts and data. European Commission Joint Research Centre. EUR**, v. 21410, p. 40, 2004.

SINCLAIR, K. **Global policy and local actions for vulnerable populations affected by disaster and displacement. Australian Occupational Therapy Journal**, fev. 2014.

SINGER, P. **Economia política da urbanização.** São Paulo: Ed. Brasiliense, 1980.

TEIXEIRA, Débora Luisa Silva. **Vulnerabilidade socioambiental a inundações: estudo de caso de uma sub-bacia no sul de Minas Gerais.** Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Itajubá, 2022.

TORRES, H. A demografia do risco ambiental. In: TORRES, H.; COSTA, H. (org.). **População e meio ambiente: debates e desafios.** São Paulo: Editora Senac, 2006. p. 53-73.

TUCCI, C.; BERTONI, J. **Inundações urbanas na América do Sul.** Porto Alegre: ABRH, 2003.

TUCCI, Carlos. Drenagem urbana. **Ciência e cultura**, v. 55, n. 4, p. 36-37, 2003.

TURNER, I. B. L. *et al.* A framework for vulnerability analysis in sustainability science. **PNAS**, p. 8074–8079, 8 jul. 2003.

UNDRR. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022: Our World at Risk: Transforming Governance for a Resilient Future.** Geneva. 2022

UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction). **Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030.** Geneva: UNISDR, 2015.

VIANA, R. D. M. **A remoção dos desastres e os desastres da remoção: risco, vulnerabilidade e deslocamento forçado em Belo Horizonte.** Tese (Doutorado em Demografia) - Programa de Pós-Graduação em Demografia, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

ZHOURI, A., OLIVEIRA, R., ZUCARELLI, M., & VASCONCELOS, M. (2017). **The Rio Doce Mining Disaster in Brazil: Between Policies of Reparation and the Politics of Affections.** *Vibrant: Virtual Brazilian Anthropology*, 14 (2). <https://doi.org/10.1590/1809-43412017v14n2p081>

7. APÊNDICE A – Resultados por macrorregiões geográficas do país

Tabela 8 - Tipologia dos Desastres Hidrológicos, por região geográfica e triênio de ocorrência

	Triênio 1 (2013-15)	Triênio 2 (2016-18)	Triênio 3 (2019 - 21)	Total (2013 – 21)
Centro-oeste				
Alagamentos	735	3	-	738
Chuvvas Intensas	2.696	337	81	3.114
Enxurradas	-	40	55	95
Inundações	-	62	-	62
Movimento de Massa	-	20	-	20
Nordeste				
Alagamentos	8.118	6.044	13.093	27.255
Chuvvas Intensas	32.459	12.001	81.495	125.955
Enxurradas	33.157	81.085	23.409	137.651
Inundações	11.015	4.868	49.441	65.324
Movimento de Massa	9.283	3.352	89.077	101.712
Norte				
Alagamentos	40.571	14.302	8.043	62.916
Chuvvas Intensas	849	229	25.092	26.170
Enxurradas	7	5.179	2.171	7.357
Inundações	404.183	91.220	185.936	681.339
Movimento de Massa	2.725	1.181	779	4.685
Sudeste				
Alagamentos	38.411	1.343	5.364	45.118
Chuvvas Intensas	14.836	14.644	120.729	150.209
Enxurradas	16.911	2.268	3.597	22.776
Inundações	23.491	5.618	13.246	42.355
Movimento de Massa	6.727	4.442	4.040	15.209
Sul				
Alagamentos	14.802	159	1.155	16.116
Chuvvas Intensas	74.477	17.869	25.236	117.582
Enxurradas	35.702	7.375	3.564	46.641
Inundações	153.156	37.572	12.173	202.901
Movimento de Massa	73	266	43	382
Brasil				
Alagamentos	102.637	21.851	27.655	152.143
Chuvvas Intensas	125.317	45.080	252.633	423.030
Enxurradas	85.777	95.947	32.796	214.520
Inundações	591.845	139.340	260.796	991.981
Movimento de Massa	18.808	9.261	93.939	122.008

Fonte: BRASIL, 2023; IBGE, 2018.

Tabela 9- Composição Etária Masculina por região geográfica, população exposta ao risco e total municipal

Região	Expostas ao Risco						Total Municípios					
	<1	1 a 5 anos	6 a 14 anos	15 a 59 anos	60 a 69 anos	70 anos ou mais	<1 ano	1 a 5 anos	6 a 14 anos	15 a 59 anos	60 a 69 anos	70 anos ou mais
Centro-oeste	0.017	0.082	0.169	0.652	0.046	0.033	0.016	0.079	0.154	0.668	0.049	0.034
Nordeste	0.015	0.080	0.168	0.664	0.044	0.029	0.016	0.082	0.168	0.651	0.048	0.035
Norte	0.022	0.112	0.209	0.598	0.033	0.026	0.019	0.099	0.191	0.627	0.037	0.025
Sudeste	0.016	0.079	0.168	0.663	0.045	0.029	0.014	0.069	0.144	0.671	0.059	0.043
Sul	0.015	0.076	0.161	0.664	0.053	0.033	0.013	0.067	0.141	0.679	0.060	0.039
Brasil	0.016	0.081	0.169	0.660	0.045	0.029	0.015	0.075	0.155	0.663	0.054	0.038

Fonte: BRASIL, 2010; IBGE, 2018.

Tabela 10 - Composição Etária Feminina por região geográfica, população exposta ao risco e total municipal

Região	Expostas ao Risco						Total					
	<1	1 a 5 anos	6 a 14 anos	15 a 59 anos	60 a 69 anos	70 anos ou mais	<1 ano	1 a 5 anos	6 a 14 anos	15 a 59 anos	60 a 69 anos	70 anos ou mais
Centro-oeste	0.018	0.081	0.150	0.662	0.051	0.037	0.015	0.074	0.143	0.673	0.054	0.041
Nordeste	0.014	0.070	0.148	0.674	0.052	0.042	0.014	0.073	0.149	0.660	0.055	0.048
Norte	0.020	0.107	0.206	0.604	0.033	0.028	0.019	0.095	0.184	0.632	0.039	0.031
Sudeste	0.014	0.073	0.154	0.662	0.053	0.044	0.012	0.061	0.129	0.665	0.069	0.064
Sul	0.014	0.070	0.150	0.657	0.061	0.048	0.012	0.061	0.128	0.671	0.068	0.059
Brasil	0.014	0.073	0.154	0.663	0.053	0.043	0.013	0.067	0.139	0.661	0.063	0.056

Fonte: BRASIL, 2010; IBGE, 2018.

8. APÊNDICE B – Resultados para a RMBH

Tabela 11- RMBH, Pessoas expostas e totais de atingidos, por triênio

Município	Pessoas Expostas BATER	Atingidos Atlas Digital de Desastres			
		Triênio 1 (2013-15)	Triênio 2 (2016-18)	Triênio 3 (2019 - 21)	Total (2013 – 21)
Balhim (MG)	-			35	35
Belo Horizonte (MG)	389.218	0	2183	203	2.386
Betim (MG)	9.876			554	554
Brumadinho (MG)	277		13	96	109
Caeté (MG)	1.553		321	205	526
Capim Branco (MG)	-				
Confins (MG)	-				
Contagem (MG)	13.029			4.373	4.373
Esmeraldas (MG)	-			363	363
Florestal (MG)	-				
Ibirité (MG)	4.8845			1.849	1.849
Igarapé (MG)	-				
Itaguara (MG)	-			3	3
Itatiaiuçu (MG)	-				
Jaboticatubas (MG)	-		6	127	133
Juatuba (MG)	-		50	95	145
Lagoa Santa (MG)	-			59	59
Mário Campos (MG)	-			68	68
Mateus Leme (MG)	-	16		158	174
Matozinhos (MG)	-			132	132
Nova Lima (MG)	38.789			2.230	2.230
Nova União (MG)	-			58	58
Pedro Leopoldo (MG)	501		2524		2.524
Raposos (MG)	5.780			7.700	7.700
Ribeirão das Neves (MG)	17.9314		412	383	795
Rio Acima (MG)	1.937			305	305
Rio Manso (MG)	-			4	4
Sabará (MG)	30.014	135	599	2.285	3.019
Santa Luzia (MG)	28.499			847	847
São Joaquim de Bicas (MG)	-				
São José da Lapa (MG)	-			9	9
Sarzedo (MG)	-	12		435	447
Taquaraçu de Minas (MG)	-			0	0
Vespasiano (MG)	22517	21	402	289	712
Total Geral	770.149	184	6510	22.865	29.559

Fonte: BRASIL, 2023; IBGE, 2018.

Tabela 12 - Composição Etária Masculina na RMBH, população exposta ao risco e total municipal

Município	Expostas ao Risco						Total Municípios					
	<1	1 a 5 anos	6 a 14 anos	15 a 59 anos	60 a 69 anos	70 anos ou mais	<1	1 a 5 anos	6 a 14 anos	15 a 59 anos	60 a 69 anos	70 anos ou mais
Belo Horizonte (MG)	0.016	0.082	0.175	0.662	0.039	0.025	0.012	0.061	0.131	0.689	0.062	0.045
Betim (MG)	0.018	0.087	0.187	0.644	0.041	0.023	0.016	0.077	0.163	0.680	0.040	0.024
Brumadinho (MG)	0.008	0.084	0.176	0.687	0.038	0.008	0.013	0.065	0.145	0.667	0.067	0.044
Caeté (MG)	0.015	0.061	0.158	0.638	0.079	0.049	0.013	0.070	0.150	0.653	0.066	0.048
Contagem (MG)	0.015	0.084	0.174	0.667	0.040	0.019	0.013	0.068	0.142	0.695	0.052	0.030
Ibirité (MG)	0.018	0.085	0.189	0.660	0.032	0.016	0.016	0.078	0.175	0.671	0.038	0.021
Nova Lima (MG)	0.013	0.063	0.129	0.698	0.059	0.038	0.014	0.063	0.133	0.697	0.059	0.034
Pedro Leopoldo (MG)	0.008	0.085	0.217	0.636	0.031	0.023	0.012	0.065	0.150	0.673	0.060	0.041
Raposos (MG)	0.013	0.073	0.161	0.672	0.055	0.027	0.013	0.069	0.148	0.685	0.057	0.028
Ribeirão das Neves (MG)	0.016	0.081	0.175	0.663	0.043	0.022	0.016	0.079	0.169	0.673	0.042	0.022
Rio Acima (MG)	0.017	0.078	0.165	0.667	0.046	0.028	0.015	0.064	0.150	0.680	0.054	0.036
Sabará (MG)	0.015	0.077	0.180	0.665	0.041	0.022	0.015	0.073	0.162	0.669	0.050	0.032
Santa Luzia (MG)	0.015	0.091	0.197	0.643	0.035	0.019	0.014	0.078	0.169	0.666	0.047	0.027
Vespasiano (MG)	0.017	0.083	0.196	0.653	0.034	0.017	0.016	0.079	0.176	0.664	0.041	0.023
Total Geral	0.016	0.081	0.175	0.663	0.041	0.024	0.013	0.067	0.144	0.684	0.055	0.037

Fonte: IBGE, 2010; IBGE, 2018.

Tabela 13 - Composição Etária Feminina na RMBH, população exposta ao risco e total municipal

Município	Expostas ao Risco						Total Municípios					
	<1	1 a 5 anos	6 a 14 anos	15 a 59 anos	60 a 69 anos	70 anos ou mais	<1 ano	1 a 5 anos	6 a 14 anos	15 a 59 anos	60 a 69 anos	70 anos ou mais
Belo Horizonte (MG)	0.014	0.073	0.157	0.663	0.052	0.041	0.010	0.052	0.113	0.681	0.074	0.069
Betim (MG)	0.019	0.079	0.174	0.652	0.043	0.032	0.015	0.072	0.155	0.681	0.043	0.033
Brumadinho (MG)	0.007	0.082	0.158	0.692	0.034	0.027	0.012	0.066	0.141	0.661	0.063	0.057
Caeté (MG)	0.014	0.056	0.149	0.628	0.083	0.070	0.011	0.061	0.139	0.650	0.072	0.067
Contagem (MG)	0.014	0.073	0.175	0.658	0.050	0.030	0.012	0.062	0.132	0.692	0.059	0.043
Ibirité (MG)	0.016	0.086	0.181	0.658	0.036	0.023	0.016	0.075	0.165	0.670	0.044	0.030
Nova Lima (MG)	0.011	0.058	0.117	0.682	0.071	0.061	0.013	0.062	0.124	0.682	0.066	0.053
Pedro Leopoldo (MG)	0.000	0.103	0.214	0.621	0.041	0.021	0.012	0.060	0.136	0.671	0.063	0.058
Raposos (MG)	0.013	0.070	0.134	0.664	0.064	0.054	0.012	0.063	0.136	0.673	0.064	0.052
Ribeirão das Neves (MG)	0.015	0.076	0.162	0.670	0.046	0.031	0.015	0.075	0.164	0.668	0.046	0.032
Rio Acima (MG)	0.012	0.061	0.140	0.666	0.073	0.048	0.012	0.061	0.151	0.660	0.066	0.050
Sabará (MG)	0.014	0.079	0.172	0.652	0.048	0.034	0.013	0.067	0.150	0.663	0.058	0.050
Santa Luzia (MG)	0.015	0.077	0.179	0.657	0.045	0.028	0.013	0.070	0.154	0.669	0.055	0.039
Vespasiano (MG)	0.016	0.078	0.176	0.667	0.037	0.027	0.014	0.071	0.160	0.672	0.047	0.034
Total Geral	0.014	0.074	0.160	0.664	0.050	0.037	0.012	0.060	0.129	0.679	0.064	0.056

Fonte: IBGE, 2010; IBGE, 2018.

Quadro 8 – Faixas de rendimentos para os domicílios da RMBH – População Exposta ao Risco

Município	Sem rendimentos	1/4 de salário mínimo	1/4 a 1/2 salário mínimo	1/2 a 1 salário mínimo	1 a 2 salários mínimos	Acima de 2 Salários
Belo Horizonte (MG)	0.03	0.07	0.22	0.40	0.22	0.07
Betim (MG)	0.05	0.10	0.23	0.37	0.21	0.04
Brumadinho (MG)	0.05	0.04	0.12	0.45	0.25	0.09
Caeté (MG)	0.01	0.06	0.13	0.40	0.29	0.10
Contagem (MG)	0.04	0.09	0.22	0.37	0.22	0.05
Ibirité (MG)	0.05	0.09	0.25	0.40	0.19	0.03
Nova Lima (MG)	0.03	0.03	0.13	0.34	0.30	0.16
Pedro Leopoldo (MG)	0.01	0.13	0.34	0.37	0.14	0.01
Raposos (MG)	0.02	0.07	0.22	0.40	0.23	0.06
Ribeirão das Neves (MG)	0.04	0.07	0.23	0.39	0.22	0.05
Rio Acima (MG)	0.01	0.06	0.22	0.38	0.27	0.07
Sabará (MG)	0.04	0.09	0.23	0.37	0.22	0.06
Santa Luzia (MG)	0.04	0.10	0.27	0.37	0.18	0.05
Vespasiano (MG)	0.04	0.09	0.25	0.39	0.19	0.04
Total	0.03	0.07	0.22	0.39	0.22	0.06

Fonte: IBGE, 2018.

Quadro 9 – Faixas de Rendimentos para os domicílios da RMBH – População Total Municipal

Município	Sem rendimentos	1/4 de salário mínimo	1/4 a 1/2 salário mínimo	1/2 a 1 salário mínimo	1 a 2 salários mínimos	Acima de 2 Salários
Belo Horizonte (MG)	0.03	0.03	0.10	0.25	0.25	0.35
Betim (MG)	0.03	0.06	0.18	0.35	0.27	0.13
Brumadinho (MG)	0.04	0.05	0.16	0.34	0.23	0.18
Caeté (MG)	0.02	0.07	0.19	0.35	0.24	0.12
Contagem (MG)	0.03	0.04	0.13	0.31	0.31	0.19
Ibirité (MG)	0.04	0.06	0.21	0.39	0.24	0.06
Nova Lima (MG)	0.03	0.03	0.11	0.29	0.26	0.27
Pedro Leopoldo (MG)	0.02	0.05	0.16	0.35	0.27	0.16
Raposos (MG)	0.02	0.06	0.20	0.39	0.25	0.08
Ribeirão das Neves (MG)	0.04	0.07	0.22	0.39	0.23	0.06
Rio Acima (MG)	0.01	0.07	0.19	0.40	0.23	0.10
Sabará (MG)	0.04	0.06	0.18	0.35	0.25	0.12
Santa Luzia (MG)	0.03	0.06	0.19	0.37	0.25	0.09
Vespasiano (MG)	0.04	0.06	0.21	0.37	0.23	0.09
Total	0.03	0.04	0.13	0.29	0.26	0.25

Fonte: IBGE, 2010.

Tabela 14 – Condições de Saneamento e Meio Ambiente para os domicílios da RMBH

Município	Com energia elétrica		Com lixo coletado		Água por rede geral		Tinham banheiro ou sanitário		Esgotamento Adequado	
	Total	Expostos	Total	Expostos	Total	Expostos	Total	Expostos	Total	Expostos
Belo Horizonte (MG)	1.00	0.99	0.99	0.98	0.62	1.00	1.00	1.00	0.96	0.90
Betim (MG)	0.99	0.99	0.98	0.92	0.87	0.99	1.00	1.00	0.86	0.67
Brumadinho (MG)	1.00	1.00	0.96	1.00	0.70	1.00	1.00	1.00	0.65	0.95
Caeté (MG)	0.99	1.00	0.88	0.91	0.88	1.00	1.00	1.00	0.83	0.92
Contagem (MG)	1.00	0.99	0.99	0.98	0.78	0.99	1.00	1.00	0.92	0.78
Ibirité (MG)	1.00	0.97	0.98	0.96	0.91	0.98	1.00	1.00	0.84	0.79
Nova Lima (MG)	1.00	0.99	0.99	1.00	0.85	0.99	1.00	1.00	0.94	0.98
Pedro Leopoldo (MG)	1.00	0.93	0.96	0.60	0.88	0.96	1.00	1.00	0.67	0.64
Raposos (MG)	1.00	1.00	0.98	0.99	0.96	0.99	1.00	1.00	0.85	0.87
Ribeirão das Neves (MG)	1.00	0.99	0.97	0.97	0.91	0.97	1.00	1.00	0.75	0.76
Rio Acima (MG)	1.00	1.00	0.97	0.99	0.93	0.98	1.00	1.00	0.83	0.97
Sabará (MG)	1.00	0.98	0.95	0.93	0.89	0.98	1.00	1.00	0.88	0.85
Santa Luzia (MG)	1.00	0.95	0.97	0.95	0.86	0.99	1.00	1.00	0.85	0.74
Vespasiano (MG)	1.00	0.95	0.96	0.93	0.92	0.99	1.00	1.00	0.91	0.92
Total	1.00	0.98	0.99	0.97	0.73	0.99	1.00	1.00	0.92	0.85

Fonte: IBGE, 2010; 2018