UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL

JULIANA CAROLINO REIS

VULNERABILIDADE SOCIAL E RISCOS GEO-HIDROLÓGICOS: O CASO DAS PERIFERIAS DE PORTO ALEGRE

PORTO ALEGRE
2026

JULIANA CAROLINO REIS

VULNERABILIDADE SOCIAL E RISCOS GEO-HIDROLÓGICOS: O CASO DAS PERIFERIAS DE PORTO ALEGRE

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural – PGDR, da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Rural.

Orientadora: Profa. Dra. Daniela Garcez Wives

PORTO ALEGRE

2026

CIP - Catalogação na Publicação

Reis, Juliana Carolino
Vulnerabilidade social e riscos geo-hidrológicos: o caso das periferias de Porto Alegre / Juliana Carolino Reis. -- 2026.
83 f.
Orientadora: Daniela Garces Wives.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural, Porto Alegre, BR-RS, 2026.

1. Áreas de riscos. 2. Índice de Vulnerabilide Social. 3. Favelas e comunidades urbanas. I. Wives, Daniela Garces, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

JULIANA CAROLINO REIS

VULNERABILIDADE SOCIAL E RISCOS GEO-HIDROLÓGICOS: O CASO DAS PERIFERIAS DE PORTO ALEGRE

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural - PGDR, da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Rural.

Aprovada em: Porto Alegre, 29 de abril de 2026

_____

Profa. Dra. Daniela Garcez Wives

Orientadora

UFRGS

_____

Profa. Dra. Camila Traesel Schreiner

UFRGS

_____

Prof. Dr. Guilherme Garcia de Oliveira

UFRGS

_____

Profa. Dra. Marlise Amália Reinehr Dal Forno

UFRGS

Para os meus e as minhas que me deram asas e me ensinaram a sonhar.

AGRADECIMENTOS

Quando entrei no mestrado, disseram que seria um dos momentos mais solitários da vida de uma pesquisadora. Spoiler: não foi. Esses dois anos me ensinaram, com delicadeza e insistência, que ninguém atravessa nada sozinho. Somos feitos - e sustentados - por todos os amores que nos cercam.

Dizem que a melhor parte da vida é chegar onde sempre quis. Ainda não sei se é. Sigo tateando caminhos, inventando destinos. Mas esse sonho de ser mestra, que minha orientadora Daniela plantou em mim como quem semeia, tem sido uma travessia bonita - dessas que transformam mais pelo caminho do que pela chegada.

Não poderia deixar de agradecer ao Guilherme, que me incentivou e despertou em mim o desejo de ser pesquisadora. Aos meus amigos de laboratório, que me obrigada pelos cafés compartilhados, pelas conversas que sustentam os dias e pelos incentivos que, tantas vezes, foram o que me manteve de pé. Josi, Mia, Tassia e Ananda, obrigada por fazerem do cotidiano um lugar mais leve.

À minha família CEUPANA, que por tantos anos foi sinônimo de lar: vocês me ensinaram que morar é mais do que ocupar um espaço. Desse lugar, levo comigo algumas das mais profundas referências de afeto e cuidado.

Mari, obrigada por ser você. Jean, Giorgio, Maycon e Dion, obrigada pela irmandade. Carima e Gabriel, vocês me fizeram mais forte. Lara e Aline, obrigada por me conhecerem e escolherem ficar.

Cassia, Luiza, Alice e Ivá, vocês são casa em qualquer geografia.

Ao meu Programa de Pós-Graduação, minha gratidão pelo incentivo e pelas oportunidades. Em especial, à Macarena e ao Guilherme, que, em meio aos dias, foram abrigo e respiro.

Aos amigos de mestrado - Lucas, Keilon, Breno e Laura, obrigada por dividirem as angústias, os prazos e também os pequenos alívios. Alice, Bruna, Carol e Tuane, obrigada por sonharem comigo, por segurarem minha mão quando o caminho pesou e por não me deixarem desistir de mim.

E àqueles que atravessam a minha vida de maneiras que nem sempre cabem em palavras Nicole, Robson, Larissa, Jair, Bianca, Carol, Patrique, Mariana, Yasmin e Bia, obrigada por existirem, por permanecerem e por me permitirem existir com vocês.

Nenhuma análise sobre risco é completa sem considerar quem mais tem a perder. Onde há risco, há desigualdade, e é por aí que a análise deve começar. A justiça territorial exige, antes de tudo, o reconhecimento dos que vivem à margem.

RESUMO

Esta pesquisa investigou a relação entre vulnerabilidade social e riscos geo-hidrológicos nas periferias urbanas do município de Porto Alegre, fundamentando-se na compreensão de que os desastres não são eventos puramente naturais, mas resultam da interação entre processos físicos e desigualdades sociais historicamente produzidas. O estudo analisou como a urbanização desigual e a precariedade das condições de vida amplificam a exposição de populações periféricas a inundações, enxurradas e movimentos de massa. O objetivo geral consistiu em compreender de que modo os riscos geo-hidrológicos se articulam com a vulnerabilidade social e a justiça ambiental no contexto urbano da capital gaúcha. Os referenciais teóricos fundamentam-se nos campos da geografia crítica, dos estudos sobre risco e desastres e da justiça ambiental, particularmente nas noções de produção social do risco e vulnerabilidade estrutural. A metodologia adotou abordagem quantitativa, combinando dados do Serviço Geológico do Brasil (2022), do Plano Municipal de Redução de Riscos (2026) e do Censo Demográfico (2022), tratados em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica. Os resultados demonstraram que dos 333 setores de risco geo-hidrológico identificados, 266 (80%) estão diretamente associados a vilas e comunidades urbanas. Os 317 setores censitários em área de risco apresentaram Índice de Vulnerabilidade Social médio de 0,293, valor 19% superior à média dos demais setores do município (0,246), com infraestrutura urbana 378% mais precária, taxa de analfabetismo 190% acima e 75,2% dos setores com três ou mais dimensões de vulnerabilidade simultaneamente acima da média municipal. Os achados evidenciam que a distribuição dos riscos geo-hidrológicos em Porto Alegre configura uma situação de injustiça ambiental estrutural, na qual as desigualdades socioespaciais precedem e condicionam a exposição ao risco.

Palavras-chave: Exposição a desastres. Análise espacial. Justiça socioambiental. Desigualdade socioespacial. Índice de Vulnerabilidade Social (IVS).

ABSTRACT

This research investigated the relationship between social vulnerability and geo-hydrological risks in the urban peripheries of Porto Alegre. Based on the understanding that disasters are not purely natural events but result from the interaction between physical processes and historically produced social inequalities, the study analyzed how unequal urbanization and precarious living conditions amplify the exposure of peripheral populations to floods, flash floods, and landslides. The general objective consisted in understanding how geo-hydrological risks are articulated with social vulnerability and environmental justice in the urban context of Porto Alegre. The theoretical framework draws on critical geography, disaster and risk studies, and environmental justice, particularly the notions of social production of risk and structural vulnerability. The methodology adopted a quantitative approach, combining data from the Geological Survey of Brazil (2022), the Municipal Risk Reduction Plan (2026) and the Population Census (2022), processed in a Geographic Information System environment. Results showed that of the 333 geo-hydrological risk sectors identified, 266 (80%) are directly associated with informal settlements. The 317 census tracts intersecting risk areas presented a mean Social Vulnerability Index of 0.293, 19% higher than the remaining municipal sectors (0.246), with urban infrastructure 378% more precarious, an illiteracy rate 190% above average, and 75.2% of sectors with three or more vulnerability dimensions simultaneously above the municipal mean. The findings demonstrate that the distribution of geo-hydrological risks in Porto Alegre constitutes a situation of structural environmental injustice, in which socio-spatial inequalities precede and condition exposure to risk.

Keywords: Disaster exposure; Geospatial analysis; Environmental justice; Sociospatial inequality; Social Vulnerability Index (SVI)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Perfil esquemático do processo de enchente e inundação 22
Figura 2 - Enxurrada 24
Figura 3 - Município de Porto Alegre e as áreas de risco 41
Figura 4 - Mapa de altitudes e distribuição dos setores de risco geo-hidrológico em Porto Alegre 53
Figura 5 - Sobreposição entre setores de risco geo-hidrológico (R3 e R4) e áreas de favelas e comunidades urbanas no município de Porto Alegre 55
Figura 6 - Índice de Vulnerabilidade Social no município de Porto Alegre 57
Figura 7 - Mapa do IVS dos setores censitários que intersectam com os setores de risco 58
Figura 8 - Mapa das três dimensões do IVS nos setores em área de risco 60
Figura 9 - Vulnerabilidade social, setores de risco geo-hidrológico e favelas/comunidades urbanas em Porto Alegre 63
Figura 10 - Distribuição do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) 66
Figura 11 - Comparação dos indicadores de vulnerabilidade social entre setores censitários . 67
Figura 12 - Proporção de setores censitários com múltiplas dimensões do IVS simultaneamente acima da média municipal: setores em área de risco geo-hidrológico versus demais setores de Porto Alegre, 2022 68
Figura 13 - Comparação por componente do IVS (médias): setores censitários em área de risco geo-hidrológico versus demais setores do município de Porto Alegre, 2022 69
Figura 14 - Indicadores de concentração extrema: setores censitários em área de risco geo-hidrológico versus demais setores do município de Porto Alegre, 2022 70
Figura 15 - Registros fotográficos de alguns territórios: condições urbanas nas áreas de maior sobreposição entre vulnerabilidade social e risco geo-hidrológico, Porto Alegre 71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos desastres naturais segundo o COBRADE 21
Quadro 2 - Relação entre Indicadores Ambientais e Fatores de Vulnerabilidade Social em Porto Alegre 29
Quadro 3 - Descrição dos indicadores e variáveis do IPEA 33
Quadro 4 - Metodologia do IPEA indicadores e variáveis 45
Quadro 5 - Variáveis utilizadas 47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IVS	Índice de Vulnerabilidade Social
ONU	Organização das Nações Unidas
MRR	Plano Municipal de Redução de Riscos
SGB	Serviço Geológico do Brasil
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
UNDRR	United Nations Office for Disaster Risk Reduction
UNISDR	United Nations International Strategy for Disaster Reduction
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

2 REFERENCIAL TEÓRICO 16

2.1 A PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO E A URBANIZAÇÃO DESIGUAL 16

2.2 ÁREAS DE RISCOS E DESASTRES: UMA ABORDAGEM AMBIENTAL 19

2.2.1 Classificação de desastres 21

2.2.2 Riscos e desastre: abordagens conceituais 26

2.2.3 Áreas de risco e vulnerabilidade "socio"ambiental 27

2.3 VULNERABILIDADE FRENTE AOS RISCOS: CONCEITOS E DIMENSÕES 29

2.4 O ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL: ORIGEM, CONCEPÇÃO E PERTINÊNCIA TEÓRICA 31

2.5 URBANIZAÇÃO PERIFÉRICA, JUSTIÇA AMBIENTAL E DESIGUALDADE SOCIOESPACIAL 35

3 METODOLOGIA 39

3.1 NATUREZA DA PESQUISA 39

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 39

3.3 FERRAMENTAS DE COLETA DE DADOS 44

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 51

4.1 DISTRIBUIÇÃO DOS RISCOS GEO-HIDROLÓGICOS 51

4.2 DISTRIBUIÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIAL 56

4.3 SOBREPOSIÇÃO ENTRE VULNERABILIDADE SOCIAL E RISCOS GEO-HIDROLÓGICOS 65

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 75

REFERÊNCIAS 77

1 INTRODUÇÃO

O percurso até aqui foi longo, entre tantas dúvidas e angústias para me (re)encontrar na pesquisa, principalmente e especificamente nesta pesquisa.

Sou de Belém, Pará, Amazônia. Vir para outro estado foi uma escolha dolorida, mas necessária. Fiz desse lugar duro e novo o meu lar, não pelas casas construídas pelas quais passei, mas pelos corações que me acolheram. Sou feita de pessoas, de amores e de abraços que me sustentaram. Pesquisar sobre Porto Alegre foi uma batalha interna todos os dias. Estaria eu abandonando quem sou ao pesquisar sobre o Sul e não sobre o lugar em que cresci?

Chego a este campo de pesquisa, oficialmente, em 15 de março de 2024, como bolsista do Plano Municipal de Redução de Riscos de Porto Alegre. Entrei no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural para pesquisar sobre o cacau amazônico e, naquele momento, o projeto era apenas uma forma de garantir o sustento. Eu, de Belém, jamais imaginaria pesquisar algo que não fosse Amazônia. E por meses essas dúvidas me acompanharam, até que houve o grande desastre de maio de 2024. A água chegou à minha casa. Eu tinha para onde ir, mas grande parte dos atingidos não tinha. Foram para abrigos. Com meu privilégio de ter um lugar seco, fui aos abrigos como voluntária. A grande maioria ali eram pessoas de baixa renda, que não faziam a mínima ideia de como iriam recuperar suas coisas ou se teriam uma casa para voltar. As crianças perguntavam pelos primos, pelos professores e pelas bonecas que não tiveram tempo de pegar quando a água invadiu suas casas. Uma guerra.

7 de junho. Quase 40 dias após a água começar a baixar em alguns lugares, os abrigos estavam sendo esvaziados. Será? Melhorou para quem? Para o centro da cidade? Tiraram os escombros. De onde? Do centro. A periferia seguia assim: abandonada.

Ninguém olha para quem não está no centro.

15 de junho. Eu seguia sendo voluntária, mas agora era a fase de ir para a rua ajudar quem precisava reconstruir. Meu grupo ajudava com marmitas e doações para os mais atingidos. Debaixo de um viaduto, no bairro Humaitá, uma moça, com cerca de 19 anos, mãe de quatro filhos, Luana era o nome dela, me perguntou como fazia para acessar o auxílio que todos diziam que ela tinha direito. Expliquei que era só baixar o aplicativo. Ela me olhou e disse: “O celular a água levou. Ou era o celular, ou as crianças.” Engoli o choro. Falei do CRAS - Centro de Referência de Assistência Social. Ela respondeu que não sabia onde ficava o daquele bairro. Estava na casa de familiares. Procurei no Google e disse o endereço, e falei que poderia pegar um ônibus, ficava a uma certa distância dali. Mas ela também não tinha dinheiro. Perdeu o celular, o lar, o dinheiro e tantas outras coisas indizíveis naquele momento. E essa era a

realidade de muitos. Eu já sabia de pessoas que tinham acessado o auxílio do governo para reconstrução: pessoas que ainda tinham celular, uma casa para limpar ou até mesmo aquelas que nem haviam sido afetadas diretamente.

Ali revisitei meu eu. Cresci fazendo a dança da chuva. Para meu povo, chuva é bênção. Para aquela família, e para muitos, é desastre, é medo, é alerta.

Essa pesquisa, para mim, vai além de preencher mais uma lacuna ou acumular um título. É uma luta de, com e para todas as pessoas que, neste um ano, me mostraram tanta força em continuar.

A vulnerabilidade aos riscos ambientais não é uniforme, sendo determinada por uma complexa articulação entre fatores socioeconômicos, físicos-territoriais e institucionais, os quais variam entre populações e territórios. Nesse cenário de crescente exposição global a eventos extremos, as áreas urbanas configuram-se como epicentros de crise, onde a produção desigual do espaço urbano acentua a exposição de comunidades periféricas a múltiplas formas de risco. Estima-se que cerca de um bilhão de pessoas habitam assentamentos informais em todo o mundo (ONU-Habitat, 2022), muitas das quais localizadas em territórios com alta suscetibilidade a inundações, movimentos de massa e outros eventos geo-hidrológicos. Nessas áreas, a precariedade da infraestrutura urbana, como a ausência de sistemas de drenagem, saneamento básico e moradias seguras, amplifica os efeitos dos desastres e compromete a capacidade de recuperação das populações (Collins *et al*. 2013).

Esse padrão é reforçado por uma lógica global de desigualdade: países em desenvolvimento são até doze vezes mais propensos a serem impactados por desastres do que países desenvolvidos (Brown *et al.* 2018; UNDRR, 2019), em virtude de sua maior vulnerabilidade estrutural. Assim, a injustiça ambiental manifesta-se tanto entre países quanto dentro das cidades, atingindo com mais intensidade os grupos sociais historicamente marginalizados.

No contexto brasileiro, segundo o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID, 2024), entre 1991 e 2023 foram registrados mais de 64 mil desastres climáticos em municípios do país, com aumento de 2,5 vezes nas ocorrências a partir de 2020, o que corresponde a um crescimento médio de cem registros adicionais por ano. A maioria desses eventos concentra-se nas categorias de desastres hidrológicos, como inundações, enxurradas e alagamentos, que representam cerca de 40% do total. No mesmo período, mais de 219 milhões de pessoas foram afetadas direta ou indiretamente, sendo que, apenas nos últimos quatro anos (2020–2023), quase 78 milhões de brasileiros sofreram os impactos desses desastres. Esse aumento expressivo, aliado à redução de investimentos em ações de prevenção e adaptação, aponta para o agravamento das vulnerabilidades sociais, afetando de forma mais intensa as

populações urbanas periféricas. Além disso, os prejuízos econômicos cresceram significativamente: entre 2020 e 2023, os desastres geraram perdas estimadas em R$188,7 bilhões, valor que corresponde a mais de 80% do total acumulado desde 1995. Tais dados reforçam a urgência de reestruturar as políticas públicas de gestão de riscos, com ênfase em estratégias integradas de mitigação, adaptação e justiça ambiental.

Os riscos ambientais, portanto, não podem ser analisados isoladamente de seu contexto social: desastres não são eventos puramente naturais, mas resultam da articulação entre perigos físicos e condições sociais desiguais. No Brasil, segundo o IBGE (2010), mais de 8 milhões de pessoas vivem em áreas de risco de inundações, enxurradas e movimentos de massa, distribuídas em 872 municípios. Entre essa população, cerca de 18% são crianças menores de cinco anos e idosos, grupos particularmente sensíveis aos efeitos dos desastres.

Hasenack *et al.* (2008) evidenciam que parcela expressiva da área urbana da capital do Rio Grande do Sul é ocupada irregularmente, contribuindo para a ampliação da exposição a desastres. A ausência de planejamento urbano resultou no adensamento populacional em áreas inadequadas, frequentemente situadas em zonas de risco elevado (Tasantab *et al.* 2020; Rana *et al*. 2020). Em 2022, estudo do Serviço Geológico do Brasil (SGB) identificou, em Porto Alegre, 35.620 moradores em áreas de risco geo-hidrológico; em 2025, segundo o Plano Municipal de Redução de Riscos de Porto Alegre (PMRR), esse número saltou para 84,4 mil pessoas. Embora levantamentos como os do SGB (2022) indiquem a existência de extensas áreas de risco, ainda não está claramente estabelecido como esses riscos se distribuem e em que medida coincidem com os setores de maior vulnerabilidade social. A ausência dessa análise integrada limita a compreensão das conexões entre exposição a perigos, processos históricos de periferização e desigualdade socioespacial, dificultando a formulação de políticas preventivas territorialmente equitativas e socialmente justas.

Diante desse contexto, o problema que orienta esta pesquisa pode ser formulado nos seguintes termos: de que modo a distribuição espacial dos riscos geo-hidrológicos em Porto Alegre se articula com as desigualdades socioespaciais e os padrões de vulnerabilidade social?

Buscando responder a essa questão, o objetivo geral deste estudo é analisar a relação entre a distribuição dos riscos geo-hidrológicos e as condições de vulnerabilidade social no município de Porto Alegre, investigando como as desigualdades socioespaciais estruturam a exposição da população a esses riscos.

Assim, para entender a relação entre os riscos geo-hidrológicos, as vulnerabilidades, serão necessários os seguintes objetivos específicos: Mapear e caracterizar a distribuição espacial dos riscos geo-hidrológicos em Porto Alegre, com ênfase nas periferias, identificando

padrões de exposição territorial; Identificar e analisar o perfil socioeconômico e as condições de vida das populações residentes em áreas de risco, a partir do Índice de Vulnerabilidade Social; Avaliar a sobreposição espacial e a correlação entre as áreas de risco geo-hidrológico e a vulnerabilidade social, demonstrando como as desigualdades socioespaciais estruturam a distribuição dos riscos.

Para alcançar os objetivos propostos, esta dissertação está estruturada em três capítulos principais, além desta introdução e das considerações finais. O primeiro capítulo apresenta o referencial teórico que fundamenta a pesquisa, discutindo os conceitos de produção do espaço urbano e urbanização desigual, riscos e desastres socioambientais, vulnerabilidade social e justiça ambiental, com ênfase particular na concepção do Índice de Vulnerabilidade Social como instrumento analítico. O segundo capítulo descreve os procedimentos metodológicos adotados, detalhando as bases de dados utilizadas, a operacionalização do IVS adaptado ao Censo Demográfico de 2022, as técnicas de análise espacial aplicadas e a caracterização da área de estudo. O terceiro capítulo apresenta a análise e discussão dos resultados, organizada em três seções: a distribuição espacial dos riscos geo-hidrológicos no município, com ênfase nos padrões territoriais e na relação com os processos históricos de periferização; o perfil de vulnerabilidade social das populações residentes em áreas de risco, a partir do IVS desagregado em suas três dimensões; e a sobreposição entre vulnerabilidade e riscos geo-hidrológicos, com suas implicações para a promoção da justiça ambiental em Porto Alegre.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta os fundamentos teóricos que orientam a análise da relação entre vulnerabilidade social e riscos geo-hidrológicos em Porto Alegre. A discussão organiza-se a partir de três eixos principais: a produção desigual do espaço urbano, a construção social do risco e da vulnerabilidade e a justiça ambiental como chave interpretativa para compreender a distribuição seletiva da exposição e dos danos no território.

Parte-se da compreensão de que os desastres não podem ser explicados apenas pela ocorrência de eventos naturais ou pelas características físicas do relevo, da drenagem e da ocupação do solo. Embora esses condicionantes sejam relevantes, seus impactos dependem das condições sociais, econômicas, urbanísticas e institucionais que tornam determinados grupos mais expostos e menos capazes de prevenir, resistir e se recuperar dos eventos adversos.

Nesse sentido, o referencial teórico adotado permite compreender que a vulnerabilidade não é uma condição individual ou isolada, mas um fenômeno socialmente produzido e territorialmente concentrado. A articulação entre urbanização desigual, precariedade habitacional, ausência de infraestrutura e exposição a áreas suscetíveis a inundações, enxurradas e movimentos de massa constitui a base analítica para interpretar os riscos geo-hidrológicos como expressão das desigualdades socioespaciais.

2.1 A PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO E A URBANIZAÇÃO DESIGUAL

A compreensão da relação entre vulnerabilidade social e riscos geo-hidrológicos exige situar tais fenômenos no contexto dos processos históricos de produção desigual do espaço urbano. Parte-se do pressuposto de que a distribuição dos riscos não é resultado aleatório de condicionantes naturais, mas decorre de dinâmicas socioespaciais que estruturam o acesso desigual à terra urbanizada e aos bens coletivos. Nesse sentido, ao analisar o município de Porto Alegre, RS, a incidência de riscos geo-hidrológicos está intrinsecamente articulada à forma como o espaço urbano foi produzido, apropriado e regulado.

A urbanização brasileira insere-se em um processo marcado pela industrialização tardia e pela rápida intensificação do crescimento urbano ao longo do século XX, configurando um padrão estruturalmente desigual. Diferentemente de contextos em que a urbanização foi acompanhada pela universalização de políticas sociais, no Brasil consolidou-se um modelo excludente, no qual amplos contingentes populacionais foram incorporados à cidade de forma precária, conforme aponta Milton Santos (2009, p. 123). Esse processo resultou na coexistência

de áreas altamente valorizadas, plenamente atendidas por serviços urbanos, e extensos territórios marcados pela informalidade e pela carência de infraestrutura, estabelecendo as bases para a produção desigual das condições de vida no espaço urbano. Nesse sentido, Ermínia Maricato (2015, p. 34) destaca que “a urbanização brasileira recente aprofunda padrões históricos de desigualdade e exclusão territorial”.

Essa forma de urbanização está diretamente associada à produção de desigualdades socioespaciais, que condicionam a exposição diferenciada aos riscos ambientais. Segundo Maricato (2011), o planejamento urbano incide prioritariamente sobre a cidade formal, enquanto os territórios informais permanecem estruturalmente excluídos das políticas públicas. Essa seletividade se expressa na distribuição desigual de infraestrutura urbana, como sistemas de drenagem, saneamento básico e contenção de encostas, elementos fundamentais para a mitigação de riscos ambientais. A localização das populações de baixa renda em áreas periféricas e desvalorizadas não constitui um fenômeno acidental, mas um elemento estruturante da produção do espaço urbano, fundamental para compreender a concentração de riscos em determinados territórios (Villaça, 1998).

A compreensão da produção desigual do espaço urbano como determinante da exposição ao risco remete, em sua raiz teórica, à formulação de Henri Lefebvre (1968) sobre o direito à cidade. Para Lefebvre, a cidade não é apenas um arranjo físico de edificações e infraestrutura, mas um produto social, resultado de relações de poder, de interesses de classe e de formas históricas de apropriação do espaço. O direito à cidade, nessa perspectiva, não se resume ao direito de acesso ao espaço construído, mas ao direito de participar da produção desse espaço e de usufruir de seus benefícios coletivos. Quando populações de baixa renda são sistematicamente alocadas em territórios sem infraestrutura, em encostas e várzeas ambientalmente frágeis, está-se diante de uma negação concreta deste direito a qual, como esta pesquisa demonstra, se expressa empiricamente na sobreposição entre vulnerabilidade social e exposição a riscos geo-hidrológicos. A ausência de infraestrutura urbana adequada, sistemas de drenagem, saneamento básico, contenção de encostas, constitui um dos principais fatores que amplificam a vulnerabilidade das populações periféricas frente a eventos extremos. Conforme demonstram Wisner *et al.* (2004), as chamadas "condições inseguras" que tornam populações mais expostas ao risco decorrem precisamente da privação histórica de serviços e infraestruturas que o planejamento urbano concentrou nas áreas consolidadas e valorizadas da cidade. No contexto brasileiro, Maricato (2011, p. 22) demonstra que essa privação não é acidental, mas estrutural e historicamente constituída: "a cidade ilegal, que não é planejada, não recebe investimentos, não tem o mercado imobiliário formal e é excluída dos planos diretores" é, na

verdade, a regra, não a exceção, da urbanização brasileira. A autora evidencia que o planejamento urbano no Brasil sempre incidiu seletivamente sobre o fragmento formal e valorizado da cidade, ao mesmo tempo em que a maior parte da população, empurrada para as periferias pela especulação fundiária e pela ausência de políticas habitacionais universais, construiu a cidade à revelia do Estado, sobre encostas, margens de arroios e várzeas que o mercado imobiliário formal havia descartado. Porto Alegre não escapa a essa lógica: como demonstram os dados do Censo, IBGE (2022), mais de 175 mil pessoas habitam comunidades urbanas na capital gaúcha. É David Harvey (2008, p. 23) quem oferece a chave teórica para compreender por que essa configuração se reproduz e se aprofunda. Para Harvey, o direito à cidade é "muito mais do que a liberdade individual de ter acesso a recursos urbanos: é o direito de mudar a nós mesmos mudando a cidade." Trata-se, portanto, de um direito coletivo, não individual, o direito de as populações participarem das decisões que moldam o espaço em que vivem. A negação desse direito, que Harvey situa como estruturalmente vinculada à lógica de acumulação capitalista e à mercantilização do solo urbano, é precisamente o mecanismo que produz as periferias de risco: quando o espaço urbano é organizado pelo mercado e não pela necessidade social, as populações sem poder de compra são sistematicamente alocadas nos territórios que o capital não deseja, e esses territórios, nas cidades brasileiras, coincidem com os mais ambientalmente frágeis. A produção do risco geo-hidrológico é, nessa perspectiva, inseparável da produção capitalista do espaço urbano.

Harvey (2012, p. 74) aprofunda esse argumento ao demonstrar que os excedentes de capital produzidos pelo crescimento econômico precisam encontrar campo de absorção, e o ambiente construído das cidades constitui como um dos principais recebedores desse excedente. Esse processo de investimento seletivo no espaço urbano não apenas valoriza determinadas áreas, mas inevitavelmente desvaloriza e marginaliza outras. A centralidade do mercado de terras e da valorização imobiliária aprofunda esses processos de exclusão territorial. Raquel Rolnik (2015) evidencia que a financeirização da moradia intensifica a expulsão das populações de baixa renda das áreas mais valorizadas, direcionando-as para territórios caracterizados por maior vulnerabilidade ambiental, como encostas, várzeas e áreas de proteção permanente. Em diálogo com essa abordagem, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (2022, p. 145) destaca que “a urbanização desigual intensifica a exposição de populações vulneráveis a riscos ambientais e climáticos”. Paralelamente, a expansão urbana, sob essa lógica, contribui para a intensificação de processos físicos associados aos riscos geo-hidrológicos, como a impermeabilização do solo e a alteração dos regimes hidrológicos, evidenciando a indissociabilidade entre a produção do espaço e a produção do risco.

A atuação do Estado, longe de neutralizar essas desigualdades, tende a reproduzi-las por meio de ações seletivas e territorialmente desiguais, onde as políticas públicas urbanas frequentemente priorizam áreas já consolidadas, reforçando padrões de desigualdade socioespacial. Raquel Rolnik (2021, p. 87) apresenta que a ação estatal no espaço urbano frequentemente reproduz desigualdades ao privilegiar interesses do mercado imobiliário. Em síntese, a produção do espaço urbano configura-se como um mecanismo ativo de reprodução das desigualdades socioespaciais, estruturando padrões territoriais de vulnerabilidade. Essa seletividade estatal encontra em Maricato (2015) uma análise histórica precisa para o caso brasileiro. A autora demonstra que o processo de urbanização acelerada do século XX no Brasil foi deliberadamente conduzido sob uma lógica de tolerância seletiva à ilegalidade: o Estado fechava os olhos para as ocupações irregulares nas periferias quando lhe convinha, quando precisava de mão de obra barata próxima aos centros produtivos, mas se omitia sistematicamente de prover infraestrutura, regularização fundiária e serviços urbanos nesses mesmos territórios.

No caso de Porto Alegre, esses padrões condicionam diretamente a distribuição dos riscos geo-hidrológicos, evidenciando que tais riscos não podem ser compreendidos apenas a partir de suas dimensões naturais. Devem, portanto, ser analisados em articulação com as dinâmicas sociais, econômicas e institucionais que organizam o território. Essa compreensão fundamenta o objetivo geral desta pesquisa, ao possibilitar a análise da relação entre vulnerabilidade social e riscos ambientais em sua dimensão estrutural. Como sintetiza Acselrad (2009, p. 17), a vulnerabilidade socioambiental não resulta de características intrínsecas das populações, mas da sobreposição entre desigualdades sociais historicamente produzidas e a exposição a riscos ambientais concentrados nos territórios que essas populações foram forçadas a ocupar. É a partir dessa articulação que esta pesquisa sustenta seus objetivos específicos, buscando identificar e mensurar espacialmente como essa sobreposição se configura no município de Porto Alegre e quais são suas implicações para o debate do direito a cidade e justiça ambiental.

2.2 ÁREAS DE RISCOS E DESASTRES: UMA ABORDAGEM AMBIENTAL

A compreensão dos desastres e dos riscos demanda uma abordagem interdisciplinar que considere a complexa interação entre processos naturais, dinâmicas socioeconômicas e a produção do espaço urbano. Nessa perspectiva, os desastres deixam de ser entendidos como eventos exclusivamente naturais e passam a ser concebidos como fenômenos socialmente

construídos, resultantes da articulação entre ameaças físicas (*hazards*), níveis de vulnerabilidade social, condições de exposição e capacidades institucionais de resposta (Cutter, 1996; Lavell, 2000; Wisner *et al.* 2004). Tal entendimento tem sido reafirmado por estudos recentes, como aponta o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (2022, p. 29), ao destacar que os desastres decorrem da interação entre eventos extremos e contextos de vulnerabilidade, sendo, portanto, processos multidimensionais.

No campo conceitual, o desastre pode ser compreendido como a materialização de um risco que ocasiona impactos significativos sobre populações, territórios, infraestruturas e sistemas, ultrapassando a capacidade de resposta das comunidades atingidas. Nessa mesma direção, Cutter (1996) e Wisner *et al.* (2004) demonstram que o risco não está associado apenas à intensidade dos eventos naturais, mas às condições sociais que tornam determinados grupos mais vulneráveis aos seus impactos. Um mesmo evento físico, uma chuva de igual intensidade, produz consequências radicalmente distintas dependendo de onde ocorre e sobre quem recai: sobre uma encosta consolidada com infraestrutura de contenção, ou sobre uma encosta ocupada informalmente sem qualquer proteção. Essa assimetria não é acidental; ela é estruturalmente produzida pelo modelo de urbanização desigual que organiza o território.

As áreas de risco correspondem aos espaços geográficos onde há maior probabilidade de ocorrência de eventos adversos capazes de gerar danos humanos, materiais e ambientais. Tais áreas são frequentemente ocupadas por populações em situação de vulnerabilidade socioeconômica e caracterizam-se pela precariedade da infraestrutura urbana e pela fragilidade ambiental. Segundo o Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (2022, p. 83), a expansão urbana desordenada e a ocupação de áreas ambientalmente frágeis constituem fatores determinantes para a consolidação de territórios de risco, especialmente em países em desenvolvimento.

No contexto brasileiro, essa problemática manifesta-se de forma significativa na ocupação de encostas, margens de rios e áreas suscetíveis a inundações e deslizamentos, evidenciando a relação direta entre desigualdade socioespacial e exposição a riscos ambientais. Conforme aponta o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (2023, p. 21), a maioria das áreas de risco no Brasil está associada à ocupação irregular do solo urbano e à ausência de planejamento adequado.

Dessa forma, a análise dos desastres, dos riscos e das áreas de risco deve ser realizada de maneira integrada, considerando as dimensões sociais, econômicas, ambientais e institucionais que estruturam o território. Essa abordagem permite compreender a

vulnerabilidade socioambiental em sua complexidade, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes de prevenção, mitigação e gestão de desastres.

2.1.1 Classificação de desastres

No Brasil, a Classificação Brasileira de Desastres (COBRADE) organiza os desastres naturais e tecnológicos em categorias, conforme sua origem, estando alinhada ao sistema internacional *EM-DAT (International Disaster Database*). Essa categorização é utilizada pela Defesa Civil e por instituições técnicas para monitorar, classificar e intervir diante de ocorrências. O Quadro 1 apresenta as principais categorias desta classificação.

Quadro 1 - Classificação dos desastres naturais segundo o COBRADE

Grupo	Subgrupo
Geológico	Terremoto, emanação vulcânica, movimento de massa, erosão
Hidrológico	Inundações, enxurradas, alagamentos
Meteorológicos	Sistemas de grande escala/escala regional, tempestades, temperaturas extremas
Climatológicos	Seca
Biológico	Epidemia, infestações/pragas

Fonte: COBRADE (2012).

O grupo geológico abrange eventos relacionados à dinâmica da crosta terrestre, como destaque apresenta-se os movimentos de massa, que englobam deslizamentos, escorregamentos, quedas de blocos e corridas de detritos, com forte ocorrência em encostas urbanizadas e suscetíveis, bem como os processos erosivos, que podem comprometer tanto áreas rurais quanto urbanas, causando perdas de solo, instabilidade de taludes e danos à infraestrutura. Embora sejam processos naturais de modelagem do relevo, adquirem caráter desastroso quando associados à ocupação irregular de encostas por populações de baixa renda, frequentemente privadas de alternativas habitacionais seguras.

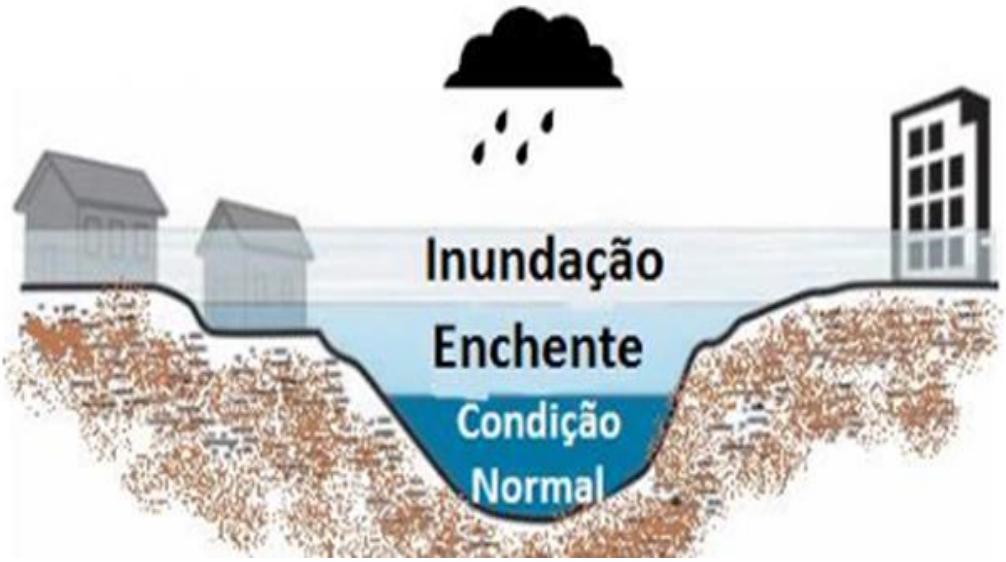
Estudos recentes indicam que a exposição diferenciada aos riscos está diretamente relacionada às desigualdades socioespaciais e aos padrões de uso e ocupação do solo (Marchezini, 2020, p. 58). Complementarmente, observa-se que a intensificação de eventos extremos tem ampliado a ocorrência de movimentos de massa em áreas urbanas vulneráveis (Souza; Zanella, 2021, p. 74).

Nesse contexto, os processos erosivos, especialmente aqueles associados à dinâmica fluvial, assumem papel relevante na configuração de áreas de risco. A erosão fluvial corresponde ao desgaste das margens de rios e canais pela ação da corrente, podendo comprometer a estabilidade do solo, destruir moradias e danificar infraestruturas urbanas, como estradas e pontes. No contexto urbano, a canalização de cursos d'água e a ocupação de várzeas potencializam esses processos, criando situações de risco contínuo para comunidades que residem próximas aos rios. Conforme apontam Carmo e Anazawa (2020, p. 112) a expansão urbana desordenada contribui significativamente para o aumento da degradação ambiental e da instabilidade do solo em áreas vulneráveis. No caso brasileiro, pesquisas indicam que a ausência de planejamento urbano adequado intensifica esses processos em áreas de ocupação irregular (CEMADEN, 2023, p. 21).

Em continuidade à análise dos processos naturais que contribuem para a configuração de áreas de risco, para CEMADEN, (2023) o grupo hidrológico, que contempla fenômenos diretamente relacionados à dinâmica hídrica superficial, ao qual encontramos: As inundações correspondem ao transbordamento gradual de cursos d'água sobre áreas adjacentes, estando geralmente associadas a várzeas e planícies de inundação, sendo caracterizadas por processos mais lentos e previsíveis; As enxurradas, por sua vez, caracterizam-se por escoamentos superficiais concentrados, de alta velocidade, desencadeados por chuvas intensas em curtos intervalos de tempo, apresentando maior potencial destrutivo devido à rapidez, e os alagamentos diferenciam-se dos dois anteriores por não dependerem do transbordamento de rios, mas do acúmulo temporário de água em áreas de baixa declividade, geralmente associado à deficiência dos sistemas de drenagem urbana.

Segundo Souza e Zanella (2021, p. 68) a intensificação desses eventos hídricos em áreas urbanas está diretamente associada às transformações no uso do solo e à insuficiência dos sistemas de drenagem, fatores que ampliam a vulnerabilidade das populações expostas. Por fim, embora distintos em sua origem e dinâmica, os processos geológicos e hidrológicos compartilham uma característica comum no contexto urbano: sua intensidade e seus impactos são diretamente condicionados pelas formas de ocupação do território. Nesse sentido, a literatura recente reforça que os desastres resultam da interação entre fatores naturais e sociais, sendo intensificados por desigualdades estruturais e pela produção desigual do espaço urbano (Marchezini, 2020, p. 61).

Figura 1 - Perfil esquemático do processo de enchente e inundação



Fonte: Brasil (2007, p. 92)

O perfil esquemático apresentado na Figura 1 ilustra a distinção entre os regimes de enchente e inundação, evidenciando como o extravasamento progressivo dos cursos d'água sobre as planícies adjacentes ocorre de forma gradual, permitindo, em tese, maior tempo de resposta das populações. A Figura 2, por sua vez, ilustra o perfil das enxurradas, fenômeno de dinâmica oposta, caracterizado pela concentração rápida do escoamento superficial em canais estreitos após eventos de chuva intensa.

Figura 2 - Enxurrada



Fonte: Autora.

Os demais grupos da classificação, meteorológico, climatológico e biológico, abrangem fenômenos como tempestades severas, secas e epidemias, cuja dinâmica e distribuição territorial diferem substancialmente dos processos geo-hidrológicos. Embora relevantes para a gestão de riscos em âmbito nacional, esses grupos não constituem o objeto desta pesquisa, que se concentra exclusivamente nos processos geológicos e hidrológicos, tais como movimentos de massa, alagamentos, inundações e enxurradas, fenômenos que tendem a se intensificar diante das emergências climáticas.

A classificação proposta pela COBRADE, ao organizar e tipificar essas diferentes ameaças, não apenas padroniza a linguagem técnica, mas também reforça a importância de compreender os desastres como processos complexos e interdependentes. No contexto urbano, como em Porto Alegre, essa tipologia permite articular o mapeamento das ameaças com

análises de vulnerabilidade social, possibilitando a identificação de áreas de risco, entendidas como territórios onde a presença de populações e infraestrutura coincide com elevada probabilidade de ocorrência de eventos adversos, e, assim, orientar políticas de prevenção, mitigação e adaptação mais efetivas. Nesse sentido, Carmo e Anazawa (2020, p. 110) destacam que a análise integrada entre risco e vulnerabilidade é fundamental para o planejamento urbano e a gestão de desastres.

Esses riscos tornam-se mais críticos em áreas de urbanização informal, onde predominam moradias autoconstruídas, ausência de regularização fundiária, deficiência de saneamento básico e um histórico de negligência estatal. Conforme argumenta Victor Marchezini (2020, p. 61), a produção social dos desastres está diretamente associada às desigualdades estruturais que condicionam o acesso à terra urbana. Nessa mesma perspectiva, Souza e Zanella (2021, p. 72) evidenciam que a precariedade da infraestrutura urbana amplia significativamente a exposição de populações vulneráveis a riscos ambientais. Para Lavell (2000) e Blaikie *et al.* (2004), o risco não é um fenômeno natural que antecede a sociedade, mas o resultado de processos históricos de acumulação de vulnerabilidade, construída por estruturas econômicas, dinâmicas de urbanização e formas seletivas de ação estatal. Essa tradição distingue-se da abordagem de Beck (1992), para quem os riscos da modernidade tardia tendem a uma distribuição crescentemente universalizada, premissa que os dados de Porto Alegre contradizem ao evidenciar concentração estrutural do risco nos estratos mais pobres. Alinha-se, em contrapartida, à tradição da justiça ambiental desenvolvida por Acselrad (2002; 2004) e Bullard (2005), que enfatiza a dimensão política e distributiva do risco, compreendendo sua localização como resultado de processos de discriminação socioespacial e não de coincidência geográfica

A ausência ou insuficiência de serviços básicos, como abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, coleta regular de resíduos sólidos e drenagem urbana, contribui para a intensificação das vulnerabilidades sociais e ambientais. Nessas condições, a população torna-se mais suscetível a agravos, como doenças de veiculação hídrica, além de estar mais exposta aos efeitos de eventos extremos. No caso de Porto Alegre, eventos como o transbordamento de arroios urbanos, movimentos de massa em morros da zona leste e inundações em várzeas e planícies fluviais constituem exemplos típicos de riscos geo-hidrológicos. Esses eventos não afetam o território de forma homogênea, incidindo com maior intensidade sobre as periferias empobrecidas, que acumulam múltiplas vulnerabilidades: técnicas (infraestrutura precária), sociais (baixa renda e acesso limitado a serviços), institucionais (baixa presença do Estado) e ambientais (ocupação de áreas frágeis). Conforme destaca Centro Nacional de Monitoramento

e Alertas de Desastres Naturais (2023, p. 21), a maior parte das áreas de risco no Brasil está associada à ocupação irregular e à ausência de planejamento urbano adequado.

Por fim, a caracterização dos riscos geo-hidrológicos em Porto Alegre requer uma análise integrada dos componentes físicos do território, especialmente no que se refere à geologia, aos solos, ao sistema de drenagem e ao uso e ocupação do solo. Esses elementos estruturam a base ambiental da cidade e condicionam sua vulnerabilidade frente a eventos extremos, evidenciando a necessidade de abordagens que articulem dimensões naturais e sociais na compreensão dos riscos, como ressaltam estudos contemporâneos sobre vulnerabilidade socioambiental.

2.1.2 Riscos e desastre: abordagens conceituais

Os desastres não devem ser compreendidos como eventos puramente naturais, mas como fenômenos socialmente construídos. Conforme Blaikie *et al.* (2004) e Wisner *et al.* (2004), tais eventos são, em grande medida, previsíveis e evitáveis, ocorrendo quando populações vulneráveis são expostas a perigos em contextos marcados por vulnerabilidades estruturais acumuladas. Nesse sentido, o que torna um evento potencialmente perigoso em um desastre não é apenas a magnitude da ameaça física, mas, sobretudo, o grau de vulnerabilidade das populações afetadas, construída historicamente por processos de exclusão social, pobreza e ausência de planejamento urbano inclusivo. No caso de Porto Alegre, essas condições estruturais são evidenciadas por diagnósticos ambientais do município, como o de Hasenack *et al*. (2008), e devem ser interpretadas à luz das desigualdades que organizam o espaço urbano.

O conceito de risco, por sua vez, pode ser entendido como a probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente danoso associada à magnitude de seus impactos sobre pessoas, bens e o meio ambiente. Cardona (2004) define o risco como uma função da interação entre perigo e vulnerabilidade, perspectiva que permanece amplamente utilizada nos estudos contemporâneos. Nessa mesma direção, segundo Wisner *et al.* (2004) reforçam que o risco resulta da combinação entre a ameaça (*hazard*) e as condições de vulnerabilidade social, destacando que um mesmo evento físico pode gerar consequências distintas, dependendo do contexto socioeconômico em que ocorre. O risco é uma construção social, fortemente condicionada por desigualdades estruturais e pela forma de organização do território (Carmo; Anazawa, 2020, p. 110), ao qual não se limita à presença de um perigo físico, mas emerge da interação entre fenômenos potencialmente danosos, como inundações ou movimentos de massa, condições sociais de vulnerabilidade e a capacidade, ou ausência dela, de resistir, responder e

se recuperar de seus efeitos. A redução dos déficits de serviços básicos, a melhoria das habitações e a construção de sistemas de infraestruturas resilientes poderá reduzir significativamente a vulnerabilidade e exposição em áreas urbanas (IPCC, 2014, p. 18). Assim, quanto maior a vulnerabilidade e a exposição de uma população, e quanto menor sua capacidade adaptativa, maior será o risco de desastre. Essa abordagem reforça que o risco é uma construção social, deslocando o debate para as estruturas de desigualdade, a governança do território e a atuação, muitas vezes seletiva, das políticas públicas.

No contexto urbano, o risco é fortemente influenciado pela forma como a cidade é produzida e ocupada. A urbanização desigual, marcada pela segregação socioespacial e pela precariedade da infraestrutura, cria condições para que determinados territórios se tornem mais suscetíveis a danos, evidenciando a estreita relação entre produção do espaço urbano e vulnerabilidade socioambiental.

2.1.3 Áreas de risco e vulnerabilidade “socio”ambiental

As áreas de risco são aquelas em que a probabilidade de ocorrência de processos perigosos, como inundações, enxurradas e movimentos de massa, é elevada, estando associada a altos níveis de vulnerabilidade da população residente. A caracterização e a delimitação dessas áreas têm avançado significativamente com o uso de geotecnologias, que possibilitam a integração de informações topográficas, hidrológicas e socioeconômicas. A análise da vulnerabilidade constitui, portanto, elemento central para compreender por que determinados grupos são mais severamente afetados por desastres. Conforme argumentam Cutter (1996) e, mais recentemente, Carmo e Anazawa (2020, p. 110), fatores como renda, escolaridade, acesso a serviços de saúde e redes de apoio social influenciam diretamente a capacidade de resposta das populações.

Nessa mesma perspectiva, Acselrad (2009) introduz a dimensão política da vulnerabilidade, ao evidenciar que a distribuição desigual dos riscos decorre também de decisões e omissões institucionais, que acabam por perpetuar a exclusão socioespacial.

O risco geo-hidrológico refere-se à possibilidade de ocorrência de danos humanos, materiais ou ambientais resultantes da interação entre fenômenos de origem geológica e hidrológica, como movimentos de massa, inundações e enxurradas, e contextos de vulnerabilidade social e territorial. Trata-se, portanto, de um tipo específico de risco que envolve tanto os aspectos físicos do relevo, do solo e da dinâmica hídrica quanto as formas de uso e ocupação do território.

Nessa perspectiva, estudos apontam que esse tipo de risco resulta da combinação entre perigos naturais, como alta declividade, solos instáveis e cursos d'água sujeitos ao transbordamento, a exposição de populações a essas áreas e sua limitada capacidade de prevenir, responder ou se adaptar aos impactos. Em geral, os riscos geo-hidrológicos materializam-se em territórios urbanizados de forma precária, marcados pela ausência de planejamento urbano e pela insuficiência de infraestrutura, como sistemas de drenagem, contenção de encostas e manejo de águas pluviais.

De forma semelhante, a literatura destaca que os riscos urbanos são produtos de modelos de desenvolvimento desiguais, que concentram infraestrutura e proteção em áreas valorizadas, ao mesmo tempo em que marginalizam populações para territórios mais vulneráveis (Marchezini, 2020, p. 62). Essa lógica pode ser observada nas periferias de Porto Alegre, RS, onde fatores como a ausência de drenagem adequada, a retirada de cobertura vegetal e a ocupação de áreas de alta declividade intensificam os impactos de eventos hidrometeorológicos extremos.

Ao abordar os riscos geo-hidrológicos nesta pesquisa, parte-se da compreensão de que tais riscos são inseparáveis das dinâmicas sociais, econômicas e políticas que moldam o território. A partir da leitura técnica de Hasenack *et al.* (2008), articulada a abordagens contemporâneas sobre a produção social do risco, busca-se construir uma análise integrada, que reconheça tanto os processos naturais quanto os contextos sociais que tornam determinadas populações mais expostas, vulneráveis e, muitas vezes, invisibilizadas frente às crises ambientais.

Quadro 2 - Relação entre Indicadores Ambientais e Fatores de Vulnerabilidade Social em Porto Alegre

Indicadores técnicos	Fatores de vulnerabilidade social	Implicações para o risco geo-hidrológico
Solos instáveis e suscetíveis à erosão em encostas	Ocupação informal em áreas íngremes e sem infraestrutura	Risco elevado de movimento de massa
Alta impermeabilização do solo urbano	Falta de drenagem pluvial e infraestrutura urbana periférica	Aumento de alagamentos e enxurradas
Redução da vegetação nativa nas zonas urbanas	Urbanização desordenada e precária	Redução da estabilidade dos solos e da capacidade de retenção hídrica
Drenagem superficial deficiente	Ocupação de margens de arroios por populações vulneráveis	Alagamentos e enxurradas recorrentes
Potencial de escoamento superficial	Ausência de planejamento urbano com critérios ambientais	Alagamentos e enxurradas
Ocupação de áreas ambientalmente frágeis	Falta de controle da expansão urbana e especulação imobiliária	Exclusão territorial e exposição diferencial ao risco em especial de inundações

Fonte: Elaboração própria, com base em Hasenack *et al.* (2008), Blaikie *et al.* (2004), Lavell (2000), Wisner *et al.* (2004).

O Quadro 2 evidencia que os riscos geo-hidrológicos em Porto Alegre, RS, não decorrem exclusivamente das condições físicas do território, mas da sobreposição entre fragilidades ambientais e padrões históricos de ocupação desigual. Eventos como o transbordamento de arroios urbanos, movimentos de massa em morros da zona leste e inundações em várzeas e planícies fluviais incidem com maior intensidade sobre as periferias empobrecidas, que acumulam múltiplas vulnerabilidades: técnicas (infraestrutura precária), sociais (baixa renda e acesso limitado a serviços), institucionais (baixa presença do Estado) e ambientais (ocupação de áreas frágeis).

2.2 VULNERABILIDADE FRENTE AOS RISCOS: CONCEITOS E DIMENSÕES

Os riscos geo-hidrológicos discutidos na seção anterior ganham outra dimensão quando analisados a partir das condições sociais das populações expostas. A vulnerabilidade, nesse contexto, não constitui um atributo homogêneo da população urbana, mas distribui-se de forma desigual no território, concentrando-se sobretudo em favelas e periferias urbanas. Compreender essa distribuição é fundamental para esta pesquisa, na medida em que permite avançar da identificação das áreas de risco para a análise das populações mais suscetíveis aos seus efeitos,

estabelecendo a base conceitual para o objetivo geral e para os objetivos específicos relacionados à mensuração e à espacialização da vulnerabilidade social.

A literatura apresenta a vulnerabilidade como um conceito multifacetado, que envolve tanto fatores sociais e estruturais quanto dimensões territoriais e ambientais. Autores como Pelling (2003) e Bohle (2008) destacam que condições como pobreza, desigualdade, precariedade habitacional e ausência de políticas públicas ampliam o risco e à ocorrência de desastres e a suscetibilidade das populações aos perigos. Nessa perspectiva, a vulnerabilidade assume caráter territorial, sendo moldada pelas especificidades dos contextos urbanos. Tal entendimento permite compreender por que assentamentos informais e áreas periféricas concentram níveis mais elevados de vulnerabilidade, especialmente em países em desenvolvimento, onde esses grupos figuram entre os mais expostos aos impactos das mudanças ambientais e climáticas

A compreensão da vulnerabilidade como processo socialmente produzido encontra respaldo em uma tradição consolidada nos estudos sobre riscos. Os trabalhos pioneiros de White e Hass (1975) iniciaram a análise da ocupação humana em áreas de risco, posteriormente aprofundada por abordagens que enfatizam a centralidade das estruturas sociais. Nesse sentido, o modelo de Pressão e Liberação *(PAR*), desenvolvido por Wisner *et al*. (2004), constitui um marco teórico ao demonstrar que os desastres resultam da interação entre ameaças naturais e processos sociais que produzem vulnerabilidade. Conforme esse modelo, causas estruturais, como pobreza e desigualdade, são mediadas por pressões dinâmicas, como urbanização desordenada e degradação ambiental, culminando em condições inseguras que ampliam a exposição ao risco. Blaikie *et al.* (2004) reforçam essa interpretação ao evidenciar que os desastres são, em grande medida, produtos de vulnerabilidades historicamente construídas.

No campo da operacionalização empírica da vulnerabilidade, a contribuição de Cutter (1993; 2003) é particularmente relevante. A autora desenvolve o conceito de vulnerabilidade social a partir da identificação de indicadores socioeconômicos, demográficos e institucionais que influenciam a capacidade de resposta das populações. Sua abordagem fornece base metodológica para a construção de índices sintéticos, permitindo a análise comparativa entre diferentes territórios. Essa perspectiva é diretamente incorporada nesta pesquisa por meio da utilização do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), operacionalizado com base em dados do Censo Demográfico de 2022, conforme metodologia do IPEA. Assim, a mensuração da vulnerabilidade social neste estudo dialoga explicitamente com a tradição inaugurada por Cutter, articulando teoria e método na análise da distribuição espacial da vulnerabilidade em Porto Alegre, RS.

As discussões sobre vulnerabilidade também incorporam as noções de capacidade adaptativa e resiliência, fundamentais para compreender as respostas sociais aos riscos. Nesse sentido, Adger (2006) argumenta que a vulnerabilidade está associada à disponibilidade de recursos, ao acesso a direitos e à qualidade das instituições, sendo fortemente influenciada pelo capital social e pelas redes de apoio. É a partir dessa articulação entre vulnerabilidade, território e desigualdade que se torna possível avançar para o debate sobre justiça ambiental, desenvolvido na seção seguinte, na qual se aprofundam as relações entre distribuição desigual dos riscos, produção do espaço urbano e desigualdades socioambientais.

2.3 O ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL: ORIGEM, CONCEPÇÃO E PERTINÊNCIA TEÓRICA

A vulnerabilidade social, conforme discutida nas seções anteriores, não constitui atributo individual, mas expressão territorial de privações historicamente acumuladas. Operacionalizar esse conceito, traduzi-lo em categorias analíticas capazes de revelar onde e como essas privações se distribuem no espaço urbano, é um desafio que mobiliza tanto escolhas teóricas quanto decisões políticas. É nesse campo de tensões que surge o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) no âmbito do projeto Mapeamento da Vulnerabilidade Social nas Regiões Metropolitanas do Brasil (Costa *et al.* 2018).

O IVS não é um instrumento neutro de mensuração. Sua concepção reflete uma tomada de posição teórica sobre o que é vulnerabilidade e quem é responsável por superá-la. Essa e Hogan (2005), Veyret (2007) e Smith (2013), que enfatizam a relação entre desigualdades socioespaciais, formas de ocupação do território e produção do risco. premissa o distingue de abordagens individualizantes, como o modelo de vulnerabilidade de ativos de Moser (1998), que tende a localizar nos próprios sujeitos a origem de suas privações, e o aproxima de uma perspectiva estrutural, na qual a vulnerabilidade é produto de ausências sistêmicas de bens e serviços que deveriam, por força constitucional, estar à disposição de toda a população.

Essa escolha teórica tem implicações diretas sobre aquilo que o índice busca mensurar. O IVS não tem como objetivo captar a pobreza em sentido estrito nem o desenvolvimento humano em sentido amplo. Trata-se de um instrumento que, nas palavras de seus autores, “denuncia a ausência ou insuficiência” de condições que deveriam ser asseguradas pelo Estado (Costa *et al.*, 2018, p. 8). Nesse sentido, o valor assumido pelo índice em determinado território também possui uma dimensão política, pois evidencia espaços marcados pela insuficiência da

atuação estatal, por falhas no planejamento urbano e pela concentração de privações sociais. Essa concepção dialoga diretamente com a tradição teórica que fundamenta esta pesquisa. Quando Acselrad (2009) define injustiça ambiental como a imposição desproporcional de riscos às populações com menor acesso a recursos políticos e financeiros, ele está descrevendo, em termos políticos, aquilo que o IVS evidencia em termos empíricos: a concentração territorial de privações nos mesmos espaços em que se concentram os riscos geo-hidrológicos. Da mesma forma, a leitura de Maricato (2015) sobre a seletividade do planejamento urbano brasileiro, que historicamente incide sobre a cidade formal enquanto deixa as periferias à informalidade e à precariedade, encontra no IVS sua expressão quantificável: os altos valores do índice nas periferias não são anomalias, mas consequências previsíveis de um modelo de urbanização excludente.

O IVS estrutura-se em três dimensões que, juntas, compõem uma leitura abrangente das privações que tornam as populações vulneráveis: Infraestrutura Urbana, Capital Humano, e Renda e Trabalho. Cada dimensão captura uma faceta distinta, mas articulada, da vulnerabilidade estrutural.

A dimensão de Infraestrutura Urbana revela as condições do lugar de moradia - acesso a saneamento básico, coleta de lixo e mobilidade urbana. No contexto desta pesquisa, essa dimensão assume significado particular: a ausência de sistemas de drenagem, o déficit de saneamento e a precariedade habitacional são precisamente as "condições inseguras" que, na formulação de Wisner *et al.* (2004), amplificam os impactos de inundações, enxurradas e movimentos de massa. A infraestrutura precária não apenas expõe as populações ao risco: ela as deixa sem meios de resistir a ele.

A dimensão de Capital Humano capta as privações educacionais e sanitárias que condicionam tanto as condições presentes quanto as perspectivas futuras dos indivíduos. Taxas elevadas de analfabetismo, baixa escolaridade dos responsáveis pelo domicílio e exclusão escolar de crianças e jovens configuram formas de privação que reduzem diretamente a capacidade de as populações acessarem informações sobre risco, acionam redes de proteção e adaptarem-se a situações de adversidade. Como argumentam Cutter (1996) e Carmo e Anazawa (2020), esses fatores integram o núcleo duro da vulnerabilidade social, porque determinam não apenas a exposição ao perigo, mas a capacidade de resposta após o impacto.

A dimensão de Renda e Trabalho captura as condições materiais que definem as possibilidades concretas de vida das famílias - insuficiência de renda, desocupação, informalidade e dependência de renda de idosos. A insuficiência de renda é simultaneamente causa e consequência da vulnerabilidade: ela limita a capacidade das famílias de habitar áreas

seguras, de investir em melhorias habitacionais e de se recuperar após eventos adversos. É essa articulação entre pobreza, localização e exposição ao risco que Acselrad (2009, p. 17) define como injustiça ambiental - e que esta pesquisa busca demonstrar empiricamente para o caso de Porto Alegre.

A escolha do IVS como instrumento central desta análise não é, portanto, meramente técnica. Ela expressa um alinhamento teórico com a concepção de vulnerabilidade como processo socialmente produzido, territorialmente concentrado e politicamente determinado. O índice permite que a abstração teórica sobre desigualdade socioespacial se torne verificável na escala do setor censitário - que se veja, com precisão geográfica, onde a urbanização excludente descrita por Maricato (2015) e a privação estrutural identificada por Cutter (1993, 2003) se materializam em condições concretas de vida, e onde essas condições se sobrepõem às áreas de maior risco geo-hidrológico da cidade.

Abaixo o quadro detalhado da metodologia do IPEA:

Quadro 3 - Descrição dos indicadores e variáveis do IPEA

IVS		
IVS infraestrutura urbana	Percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequado.	Razão entre o número de pessoas que vivem em domicílios cujo abastecimento de água não provém de rede geral e cujo esgotamento sanitário não é realizado por rede coletora de esgoto ou fossa séptica, e a população total residente em domicílios particulares permanentes, multiplicada por cem. São considerados apenas os domicílios particulares permanentes.
	Percentual da população que vive em domicílios urbanos sem serviço de coleta de lixo.	Razão entre a população que vive em domicílios sem coleta de lixo e a população total residente em domicílios particulares permanentes, multiplicada por cem. Estão incluídas as situações em que a coleta de lixo é realizada diretamente por empresa pública ou privada, ou o lixo é depositado em caçamba, tanque ou depósito fora do domicílio, para posterior coleta pela prestadora do serviço. São considerados apenas os domicílios particulares permanentes, localizados em área urbana.
	Percentual de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo e que gastam mais de uma hora até o trabalho no total de pessoas ocupadas, vulneráveis e que retornam diariamente do trabalho.	Razão entre o número de pessoas ocupadas, de 10 anos ou mais de idade, que vivem em domicílios vulneráveis à pobreza (com renda per capita inferior a meio salário-mínimo, de agosto de 2010) e que gastam mais de uma hora em deslocamento até o local de trabalho, e o total de pessoas ocupadas nessa faixa etária que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo, de agosto de 2010, e que retornam diariamente do trabalho, multiplicado por 100.
	Mortalidade até 1 ano de idade.	Número de crianças que não deverão sobreviver ao primeiro ano de vida, em cada mil crianças nascidas vivas.
	Percentual de crianças de 0 a 5 anos que não frequentam a escola.	Razão entre o número de crianças de 0 a 5 anos de idade que não frequentam creche ou escola e o total de crianças nesta faixa etária (multiplicada por cem).

IVS capital humano	Percentual de pessoas de 6 a 14 anos que não frequentam a escola.	Razão entre o número de pessoas de 6 a 14 anos que não frequentam a escola e o total de pessoas nesta faixa etária (multiplicada por cem).
	Percentual de mulheres de 10 a 17 anos de idade que tiveram filhos.	Razão entre o número de mulheres de 10 a 17 anos de idade que tiveram filhos e o total de mulheres nesta faixa etária (multiplicada por cem).
	Percentual de mães chefes de família sem ensino fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade no total de mulheres chefes de família.	Razão entre o número de mulheres que são responsáveis pelo domicílio, que não têm o ensino fundamental completo e têm pelo menos um filho de idade inferior a 15 anos morando no domicílio e o número total de mulheres chefes de família (multiplicada por cem). São considerados apenas os domicílios particulares permanentes.
	Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade.	Razão entre a população de 15 anos ou mais de idade que não sabe ler nem escrever um bilhete simples e o total de pessoas nesta faixa etária (multiplicada por cem).
	Percentual de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo.	Razão entre o número de crianças de até 14 anos que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo e a população total nesta faixa etária residente em domicílios particulares permanentes (multiplicada por cem).
	Percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo na população total dessa faixa etária.	Razão entre as pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e são vulneráveis à pobreza e a população total nesta faixa etária (multiplicada por cem). Definem-se como vulneráveis à pobreza as pessoas que moram em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo (de agosto de 2010). São considerados apenas os domicílios particulares permanentes.
IVS renda e trabalho	Proporção de pessoas com renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo.	Proporção dos indivíduos com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R$ 255,00 mensais (em reais de agosto de 2010), equivalente a meio salário-mínimo nessa data. O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes.
	Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade.	Percentual da população economicamente ativa (PEA) nessa faixa etária que estava desocupada, ou seja, que não estava ocupada na semana anterior à data do censo, mas havia procurado trabalho ao longo do mês anterior à data dessa pesquisa.
	Percentual de pessoas de 18 anos ou mais sem ensino fundamental completo e em ocupação informal.	Razão entre as pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo, em ocupação informal, e a população total nesta faixa etária, multiplicada por cem. Ocupação informal implica que trabalham, mas não são: empregados com carteira de trabalho assinada, militares do exército, da marinha, da aeronáutica, da polícia militar ou do corpo de bombeiros, empregados pelo regime jurídico dos funcionários públicos ou empregadores e trabalhadores por conta própria com contribuição a instituto de previdência oficial.
	Percentual de pessoas em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo (2022) e dependentes de idosos.	Razão entre as pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo, de agosto de 2010, e nos quais a renda de moradores com 65 anos ou mais de idade (idosos) corresponde a mais da metade do total da renda domiciliar, e a população total residente em domicílios particulares permanentes (multiplicada por cem).

	Taxa de atividade das pessoas de 10 a 14 anos de idade.	Razão das pessoas de 10 a 14 anos de idade que eram economicamente ativas, ou seja, que estavam ocupadas ou desocupadas na semana de referência do censo entre o total de pessoas nesta faixa etária (multiplicada por cem). Considera-se desocupada a pessoa que, não estando ocupada na semana de referência, havia procurado trabalho no mês anterior a essa pesquisa.

Fonte: Ipea (2015).

A mensuração da vulnerabilidade social em contextos urbanos complexos impõe desafios analíticos que têm sido enfrentados, na literatura, por meio da construção de índices sintéticos. Tais índices consistem na agregação de múltiplos indicadores em uma medida única, capaz de sintetizar dimensões diversas da privação social e permitir comparações espaciais. Como argumenta Susan Cutter (1996), a vulnerabilidade não é um atributo unidimensional, mas um fenômeno multidimensional que envolve condições socioeconômicas, acesso a infraestrutura e capacidades adaptativas. Nesse sentido, índices compostos tornam-se instrumentos fundamentais para sua análise empírica.

No contexto brasileiro, destaca-se o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, cuja proposta consiste em operacionalizar a vulnerabilidade a partir de três dimensões centrais: infraestrutura urbana, capital humano e renda e trabalho. O IVS tem sido amplamente utilizado em estudos que buscam compreender desigualdades territoriais e orientar políticas públicas, constituindo-se como uma referência metodológica consolidada.

Entretanto, a aplicação de índices sintéticos exige adaptações em função da disponibilidade de dados e dos objetivos específicos de cada pesquisa. Conforme destacam Hogan e Marandola Jr. (2005), a construção de indicadores implica necessariamente escolhas analíticas que refletem tanto limitações empíricas quanto perspectivas teóricas. Nesse sentido, não existe um índice universal de vulnerabilidade, mas sim construções situadas, que devem ser explicitadas e justificadas.

2.4 URBANIZAÇÃO PERIFÉRICA, JUSTIÇA AMBIENTAL E DESIGUALDADE SOCIOESPACIAL

A configuração socioespacial das cidades brasileiras deve ser compreendida como resultado de um processo histórico profundamente desigual, marcado não apenas pelas dinâmicas do mercado, mas também pela atuação seletiva do Estado na produção do espaço urbano. Longe de ser neutra, a urbanização no Brasil consolidou-se por meio de políticas

públicas que privilegiaram determinados territórios em detrimento de outros, estabelecendo uma lógica estrutural de desigualdade. Nesse sentido, destaca que a urbanização brasileira é atravessada por um processo de (des)organização socioespacial que produz "situações de exclusão de grupos vulneráveis, vítimas da segregação socioespacial que restringe as populações mais pobres a áreas inundáveis e encostas" (Canil *et al.* 2021, p. 1).

Essa seletividade territorial evidencia que o acesso à cidade, entendido como acesso à infraestrutura, serviços urbanos e condições ambientais adequadas, é profundamente desigual. Conforme argumenta Maricato (2001, p. 39), "a cidade brasileira é estruturalmente desigual, resultado de um processo de urbanização excludente que separa a cidade formal da cidade ilegal". Essa divisão não é apenas espacial, mas política e econômica, refletindo relações de poder que definem quem pode habitar áreas seguras e bem servidas e quem é empurrado para territórios precários.

Nesse contexto, a expansão periférica não pode ser interpretada como um fenômeno espontâneo ou desordenado, mas como produto de um modelo de urbanização que historicamente desloca as populações de baixa renda para áreas ambientalmente frágeis. Como ressaltam Canil *et al.* (2021, p. 3), "o uso inadequado do solo, com ocupação de encostas e margens de cursos d'água, expressa uma ocupação excludente e segregacionista, diretamente associada à produção de áreas de risco". Esse processo é intensificado pela insuficiência das políticas habitacionais, que, ao não atenderem à demanda social, contribuem para a proliferação de assentamentos informais em áreas suscetíveis a inundações, deslizamentos e outros riscos geo-hidrológicos. A análise dessa dinâmica exige a incorporação do debate sobre justiça ambiental, que permite compreender a distribuição desigual dos riscos como resultado de processos sociais e políticos. Acselrad (2009, p. 17) define a injustiça ambiental como a "imposição desproporcional de riscos ambientais às populações menos dotadas de recursos financeiros, políticos e informacionais". Essa definição evidencia que os riscos não são distribuídos aleatoriamente no território, mas seguem uma lógica que privilegia grupos sociais com maior capacidade de influência política e econômica.

A contribuição de Robert Bullard (2005) é fundamental para esse debate, ao demonstrar que a exposição diferencial aos riscos ambientais está profundamente associada a marcadores sociais como raça e classe. Segundo o autor, "o racismo ambiental refere-se a qualquer política, prática ou diretiva que afete de maneira desigual, intencionalmente ou não, indivíduos, grupos ou comunidades com base na raça" (Bullard, 2005, p. 25). Embora formulado no contexto norte-americano, esse conceito encontra ressonância no Brasil, onde populações negras e periféricas são desproporcionalmente expostas a condições ambientais degradadas.

No cenário brasileiro, essa lógica manifesta-se de forma evidente nas grandes cidades, onde a valorização imobiliária expulsa os mais pobres das áreas centrais, forçando sua inserção em territórios de risco. Em cidades como Recife, São Paulo e Porto Alegre, observa-se que as áreas mais suscetíveis a inundações e deslizamentos coincidem com os espaços de moradia da população de baixa renda. Tal realidade reforça a ideia de que a vulnerabilidade não é uma condição natural, mas socialmente produzida. Marandola Jr. (2009, p. 41) propõe compreender a vulnerabilidade como uma condição existencial, afirmando que ela "não se restringe à exposição ao perigo, mas envolve um estado permanente de insegurança vivido cotidianamente". Essa perspectiva amplia a análise ao incorporar a dimensão subjetiva da vulnerabilidade, evidenciando que viver em áreas de risco implica conviver com a incerteza, o medo e a precariedade como elementos estruturantes da vida cotidiana.

A articulação entre vulnerabilidade e desigualdade também é enfatizada por Cutter (2006, p. 5), ao afirmar que "a vulnerabilidade social resulta de desigualdades estruturais que condicionam a capacidade dos indivíduos e grupos de antecipar, resistir e se recuperar de eventos adversos". De modo semelhante, Watts e Bohle (1993, p. 46) destacam que a vulnerabilidade é "um fenômeno multidimensional, construído socialmente e atravessado por relações de poder e acesso desigual a recursos".

Essas contribuições permitem compreender que os riscos urbanos não são apenas fenômenos naturais, mas expressões de um modelo de desenvolvimento que produz e reproduz desigualdades. Como reforça Canil *et al.* (2021, p. 2), "a construção social dos riscos está vinculada à gestão insustentável do ambiente urbano, cuja face mais perversa é a perpetuação da exclusão socioespacial". Dessa forma, desastres como inundações e deslizamentos não podem ser analisados isoladamente, mas devem ser entendidos como parte de um processo mais amplo de produção desigual do espaço. Exemplos recentes no Brasil evidenciam essa dinâmica. Eventos extremos ocorridos nos últimos anos, como as inundações em Recife (2022), as tragédias em Petrópolis (2022) e as inundações no Rio Grande do Sul (2024), revelam que os impactos recaem de maneira mais intensa sobre populações periféricas. Nessas situações, observa-se que os grupos mais vulneráveis não apenas sofrem maiores perdas materiais e humanas, mas também enfrentam maiores dificuldades de recuperação, evidenciando a persistência das desigualdades socioespaciais.

Diante desse cenário, a justiça ambiental emerge não apenas como um campo analítico, mas como um horizonte político e normativo. Trata-se de deslocar o debate da simples gestão de riscos para a transformação das estruturas que produzem desigualdade. Como Acselrad (2002, p. 52), é necessário evidenciar "a lógica social que associa a dinâmica da acumulação

capitalista à distribuição discriminatória dos riscos ambientais", reconhecendo que a superação dessas desigualdades exige mudanças profundas nas formas de planejamento urbano e na atuação do Estado.

Assim, compreender a urbanização periférica a partir da perspectiva da justiça ambiental implica reconhecer que a cidade é um espaço de disputa, no qual se definem não apenas formas de ocupação do território, mas também quem tem direito à segurança, à infraestrutura e à qualidade ambiental. A vulnerabilidade, nesse contexto, não é um acidente, mas o resultado de um processo histórico de exclusão que continua a moldar o espaço urbano brasileiro.

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi estruturada a partir de três etapas principais: organização e tratamento das bases de dados, construção de um Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) adaptado; e análise espacial integrada entre vulnerabilidade e risco.

3.1 NATUREZA DA PESQUISA

Esta pesquisa adota a abordagem quantitativa, entendida como aquela que opera com dados numéricos passíveis de mensuração e análise estatística, com vistas à identificação de padrões, correlações e estruturas de distribuição espacial, em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Segundo Creswell (2010), a pesquisa quantitativa busca generalizar resultados a partir de medições objetivas, fornecendo evidências empíricas que permitam explicar relações entre variáveis. No contexto desta dissertação, esse método é especialmente adequado por permitir analisar, em escala municipal, a sobreposição entre duas dimensões fundamentais: os riscos geo-hidrológicos, representados por dados técnicos de mapeamento, e a vulnerabilidade social, expressa por indicadores socioeconômicos extraídos do Censo Demográfico de 2022. A escolha quantitativa não implica neutralidade analítica: teoria e método caminham juntos nesta pesquisa. Enquanto o referencial teórico ilumina os conceitos e categorias de análise, risco, vulnerabilidade, justiça ambiental, o método oferece as ferramentas para identificar e evidenciar empiricamente como esses conceitos se materializam no território. A análise foi conduzida tendo como unidade espacial os setores censitários do município de Porto Alegre, permitindo a articulação entre variáveis socioeconômicas e a ocorrência de áreas de risco mapeadas.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Esta pesquisa tem como área de estudo o município de Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre apresenta uma topografia diversificada, marcada por áreas de planície, morros e encostas, com diferentes tipos de formações geológicas e solos. Porto Alegre insere-se no contexto geológico do Escudo Sul-Rio-Grandense, na porção nordeste do Cinturão Dom Feliciano, cinturão orogênico neoproterozoico formado durante a amalgamação do Gondwana Ocidental, no Ciclo Brasiliano/Pan-Africano (Oyhantçabal *et al.* 2011; Lenz *et al.* 2013). A litologia dos morros e do subsolo da cidade é composta predominantemente por

granitoides colisionais sin a pós-tectônicos (750–650 Ma), em geral com controle estrutural (Fernandes *et al.* 1995). Essas rochas e seus solos de alteração constituem boa parte das áreas mais declivosas, onde se concentram os setores de risco analisados. Nas porções mais baixas do relevo predominam formações deposicionais quaternárias do Sistema Laguna-Barreira (I a IV), com espessuras de 10 a 25 m.

Entre as unidades mapeadas, destaca-se o Granito Santana, intrusão que atravessa a cidade no sentido SW-NE e foi a litologia mais recorrente nos setores de risco levantados (setores 55, 90–92, 94, 95, 117, 118, 121 e 123). Trata-se de um sieno a monzogranito de coloração laranja a rosa e textura equigranular média a grossa (Menegat *et al*. 1998), com mineralogia marcada por feldspato e quartzo (Oliveira *et al.* 2011). Seus afloramentos são abundantes, ocorrendo como lajeados nos topos dos morros, cortes de terreno e matacões — por vezes sob as fundações das edificações em áreas mais urbanizadas. Foram observadas variações texturais e estruturais entre os setores, com texturas mais maciças no Morro Santana (setores 90–95) e intenso fraturamento e foliação no setor 117. Historicamente, o Granito Santana esteve associado à extração de blocos, brita e saibro para a construção civil em Porto Alegre.

Conforme Hasenack *et al.* (2008), grande parte do município está inserida em bacias hidrográficas cujas características naturais - como a baixa infiltração do solo em algumas regiões e a elevada declividade em outras - contribuem para o aumento do escoamento superficial, agravando a ocorrência de alagamentos e favorecendo processos erosivos especialmente em áreas urbanizadas com pouca vegetação e alta impermeabilização do solo.

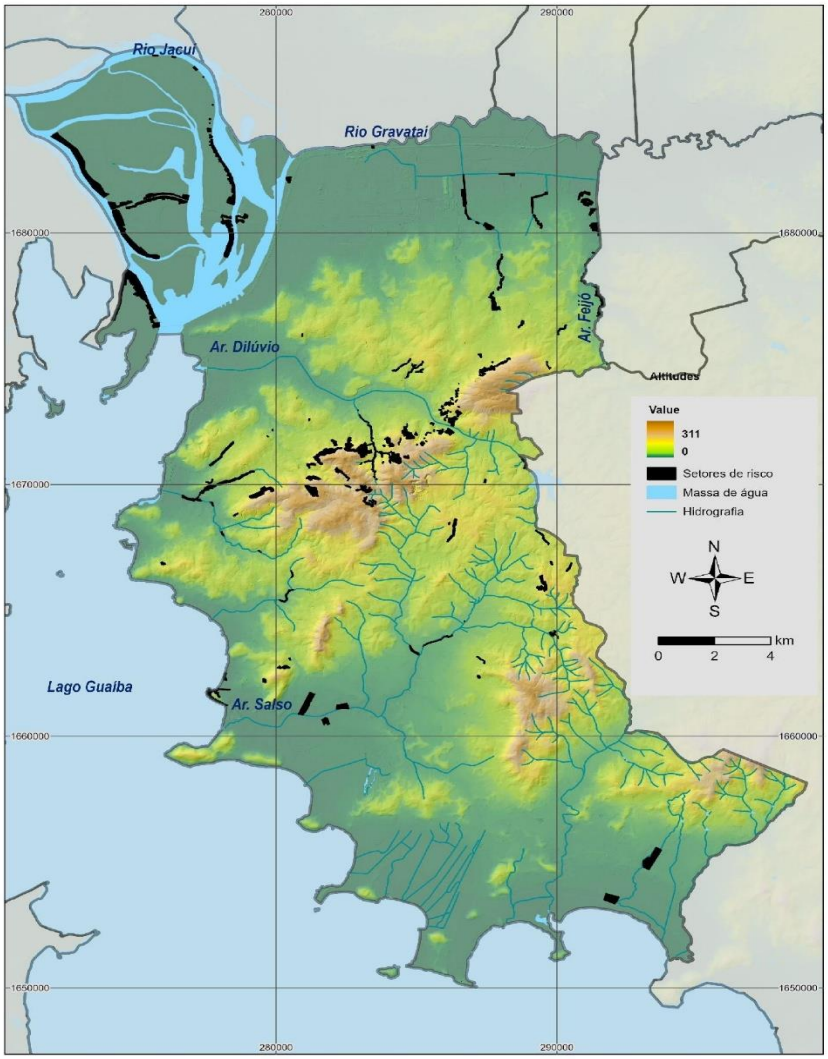
De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Porto Alegre apresentou, ao longo de sua história, um expressivo crescimento populacional associado ao processo de urbanização e à consolidação da cidade como centro econômico e administrativo do estado. No primeiro censo demográfico nacional, realizado em 1872, o município possuía cerca de 44 mil habitantes, configurando-se como o quinto mais populoso do Império do Brasil. Ao longo do século XX, esse contingente populacional cresceu de forma significativa, alcançando a marca de um milhão de habitantes no censo de 1980. O maior contingente populacional foi registrado no censo de 2010, quando a cidade atingiu aproximadamente 1,4 milhão de habitantes.

Entretanto, os dados mais recentes indicam uma tendência de desaceleração e até redução do crescimento populacional. No Censo Demográfico de 2022, a população municipal foi estimada em cerca de 1,33 milhão de habitantes, representando uma diminuição de aproximadamente 5,4% em relação ao levantamento anterior. Esse movimento acompanha

tendências observadas em diversas grandes metrópoles brasileiras, relacionadas à redistribuição populacional no interior das regiões metropolitanas. A densidade demográfica do município apresenta variações significativas entre seus bairros, com maior concentração populacional em áreas mais centrais e consolidadas da cidade.

Em termos socioeconômicos, Porto Alegre apresenta indicadores relativamente elevados quando comparados ao conjunto dos municípios brasileiros. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), calculado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), classifica o município como de alto desenvolvimento humano, resultado de avanços nas dimensões de renda, educação e longevidade. Apesar desse cenário geral positivo, persistem desigualdades socioespaciais significativas entre diferentes áreas da cidade, o que se reflete em distintas condições de acesso à infraestrutura urbana, serviços públicos e qualidade de vida.

Figura 3 - Município de Porto Alegre e as áreas de risco



Fonte: Autora.

A expansão urbana de Porto Alegre foi fortemente condicionada pelo crescimento demográfico, impulsionado por movimentos migratórios e transformações econômicas e institucionais ao longo dos séculos XIX e XX. Esse processo foi decisivo para conformar a metrópole tal como a conhecemos hoje, acentuando desigualdades territoriais e consolidando padrões de segregação socioespacial ainda vigentes.

Dentre os fatores históricos que contribuíram para o adensamento populacional da cidade, destacam-se o término da Guerra do Paraguai (1864–1870), o fluxo de imigrantes europeus e o surgimento das primeiras manufaturas e indústrias de pequeno porte, responsáveis pelas exportações regionais no final do século XIX e início do século XX. Esses elementos promoveram o adensamento do núcleo urbano original e impulsionaram o crescimento para áreas adjacentes.

As décadas subsequentes mantiveram o ritmo de crescimento elevado. A população saltou de 275.656 habitantes em 1940 para 394.151 em 1950, representando um aumento de mais de 118 mil pessoas em apenas uma década (Souza; Müller, 2007). No auge da política desenvolvimentista nacional dos anos 1950 e 1960, voltada à industrialização dos centros urbanos, Porto Alegre atingiu uma taxa de crescimento demográfico de 5% ao ano. Esse processo, associado à valorização fundiária das áreas centrais e à escassez de habitação acessível, impulsionou a periferização da população de baixa renda.

Diante desse cenário, o Estado municipal passou a desempenhar um papel mais direto no ordenamento territorial. A promulgação da Lei 1.233/54, que regulamenta o parcelamento do solo urbano, e posteriormente o primeiro Plano Diretor da cidade (Lei 2.046/59), representaram tentativas de disciplinar o crescimento urbano. Contudo, tais medidas acabaram por elevar os preços dos terrenos legalizados, o que, de forma indireta, contribuiu para a ocupação informal e precária de áreas periféricas. Durante as décadas de 1960 e 1970, decretos complementares, tentaram expandir a regulação urbanística para além da área central, acompanhando a expansão territorial acelerada da cidade (Costa, 2001).

Assim, a valorização da terra urbana no centro e seu entorno imediato empurrou as camadas populares para as franjas urbanas, acentuando a dualidade centro/periferia. Desde então, a configuração socioespacial da cidade passou a revelar profundas desigualdades, com setores centrais dotados de infraestrutura, serviços e investimentos públicos, e periferias marcadas pela precariedade habitacional, falta de saneamento, ausência de equipamentos urbanos e presença de riscos geo-hidrológicos e ambientais.

Essa trajetória de periferização foi resultado de múltiplos fatores combinados: os vetores de expansão urbana (Cabral, 1982; Rigatti, 2007), a implantação seletiva de equipamentos

urbanos (Franco, 1998), a lógica do mercado imobiliário (Rovati, 1990; Ribes, 2011), bem como a ação indireta do Estado, que regulava de forma diferenciada os diversos setores da cidade (Knijnik, 1994; Souza; Müller, 2007).

A partir da década de 1970, a área central começou a ser impactada pela descentralização de atividades terciárias e comerciais. A construção da Primeira Perimetral (Almeida, 1993), com a função de articular os bairros periféricos sem passar pelo centro, estimulou a implantação de centros comerciais, supermercados e novas centralidades urbanas. Esse fenômeno continuou com as obras da Segunda Perimetral nos anos 1980 e da Terceira Perimetral na década de 2000, ampliando os fluxos de deslocamento e contribuindo para a desconcentração funcional da cidade (Maraschin, 1993).

Por outro lado, a urbanização das áreas periféricas persistiu como alternativa quase única para a população de menor renda. A valorização imobiliária em áreas centrais e a intensificação da especulação fundiária tornaram praticamente inviável o acesso da população popular aos espaços mais bem equipados. Essa lógica estruturante é descrita por Strohaecker (2005), que aponta como a ocupação do solo em Porto Alegre se dá de forma seletiva: os bairros centrais concentram infraestrutura e população de maior renda, enquanto a periferia abriga os setores mais vulneráveis socialmente.

Durante as últimas décadas do século XX, novas formas de centralidade emergiram em zonas anteriormente periféricas. As classes médias e altas passaram a buscar bairros mais afastados da área central em função da busca por qualidade de vida, áreas verdes e segurança. A expansão de condomínios residenciais fechados e a “venda” da paisagem como ativo imobiliário, especialmente na Zona Sul, reforçaram o processo de fragmentação espacial e reconfiguração da cidade em uma lógica difusa e dispersa (Ueda, 2005).

Rigatti (2007) observa que o crescimento da capital gaúcha passou a ser marcado por uma simultânea descentralização e valorização seletiva de determinadas áreas. A mescla de centralidades periféricas com ocupações populares reforça o caráter multifacetado da produção do espaço urbano, que combina centralidade e segregação, modernização e informalidade, legalidade e precariedade.

Portanto, a estruturação socioespacial de Porto Alegre é resultado de uma longa trajetória de políticas seletivas, ação limitada do Estado nas periferias e hegemonia do capital fundiário na produção do espaço. O legado dessa urbanização desigual são as vulnerabilidades acumuladas que, hoje, se expressam não apenas na precariedade da infraestrutura urbana, mas na exposição cotidiana de milhares de famílias a riscos ambientais evitáveis. Por isso, a expansão urbana de Porto Alegre tem ocorrido, historicamente, sem um controle rigoroso sobre

o uso do solo, o que contribuiu para o avanço da urbanização sobre áreas ambientalmente frágeis. Conforme o diagnóstico, os tipos de ocupação são diversos e incluem áreas residenciais consolidadas, assentamentos precários e regiões com vegetação remanescente, que muitas vezes coexistem lado a lado, expressando a desigualdade na distribuição dos riscos ambientais (Hasenack *et al.* 2008).

3.3 FERRAMENTAS DE COLETA DE DADOS

A construção da base empírica desta pesquisa fundamenta-se na utilização de dados secundários de natureza socioeconômica e territorial, provenientes de fontes oficiais, com ênfase na articulação entre informações demográficas e dados espaciais. O percurso metodológico foi estruturado em etapas sucessivas de obtenção, tratamento, operacionalização e integração dos dados, visando assegurar rigor analítico, reprodutibilidade e comparabilidade entre os indicadores construídos.

Os dados socioeconômicos foram obtidos a partir dos microdados do Censo Demográfico de 2022, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), juntamente às respectivas malhas territoriais dos setores censitários do município de Porto Alegre. A seleção das variáveis foi orientada por dois critérios principais:

a) pertinência teórica para a análise da vulnerabilidade social;
b) compatibilidade com a estrutura conceitual do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), proposto pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

O tratamento inicial dos dados foi realizado no software Microsoft Excel, envolvendo procedimentos sistemáticos de:

a) limpeza da base de dados, com exclusão de registros inconsistentes ou incompletos;
b) padronização das variáveis, com organização em formato tabular estruturado;
c) construção de indicadores derivados, por meio da transformação de variáveis absolutas em medidas proporcionais (percentuais), garantindo comparabilidade entre setores censitários com diferentes tamanhos populacionais.
d) os indicadores foram normalizados por meio do método min-max, conforme a equação: exceto a renda, que foi inverso, visto que quanto menor a renda, mais vulnerável.

Variável normalizada = (valor observado − valor mínimo) / (valor máximo − valor mínimo)

Os valores variam entre 0 (menor vulnerabilidade) e 1 (maior vulnerabilidade), sendo os parâmetros mínimo e máximo definidos com base na distribuição dos próprios setores censitários de Porto Alegre, permitindo captar as desigualdades internas do município. Para cada dimensão, foi calculada a média aritmética simples dos indicadores normalizados, resultando em três subíndices. O IVS final foi obtido pela média aritmética dos subíndices, adotando ponderação igualitária, conforme a metodologia original do IPEA (Costa *et al*. 2018).

a) Infraestrutura urbana: dimensão que contempla variáveis de vulnerabilidade de infraestrutura urbana e procura refletir as condições de acesso aos serviços de saneamento básico e de mobilidade urbana, dois aspectos relacionados ao lugar de domicílio das pessoas e que impactam significativamente no bem-estar.
b) Capital humano: dimensão que abrange variáveis referentes à capital humano e envolve dois aspectos que determinam as perspectivas (atuais e futuras) de inclusão social dos indivíduos: saúde e educação. Nesse sentido, as variáveis retratam não só a presença atual destes ativos e recursos nas populações, mas também o potencial que suas gerações mais novas apresentam de ampliá-lo.
c) Renda e trabalho: dimensão que agrupa não só variáveis relativas à insuficiência de renda presente, mas incorpora outros fatores que, associados ao fluxo de renda, configuram um estado de insegurança de renda: a desocupação de adultos; a ocupação informal de adultos pouco escolarizados; a dependência com relação à renda de pessoas idosas; assim como a presença de trabalho infantil.

Abaixo o quadro detalhado da metodologia do IPEA:

Quadro 4 - Metodologia do IPEA indicadores e variáveis

IVS	
IVS infraestrutura urbana	Percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados.
	Percentual da população que vive em domicílios urbanos sem serviço de coleta de lixo.
	Percentual de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo e que gastam mais de uma hora até o trabalho no total de pessoas ocupadas, vulneráveis e que retornam diariamente do trabalho.
	Mortalidade até 1 ano de idade.
	Percentual de crianças de 0 a 5 anos que não frequentam a escola.
	Percentual de pessoas de 6 a 14 anos que não frequentam a escola.
	Percentual de mulheres de 10 a 17 anos de idade que tiveram filhos.

IVS capital humano	Percentual de mães chefes de família sem ensino fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade no total de mulheres chefes de família.
	Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade.
	Percentual de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo.
	Percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo na população total dessa faixa etária.
IVS renda e trabalho	Proporção de pessoas com renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo.
	Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade.
	Percentual de pessoas de 18 anos ou mais sem ensino fundamental completo e em ocupação informal.
	Percentual de pessoas em domicílios com renda per capita inferior a meio salário-mínimo (2022) e dependentes de idosos.
	Taxa de atividade das pessoas de 10 a 14 anos de idade.

Fonte: Ipea (2015).

Embora o Índice de Vulnerabilidade Social proposto pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada tenha sido originalmente construído a partir de um conjunto específico de indicadores disponíveis nos Censos Demográficos anteriores, a aplicação integral desta metodologia encontra limitações quando se utiliza a base de microdados mais recente do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Algumas variáveis originalmente empregadas na composição do IVS não estão disponíveis ou apresentam diferenças metodológicas na estrutura do Censo Demográfico de 2022, o que exige adaptações na operacionalização do índice. Além disso, optou-se por trabalhar exclusivamente com os dados do Censo 2022, evitando a combinação com informações do Censo 2010. Embora essa estratégia pudesse ampliar o conjunto de indicadores disponíveis, a defasagem temporal de aproximadamente doze anos entre os dois levantamentos comprometeria a representatividade das condições socioeconômicas atuais da população. Considerando as transformações urbanas, demográficas e socioeconômicas ocorridas nesse período, especialmente em contextos metropolitanos dinâmicos como o de Porto Alegre, a utilização de dados mais recentes foi considerada mais adequada para representar a realidade territorial contemporânea.

Dessa forma, a construção do índice nesta pesquisa baseou-se na seleção de variáveis disponíveis no Censo Demográfico de 2022 que mantêm correspondência conceitual com as dimensões originais do IVS. A adaptação metodológica implicou a substituição de variáveis

indisponíveis por proxies conceitualmente equivalentes, mantendo coerência com as dimensões originais do índice.

Embora essa adaptação reduza a comparabilidade direta com o IVS original, garante maior aderência à realidade contemporânea, preservando a capacidade analítica do índice.

Quadro 5 - Variáveis utilizadas

Dimensão	Indicador do IVS (IPEA)	Variável utilizada no Censo 2022	Justificativa
Infraestrutura urbana	Percentual de domicílios sem coleta de lixo	Domicílios sem coleta regular de resíduos sólidos	O acúmulo de resíduos sólidos obstrui sistemas de drenagem, intensifica o escoamento superficial e potencializa inundações e alagamentos. Et al. Acselrad (2009) evidencia que a distribuição desigual dos serviços de limpeza urbana é expressão concreta da imposição desproporcional de ônus ambientais às populações periféricas
Infraestrutura urbana	Percentual de domicílios sem abastecimento de água	Domicílios sem acesso à rede de água	A ausência de rede de água está diretamente associada à precariedade da infraestrutura urbana como um todo. Wisner *et al.* (2004) identificam o déficit de serviços básicos como "condição insegura" que amplifica a exposição ao risco. Em contextos de inundação, domicílios sem rede de água tornam-se vetores de contaminação hídrica. Maricato (2015) demonstra que essa ausência nas periferias não é acidental, mas produto estrutural do modelo de urbanização brasileiro
Infraestrutura urbana	Percentual de domicílios sem acesso a rede de esgoto	Domicílios sem acesso à rede de esgotamento sanitário	O déficit de esgotamento sanitário é um dos indicadores mais diretos da precariedade das condições de vida nas periferias. Em situações de inundação, dejetos a céu aberto se dispersam pelos espaços habitados, transformando eventos hidrológicos em crises de saúde pública. Hasenack *et al.* (2008) evidenciam que as áreas de risco em Porto Alegre coincidem com os territórios de maior déficit de saneamento, revelando a indissociabilidade entre infraestrutura precária e exposição ao risco
Capital humano	Taxa de analfabetismo da população adulta	População de 15 anos ou mais não alfabetizada	O analfabetismo reduz severamente a capacidade adaptativa das populações frente ao risco. Populações analfabetas têm acesso limitado a alertas oficiais, sistemas de evacuação e canais de acesso a auxílios pós-desastre. Cutter (1996) identifica o baixo nível de escolaridade como fator

			estruturante da vulnerabilidade, pois reduz a capacidade de antecipar, resistir e recuperar-se de eventos adversos
Capital humano	Presença de grupos etários potencialmente mais vulneráveis	Percentual de crianças na população (0 e 9 anos)	Crianças constituem o grupo etário de maior dependência e menor autonomia em situações de emergência, não evacuam sozinhas, não interpretam alertas e não acessam sistemas de proteção sem mediação adulta. A concentração de crianças em territórios de risco amplifica a vulnerabilidade coletiva, pois implica maior demanda por serviços de proteção e menor capacidade de resposta autônoma. São consideradas crianças pessoas entre 0 e 9 anos, nesta presente pesquisa.
Capital humano	Presença de grupos etários potencialmente mais vulneráveis	Percentual de idosos na população (60+)	Idosos apresentam maior vulnerabilidade física frente a eventos extremos por conta de maior dependência de cuidados, e dependendo do contexto, a dificuldade na hora da evacuação. São considerados idosos pessoas acima de 60 anos, nesta presente pesquisa.
Renda e trabalho	Renda domiciliar per capita inferior a meio salário-mínimo	Renda média do responsável do domicílio	A insuficiência de renda opera como mecanismo de aprisionamento territorial: famílias com renda precária não têm capacidade de escolher onde morar e são empurradas para os terrenos que o mercado imobiliário descarta, precisamente os mais perigosos. A renda insuficiente limita a capacidade de reconstrução após desastres e aumenta a dependência de auxílios emergenciais que, chegam de forma tardia e insuficiente às populações mais necessitadas. Acselrad (2009, p. 17) define injustiça ambiental como a imposição desproporcional de riscos às populações menos dotadas de recursos financeiros, e essa variável é o indicador mais direto dessa condição.

Fonte: Autora, a partir de IBGE (2022).

Dessa forma, o Índice de Vulnerabilidade Social adotado nesta pesquisa consiste em uma adaptação metodológica do IVS original, ajustada às variáveis disponíveis no Censo 2022 e aos objetivos analíticos propostos. Tal adaptação não implica ruptura com o modelo original, mas sim sua atualização empírica, mantendo-se a estrutura conceitual baseada nas três dimensões fundamentais da vulnerabilidade. O IVS, nesse contexto, permite traduzir

empiricamente essas desigualdades, possibilitando identificar onde se localizam as populações mais vulneráveis e como essa vulnerabilidade se relaciona com a exposição a riscos ambientais.

Importa reconhecer que toda adaptação metodológica implica limitações. A substituição de variáveis por proxies funcionais, ainda que metodologicamente justificada, pode introduzir imprecisões na comparação direta com resultados do IVS original. No entanto, conforme argumentam Costa *et al.* (2018, p. 17), a escolha das dimensões e variáveis de um índice sintético depende, em grande medida, da disponibilidade de dados específicos, válidos e coletados com regularidade. Diante das transformações na estrutura do Censo 2022, a adaptação aqui realizada representa uma atualização analítica necessária, que mantém os fundamentos conceituais do instrumento e assegura sua pertinência para a análise contemporânea da vulnerabilidade social nas periferias de Porto Alegre.

As variáveis selecionadas foram organizadas de acordo com as três dimensões estruturantes do Índice de Vulnerabilidade Social, infraestrutura urbana, capital humano e renda e trabalho, preservando a lógica multidimensional proposta pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, ainda que com adaptações decorrentes da disponibilidade de dados no Censo Demográfico de 2022.

Para a caracterização dos riscos geo-hidrológicos, foram utilizadas duas bases de dados oficiais complementares: o levantamento do Serviço Geológico do Brasil (SGB, 2022), que fornece diagnósticos técnicos sobre processos perigosos - inundações, enxurradas, alagamentos, movimentos de massa e erosão fluvial, e o Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR, 2026), elaborado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em parceria com o Ministério das Cidades, que atualizou algumas áreas do mapeamento anterior. Ambas as bases foram disponibilizadas em formato vetorial (polígonos), permitindo sua integração em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica. Os dados foram tratados em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), utilizando os softwares *QGIS e ArcGIS,* com projeção cartográfica *UTM* e *datum SIRGAS 2000*, garantindo a padronização espacial necessária à sobreposição com demais conjuntos de dados. A análise considerou os setores classificados com grau de risco alto (R3) e muito alto (R4), totalizando 333 setores distribuídos por tipologia de processo - hidrológico, geodinâmico e misto - e por nível de criticidade.

No terceiro momento, foi realizada a análise espacial integrada entre risco e vulnerabilidade. Os setores censitários com seus respectivos valores de IVS foram exportados do Excel e incorporados ao *QGIS e ArcGIS*, sendo sobrepostos aos polígonos de risco do PMRR e do SGB. Foram utilizadas técnicas de sobreposição espacial para identificar os setores

censitários com interseção nas zonas de risco, possibilitando a análise comparativa entre os dois grupos.

Para assegurar precisão conceitual, a pesquisa adota a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) e autores de referência. A partir da aplicação integrada dessas etapas, tratamento dos dados no Excel, cálculo do IVS por média aritmética, análise estatística e espacial no *QGIS e ArcGIS*, e adoção de conceitos técnicos padronizados para os riscos, a pesquisa pretende oferecer uma leitura da relação entre vulnerabilidade social e riscos geo-hidrológicos em Porto Alegre.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta e discute os resultados da análise integrada entre os riscos geo-hidrológicos e a vulnerabilidade social no município de Porto Alegre. Inicialmente, examina-se a distribuição espacial dos setores classificados com risco alto e muito alto, buscando identificar os padrões territoriais associados aos processos hidrológicos e geodinâmicos. Em seguida, analisa-se o perfil de vulnerabilidade social dos setores censitários que intersectam as áreas de risco, a partir das dimensões de infraestrutura urbana, capital humano e renda. Por fim, avalia-se a sobreposição entre exposição e vulnerabilidade, com o objetivo de evidenciar como as desigualdades socioespaciais estruturam a distribuição dos riscos e contribuem para a configuração de situações de injustiça ambiental no município.

4.1 DISTRIBUIÇÃO DOS RISCOS GEO-HIDROLÓGICOS

A distribuição espacial dos riscos geo-hidrológicos em Porto Alegre revela um padrão territorial marcadamente desigual, no qual a concentração das áreas de risco não resulta apenas das características físicas do terreno, mas expressa dinâmicas históricas de produção do espaço urbano. Com base nos levantamentos do Serviço Geológico do Brasil (SGB, 2022) e no Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR, 2026) - que abrangem o mapeamento municipal e a atualização setorizada dos territórios suscetíveis a escorregamentos, enxurradas e inundações, é possível identificar onde esses riscos se concentram e compreender os processos socioespaciais que explicam essa distribuição.

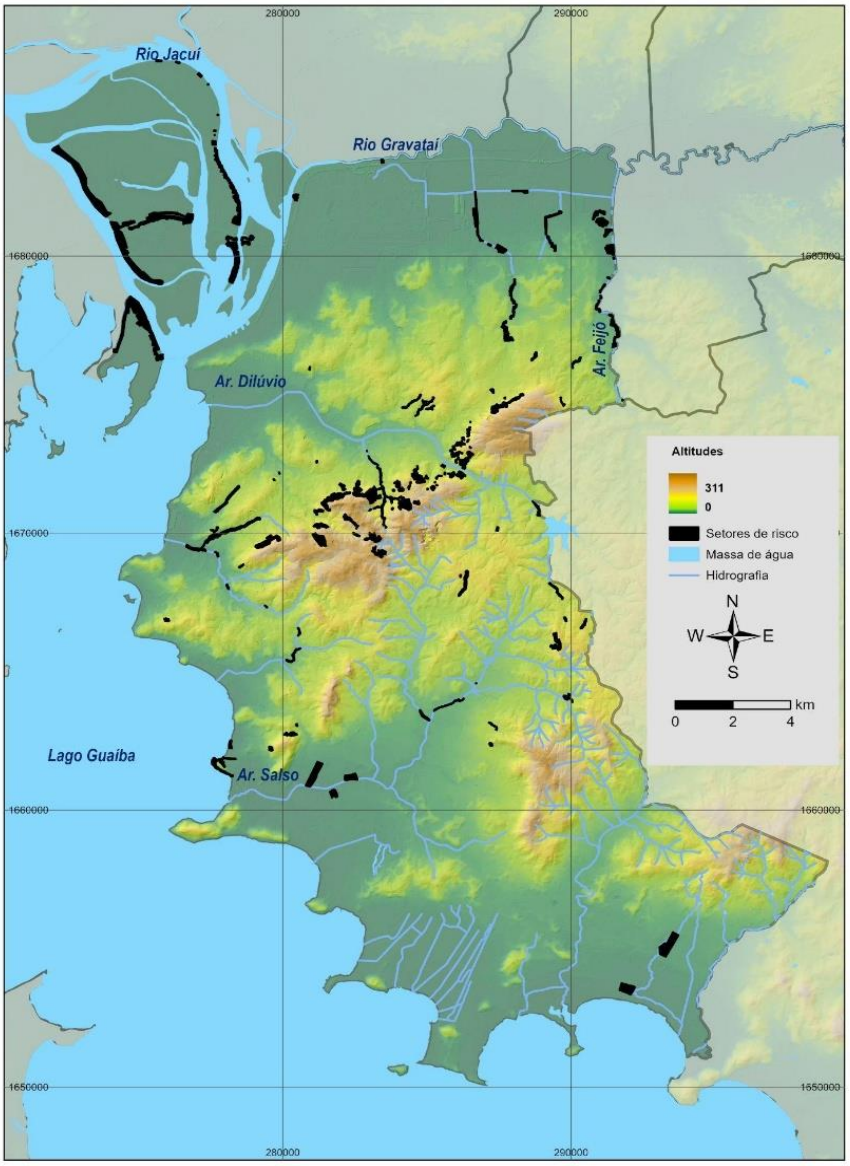
Essa distribuição territorial está sintetizada na Figura 4, que apresenta o mapeamento das áreas de risco geo-hidrológico no município. O produto cartográfico possibilita visualizar a localização desses processos no espaço urbano e identificar padrões espaciais relacionados às características ambientais e à dinâmica de expansão da cidade. De modo geral, observa-se que os riscos geo-hidrológicos não se distribuem de maneira homogênea no território, apresentando maior concentração em determinadas regiões do município.

A análise da distribuição espacial dessas áreas, como demonstra a Figura 4, evidencia que grande parte dos riscos está associada a territórios caracterizados por maior fragilidade ambiental, como encostas, morros e margens de cursos d'água. Nessas áreas, fatores como declividade acentuada, solos suscetíveis à instabilidade e a presença de ocupações urbanas frequentemente marcadas pela precariedade da infraestrutura contribuem para ampliar a suscetibilidade a processos como escorregamentos, enxurradas e inundações. Esse padrão

territorial reflete, em grande medida, os processos de expansão urbana e de ocupação desigual do espaço, que historicamente direcionaram parcelas significativas da população de baixa renda para áreas ambientalmente mais frágeis, como encostas e planícies sujeitas à inundação. Esse processo está associado à dinâmica de periferização urbana e à ocupação progressiva de terrenos menos valorizados do ponto de vista imobiliário, frequentemente marcados por maiores limitações ambientais. A análise espacial indica a presença de dois grandes padrões territoriais de risco no município: o primeiro associado às áreas de encosta do sistema de morros da porção leste da cidade, onde predominam processos de instabilidade geotécnica, e o segundo relacionado às planícies fluviais e áreas de baixa altitude próximas aos principais cursos d'água, onde predominam processos hidrológicos como inundações e enxurradas.

Dessa forma, a distribuição dos riscos geo-hidrológicos no município não pode ser compreendida apenas a partir das características físicas do território, mas também a partir das dinâmicas sociais e econômicas que estruturaram a produção do espaço urbano ao longo do tempo.

Figura 4 - Mapa de altitudes e distribuição dos setores de risco geo-hidrológico em Porto Alegre



Fonte: Elaborado pela autora.

Cabe ressaltar que os setores representados na Figura 4 correspondem exclusivamente às áreas classificadas como de risco alto (R3) e muito alto (R4) recorte que delimita o escopo desta análise. Tal classificação refere-se especificamente ao risco a movimentos de massa e processos geo-hidrológicos associados a encostas, não esgotando, portanto, o conjunto de ameaças a que a população de Porto Alegre está exposta. Existem ainda áreas classificadas em graus de risco inferiores (R1 e R2), bem como porções do território não contempladas por essa setorização.

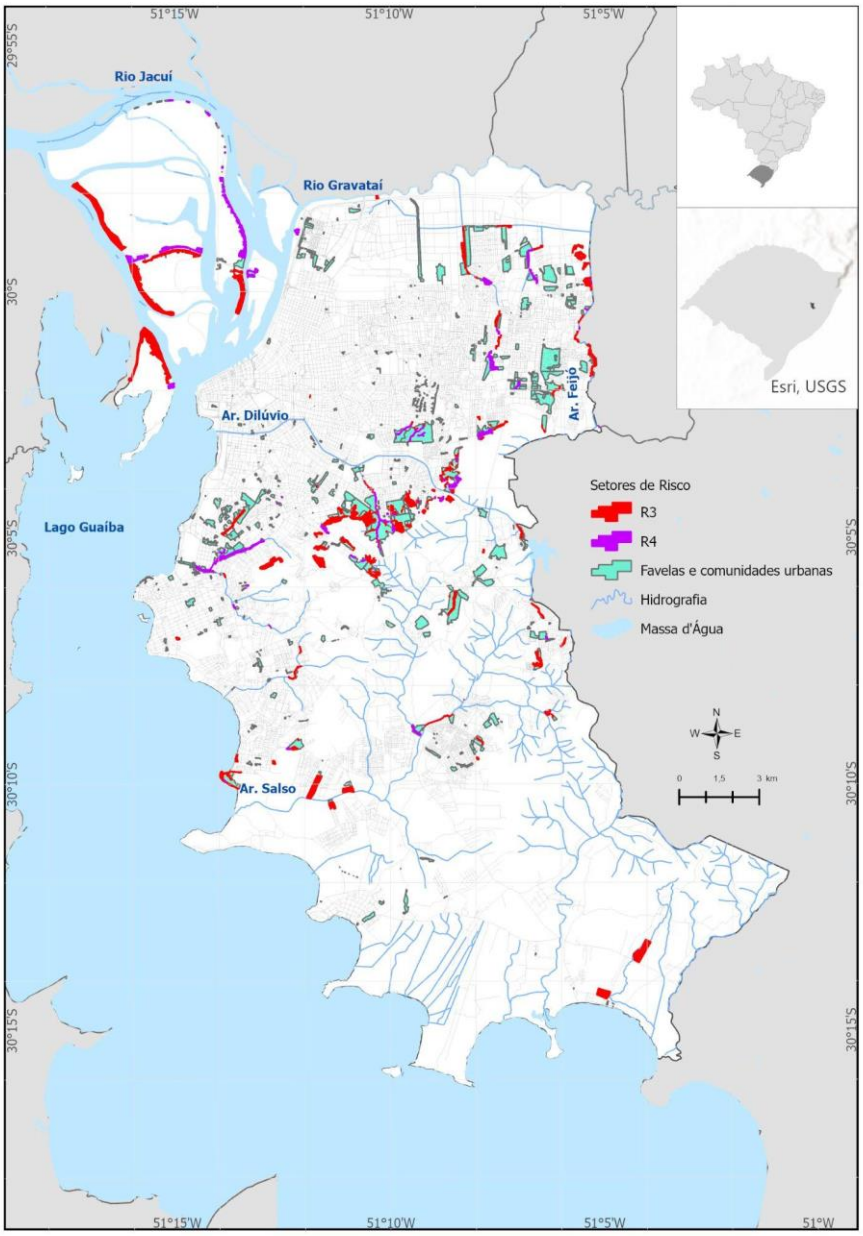
Essa delimitação impõe uma limitação relevante ao trabalho, evidenciada pela inundação de maio de 2024. O evento atingiu extensas áreas da cidade, sobretudo nas porções mais baixas do relevo, associadas às planícies de inundação e ao Sistema Laguna-Barreira, que

não figuravam entre os setores de risco alto ou muito alto da classificação adotada, mas que se revelaram altamente vulneráveis e sujeitas a danos de grande magnitude. Isso indica que a setorização do PMRR, embora fundamental para a gestão do risco geotécnico em encostas, não captura integralmente a exposição da população a inundações de grande escala, cuja dinâmica responde a fatores hidrológicos e hidrográficos de bacia que extrapolam o recorte aqui analisado. Reconhece-se, assim, que os resultados desta pesquisa se aplicam ao risco geo-hidrológico de encostas nos termos do PMRR, devendo ser lidos como uma dimensão, e não a totalidade, do quadro de riscos urbanos da cidade.

A leitura integrada da distribuição altimétrica e da localização dos setores de risco permite identificar dois grandes padrões territoriais de ocorrência dos riscos geo-hidrológicos no município. O primeiro está associado às áreas de encosta do sistema de morros que se estende principalmente pela porção leste da cidade, onde as declividades mais acentuadas favorecem processos de instabilidade geotécnica, como escorregamentos e movimentos de massa. O segundo padrão está relacionado às áreas de planície e baixa altitude situadas próximas aos principais cursos d'água e ao entorno do Lago Guaíba, onde predominam processos hidrológicos como inundações e enxurradas. Essa configuração evidencia que os riscos geo-hidrológicos em Porto Alegre se estruturam a partir da interação entre características físicas do território e formas específicas de ocupação urbana, resultando em diferentes tipologias de risco distribuídas no espaço urbano.

Em 2026, foram identificados 333 setores de risco geo-hidrológico no município de Porto Alegre (SGB; PMRR), distribuídos em três categorias tipológicas: 183 setores de processos hidrológicos, 103 de processos geodinâmicos e 47 de processos geodinâmicos e hidrológicos combinados.

Figura 5 - Sobreposição entre setores de risco geo-hidrológico (R3 e R4) e áreas de favelas e comunidades urbanas no município de Porto Alegre



Fonte: Elaborado pela autora.

A concentração periférica dos riscos fica evidente quando se observa que 266 dos 333 setores, mais de 80%, estão diretamente associados a vilas e comunidades urbanas. Essa distribuição não resulta de uma coincidência geográfica, mas de um processo histórico: a valorização fundiária das áreas centrais e a insuficiência da habitação popular formal empurraram sucessivas gerações de trabalhadores para terrenos rejeitados pelo mercado imobiliário, encostas íngremes, várzeas alagáveis, margens de arroios. Assim, é possível observar que os bairros que hoje concentram o maior número de setores de risco, Jardim Carvalho, Vila São José, Coronel Aparício Borges, Vila João Pessoa e Arquipélago, figuram

entre as áreas de urbanização mais precária e menor renda per capita do município, evidenciando que a cartografia do risco em Porto Alegre acompanha a cartografia da desigualdade urbana. Compreender por que essa correspondência existe exige recuar no tempo. O processo de periferização urbana entendido não como expansão espontânea, mas como deslocamento estrutural das populações de baixa renda para as franjas da cidade é, em Porto Alegre, o mecanismo histórico que explica a atual distribuição dos riscos. Tal fenômeno também foi evidenciado por Maricato (2011), quando argumenta que a urbanização brasileira produziu uma cidade dual: de um lado, a cidade legal, objeto de planejamento e investimento público; de outro, a cidade ilegal, construída à margem do Estado sobre os terrenos que o mercado imobiliário formal havia descartado, precisamente por serem frágeis, alagáveis, instáveis.

A desagregação dos 266 setores por tipologia de processo revela dois padrões territoriais distintos. O primeiro reúne os setores de risco geodinâmico, escorregamentos e movimentos de massa, concentrados nas encostas da zona leste e nordeste, onde se inserem bairros como Jardim Carvalho, Coronel Aparício Borges e Vila São José. O segundo agrupa os setores de risco hidrológico, inundações e enxurradas, localizados nas planícies fluviais do Arquipélago e da zona norte. Os cinco bairros que concentram o maior número de setores de risco, Jardim Carvalho, Vila São José, Coronel Aparício Borges, Vila João Pessoa e Arquipélago, distribuem-se entre esses dois padrões e figuram entre as áreas de menor renda per capita e urbanização mais precária do município.

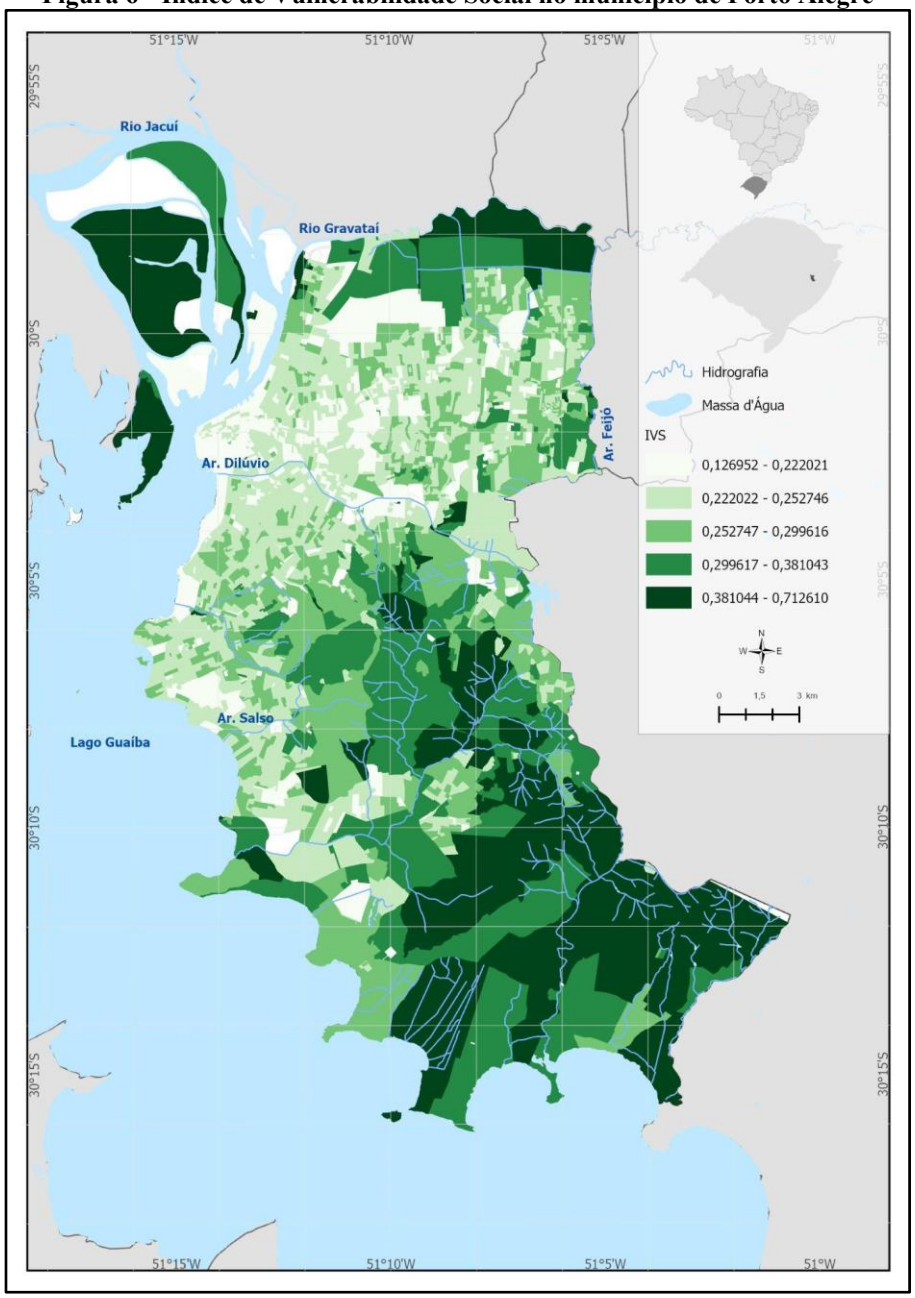
4.2 DISTRIBUIÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIAL

A identificação dos setores de risco geo-hidrológico realizada na seção anterior permite avançar para uma questão central deste estudo: quem são as populações que residem nesses territórios e em que condições vivem? Responder a essa pergunta exige analisar o perfil socioeconômico dos habitantes das áreas de risco a partir do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), instrumento que permite caracterizar, em escala de setor censitário, as condições de infraestrutura, capital humano e renda das populações expostas.

A espacialização do Índice de Vulnerabilidade Social, conforme se pode observar na Figura 6, evidencia uma distribuição territorial desigual das condições socioeconômicas no município de Porto Alegre. Observa-se que os menores níveis de vulnerabilidade se concentram predominantemente nas áreas centrais da cidade e em parte da zona sul mais consolidada, regiões caracterizadas por maior acesso à infraestrutura urbana, melhores condições

habitacionais e maior disponibilidade de serviços públicos. Esse padrão reflete a histórica concentração de renda e de investimentos urbanos nas áreas mais valorizadas do território municipal. Em contraste, os maiores níveis de vulnerabilidade social concentram-se sobretudo nas porções periféricas do município, com destaque para setores localizados nas zonas norte, leste e nordeste da cidade, além de áreas do Arquipélago, precisamente as mesmas regiões onde se concentram os setores de risco identificados na seção anterior.

Figura 6 - Índice de Vulnerabilidade Social no município de Porto Alegre

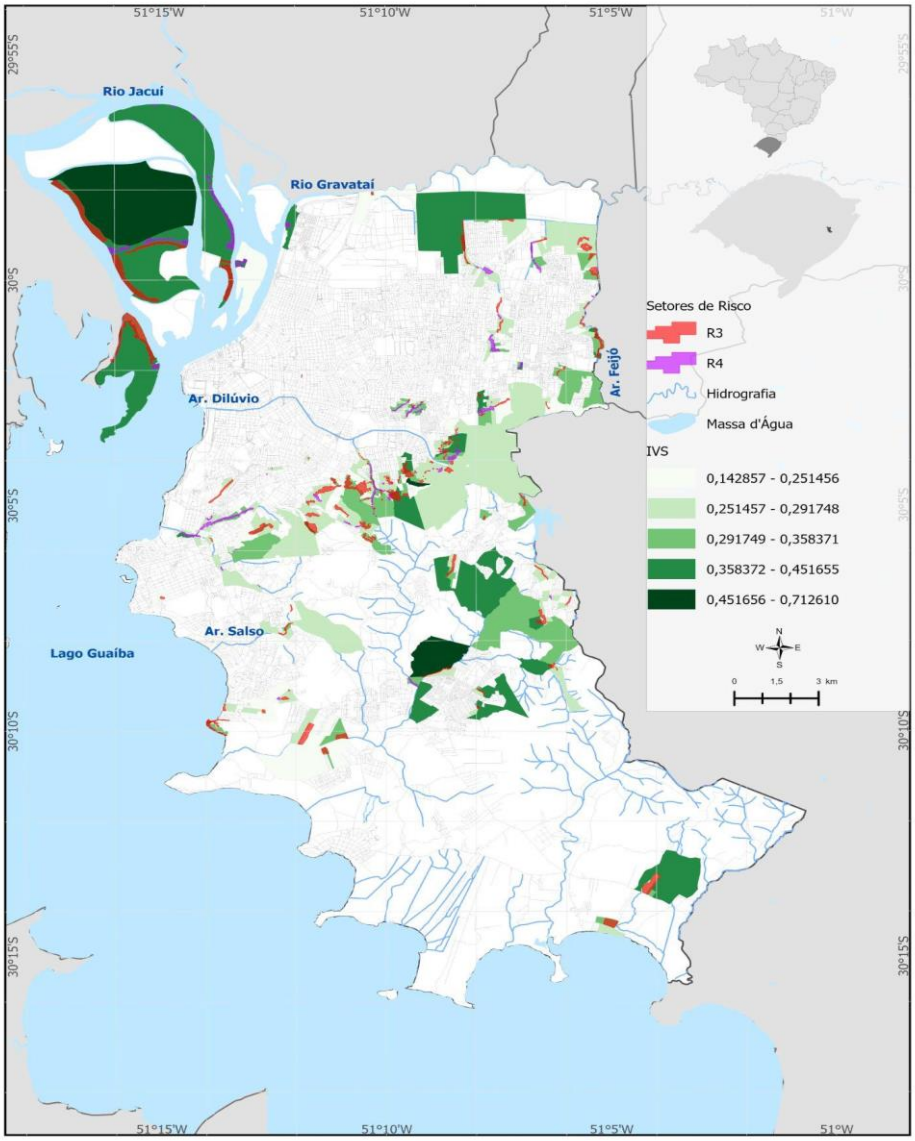


Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando especificamente os 317 setores censitários com dados válidos que intersectam áreas classificadas com risco alto e muito alto, observa-se que o IVS médio desse

conjunto é de 0,293, valor que supera em 19% a média dos demais setores do município (0,246). Esse resultado indica que as populações residentes em áreas de risco apresentam condições de vulnerabilidade social sistematicamente mais elevadas do que o restante da cidade. Para compreender em profundidade o perfil socioeconômico dessas populações, a análise a seguir desagrega o IVS em suas três dimensões constitutivas, infraestrutura urbana, capital humano e renda e trabalho, considerando exclusivamente os setores censitários que intersectam áreas de risco no município.

Figura 7 - Mapa do IVS dos setores censitários que intersectam com os setores de risco



Fonte: Elaborado pela autora.

Os dados desagregados por dimensão do IVS, apresentados no quadro 6, permitem compreender quais aspectos da vulnerabilidade social se mostram mais intensamente

associados à condição de risco geo-hidrológico, revelando diferenças expressivas entre os setores censitários em área de risco e os demais setores do município.

Tabela 1 - Índice de Vulnerabilidade Social e seus subíndices: comparação entre setores censitários em área de risco geo-hidrológico e demais setores do município de Porto Alegre, 2022

Dimensão	Indicador	Setores em risco	Demais setores	Diferença
Infraestrutura urbana	**Subíndice médio**	0,094	0,020	+378%
	Sem esgotamento sanitário	0,230	0,048	+375%
	Sem rede geral de água	0,027	0,007	+284%
	Sem coleta regular de lixo	0,024	0,003	+633%
Capital humano	**Subíndice médio**	0,094	0,020	+6%
	Analfabetismo (15 anos ou mais)	0,085	0,029	+190%
	Proporção de crianças	0,425	0,275	+55%
	Proporção de idosos	0,310	0,466	-34%
Renda	**Subíndice médio**	0,950	0,891	+7%
IVS agregado		**0,293**	**0,246**	**+19%**

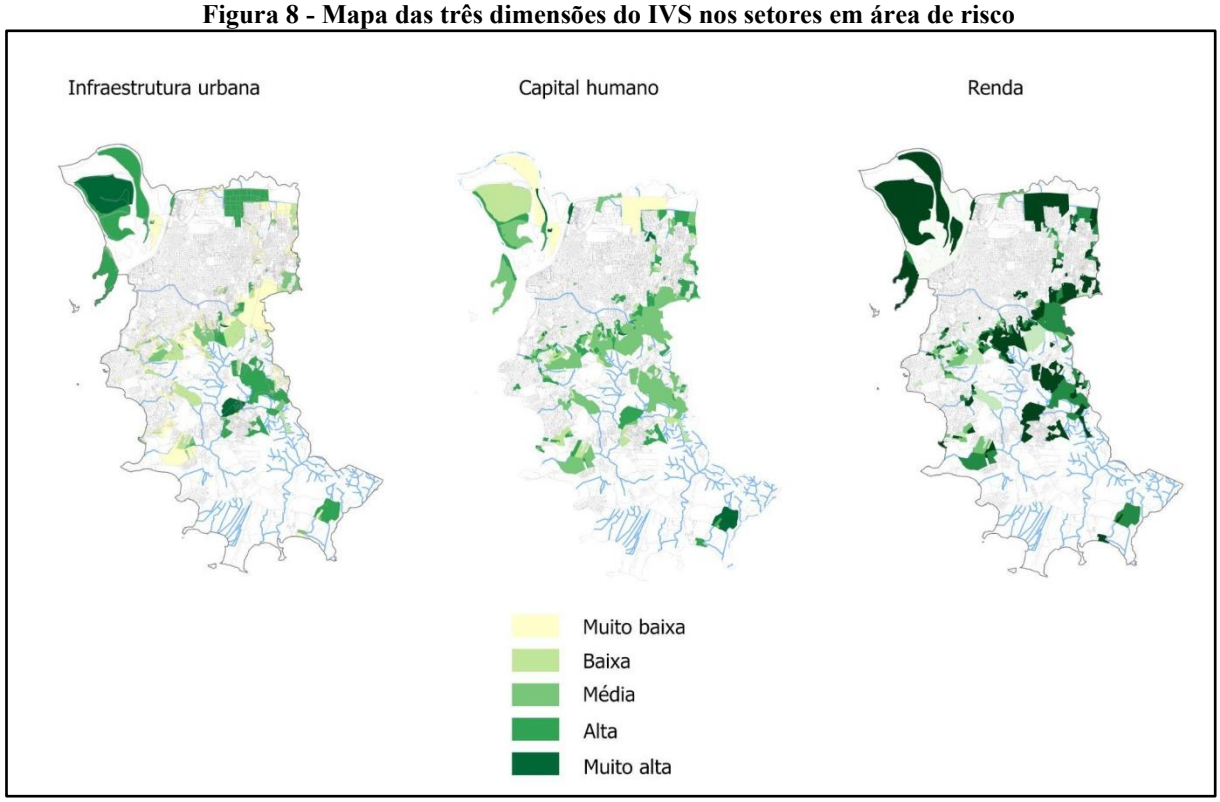
Fonte: Elaborado pela autora.
Nota: Valores normalizados em escala de 0 a 1, onde 1 indica maior vulnerabilidade. Diferenças calculadas em relação à média dos demais setores.

Os dados revelam que a dimensão de infraestrutura urbana concentra as disparidades mais severas entre os dois grupos. O subíndice médio dos setores em risco (0,094) é 378% superior ao dos demais setores (0,020), diferença que se aprofunda quando observados os indicadores desagregados: a ausência de coleta regular de lixo apresenta diferença de 633%, e a falta de esgotamento sanitário, de 375%. Esses números evidenciam que os setores em área de risco são, ao mesmo tempo, os mais expostos a processos geo-hidrológicos e os mais desprovidos da infraestrutura que seria capaz de mitigar seus efeitos, o que converge diretamente com o argumento de Wisner *et al.* (2004) sobre as "condições inseguras" como produto da privação histórica de serviços urbanos. Na dimensão de capital humano, destaca-se a taxa de analfabetismo 190% superior e a proporção de crianças 55% maior nos setores de

risco, indicando populações com menor capacidade adaptativa e maior dependência de redes de proteção social. O único indicador com comportamento inverso, a proporção de idosos, 34% menor nos setores de risco do que nos demais, sugere que essa população mais envelhecida tende a residir em áreas já consolidadas da cidade, enquanto as áreas de risco concentram populações mais jovens, frequentemente chegadas por processos recentes de periferização. Em conjunto, esses dados sustentam empiricamente a tese central desta pesquisa: a sobreposição entre vulnerabilidade social e risco geo-hidrológico não é coincidência geográfica, mas expressão territorial das desigualdades estruturais que organizam o espaço urbano de Porto Alegre.

A Figura 8 apresenta a espacialização das três dimensões do IVS para esses territórios. A análise desagregada dos subíndices evidencia que os processos de fragilidade social não se manifestam de forma homogênea no espaço urbano: diferentes áreas da cidade apresentam combinações distintas de limitações relacionadas às condições de infraestrutura, capital humano e renda.

Figura 8 - Mapa das três dimensões do IVS nos setores em área de risco



Fonte: Elaborado pela autora.

O subíndice médio de infraestrutura nos setores em área de risco (0,094) é 378% superior à média dos demais setores do município (0,020) e à média municipal geral (0,028), sendo a dimensão que apresenta a maior diferença proporcional entre os dois grupos. A análise

por componente evidencia que a ausência de esgotamento sanitário é o indicador mais crítico: nos setores em risco, 22,9% dos domicílios não têm acesso à rede de esgoto, valor 375% acima do observado nos demais setores (4,8%). A ausência de coleta de lixo apresenta diferença ainda mais expressiva em termos relativos, com os setores em risco registrando proporção 633% superior à dos demais. Esses resultados confirmam que a precariedade de infraestrutura urbana é a dimensão que mais distingue os territórios de risco do restante da cidade, operando tanto como fator de vulnerabilidade social quanto como amplificador direto dos danos geo-hidrológicos, uma vez que a ausência de drenagem, saneamento e coleta de resíduos intensifica os impactos de inundações e enxurradas sobre as populações residentes. Esse resultado encontra respaldo direto no modelo de Wisner *et al.* (2004), que identifica a ausência de serviços básicos como uma das principais 'condições inseguras' que amplificam o impacto dos eventos físicos sobre populações vulneráveis. A taxa de 22,9% de domicílios sem esgoto nos setores em risco materializa, em termos empíricos, o que o modelo descreve como vulnerabilidade estruturalmente produzida, não como ausência individual de recursos, mas como resultado de omissão sistêmica do Estado na provisão de infraestrutura urbana para territórios periféricos.

O subíndice médio de capital humano nos setores em área de risco (0,273) supera a média dos demais setores do município (0,257) e a média municipal geral (0,259), representando uma diferença de 6,4%. A análise por componente revela, contudo, que essa diferença não é homogênea: a taxa de analfabetismo nos setores em risco (0,085) é 190% superior à dos demais setores (0,029), e a proporção de crianças (0,425) supera em 54,6% a observada fora das áreas de risco (0,275). Em sentido contrário, a proporção de idosos é menor nos setores em risco (0,310) do que nos demais (0,466), o que contribui para a maior dispersão espacial dessa dimensão em relação às demais. Esse padrão indica que a vulnerabilidade de capital humano nos territórios de risco se concentra sobretudo na presença de população infantil e nos déficits educacionais, grupos com menor autonomia e maior dependência de serviços públicos para enfrentar situações de emergência. Esse dado não é apenas um indicador educacional: ele revela uma dimensão de vulnerabilidade invisível nos mapas de risco convencionais. Populações com menor escolaridade têm menor capacidade de decodificar alertas oficiais, acessar sistemas de informação sobre evacuação e navegar pelos processos burocráticos de acesso a auxílios pós-desastre, dentre outras delimitações.

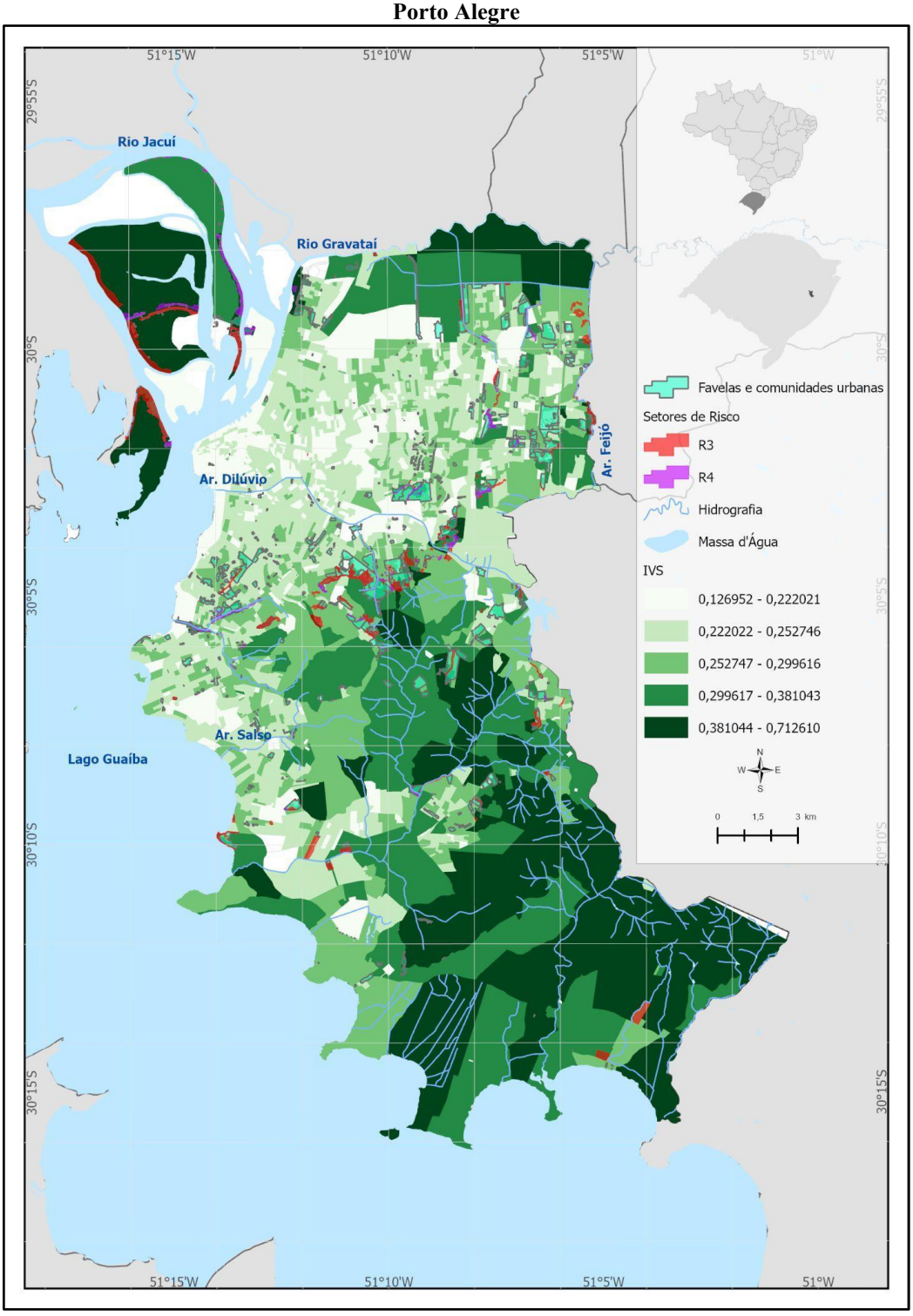
Os setores censitários em área de risco apresentaram valor médio de 0,950, superior à média dos demais setores do município (0,891) e à média municipal geral (0,898). Esses valores indicam que as populações residentes nos territórios de risco enfrentam condições de renda sistematicamente mais precárias do que o conjunto da cidade, reforçando a compreensão de que

a exposição aos riscos geo-hidrológicos em Porto Alegre se sobrepõe a condições de vulnerabilidade econômica preexistentes, o que limita a capacidade dessas populações de responder e se recuperar de eventos extremos.

De forma comparativa, a dimensão de renda e trabalho apresenta os valores médios mais elevados de vulnerabilidade entre os setores em área de risco (0,950), seguida pela dimensão de capital humano (0,273) e pela de infraestrutura urbana (0,094). Essa hierarquia indica que as limitações de renda constituem o elemento mais estruturante na configuração da vulnerabilidade social nesses territórios. Ao mesmo tempo, é importante considerar que as três dimensões operam de forma articulada: a precariedade de renda restringe o acesso a habitação segura, a baixa escolaridade limita a capacidade de resposta a emergências, e a ausência de infraestrutura urbana amplifica os danos físicos dos eventos geo-hidrológicos. Essa sobreposição de vulnerabilidades em um mesmo território é o que caracteriza, em termos empíricos, a produção social do risco descrita por Wisner *et al.* (2004) e Acselrad (2004). O cruzamento entre os setores censitários em área de risco e sua localização por bairro revela um padrão de dupla periferização: os territórios de risco não apenas concentram vulnerabilidade superior à média municipal, mas apresentam IVS sistematicamente acima da média do próprio bairro onde estão inseridos. No Bairro Partenon, os setores em risco têm IVS 42,1% superior à média geral do bairro; no Bairro Restinga, 23,1%; e no bairro Jardim Carvalho, 22,4%. Esse padrão indica que, mesmo em bairros periféricos, que já apresentam condições socioeconômicas mais precárias que as áreas centrais, os setores classificados como de risco geo-hidrológico representam a camada mais vulnerável dentro de um universo já vulnerável. A exclusão, nesse sentido, é composta: periferização em relação ao centro da cidade e, dentro da própria periferia, concentração nos territórios de maior fragilidade ambiental.

Em síntese, o perfil socioeconômico das populações residentes em áreas de risco geo-hidrológico em Porto Alegre é marcado pela acumulação simultânea de precariedades: menor acesso a saneamento e serviços urbanos, maior presença de crianças e analfabetos, e condições de renda abaixo da média municipal. Esse conjunto de condições não apenas amplia a exposição ao risco, mas compromete estruturalmente a capacidade de resposta e recuperação dessas populações diante de eventos extremos, evidência empírica direta do argumento de que os desastres são socialmente produzidos e desigualmente distribuídos.

Figura 9 - Vulnerabilidade social, setores de risco geo-hidrológico e favelas/comunidades urbanas em Porto Alegre



Fonte: Elaborado pela autora.

A sobreposição entre o Índice de Vulnerabilidade Social, os setores de risco geo-hidrológico e as áreas classificadas como favelas e comunidades urbanas permite aprofundar a análise das desigualdades socioespaciais presentes no território de Porto Alegre. A leitura

integrada dessas camadas evidencia que uma parcela significativa das áreas identificadas como de maior vulnerabilidade social coincide espacialmente com territórios caracterizados por ocupação popular e presença de setores classificados com risco alto e muito alto. Observa-se que muitos dos setores censitários classificados com níveis elevados de vulnerabilidade localizam-se em áreas onde também se concentram setores de risco associados a processos geo-hidrológicos, especialmente nas porções leste, norte e nordeste do município, bem como em áreas do Arquipélago. Esses territórios são historicamente marcados por processos de urbanização periférica e ocupação de áreas ambientalmente mais frágeis, como encostas, margens de cursos d'água e planícies sujeitas a inundações.

A presença simultânea de vulnerabilidade social elevada e exposição a riscos ambientais nessas áreas evidencia a existência de territórios onde diferentes formas de fragilidade se sobrepõem. Nesses contextos, as populações residentes não apenas enfrentam condições socioeconômicas mais precárias, mas também estão mais expostas a processos potencialmente perigosos, como inundações, enxurradas e movimentos de massa. Essa combinação tende a ampliar a suscetibilidade dessas populações aos impactos associados a eventos extremos, reduzindo sua capacidade de resposta e recuperação diante de situações de desastre.

Além disso, a correspondência espacial entre áreas classificadas como favelas e comunidades urbanas e setores com níveis elevados de vulnerabilidade social reforça a relação entre desigualdade socioespacial e os padrões de ocupação do território urbano. Essas áreas frequentemente apresentam infraestrutura urbana limitada, condições habitacionais mais precárias e menor acesso a serviços públicos, fatores que contribuem para ampliar as condições de vulnerabilidade da população residente. Conforme destaca Ermínia Maricato em suas pesquisas, o processo de urbanização brasileiro foi marcado por um modelo de planejamento que historicamente privilegiou a cidade formal, enquanto parcelas significativas da população de baixa renda passaram a ocupar áreas ambientalmente mais frágeis como alternativa de acesso à moradia. Nesse contexto, a expansão de assentamentos populares em encostas, margens de cursos d'água e planícies sujeitas a inundações contribuiu para consolidar territórios onde a vulnerabilidade social se combina com maior exposição a processos naturais potencialmente perigosos. Assim, a presença predominante de setores de risco em vilas e comunidades urbanas não constitui apenas uma coincidência espacial, mas reflete um padrão estrutural de urbanização desigual que participa diretamente da produção social do risco no espaço urbano.

4.3 SOBREPOSIÇÃO ENTRE VULNERABILIDADE SOCIAL E RISCOS GEO-HIDROLÓGICOS

A partir do perfil socioeconômico dos territórios em risco apresentado na seção anterior, esta seção avança para o terceiro objetivo específico da pesquisa: avaliar a sobreposição espacial entre as áreas de risco geo-hidrológico e a vulnerabilidade social, demonstrando como as desigualdades socioespaciais estruturam a distribuição dos riscos no município de Porto Alegre. Para tanto, foram cruzados os 322 setores censitários com interseção às áreas de risco com seus respectivos valores de IVS, comparando sua distribuição com a dos demais 2.422 setores do município.

O Quadro 6 apresenta a distribuição dos 317 setores censitários com dados válidos que intersectam áreas de risco, organizados segundo as faixas oficiais de vulnerabilidade do IPEA.

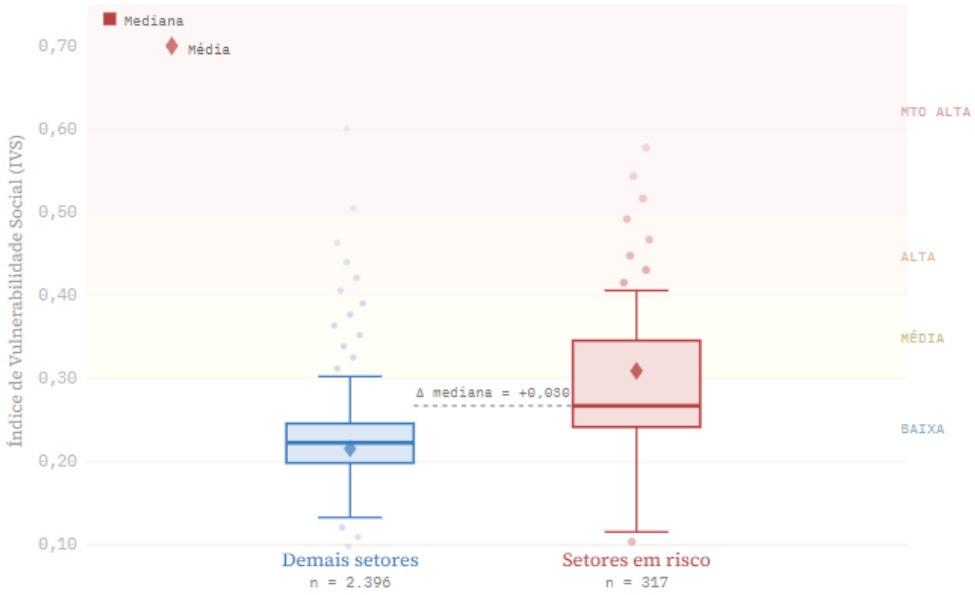
Tabela 2 - Distribuição dos setores censitários em área de risco geo-hidrológico por faixa de vulnerabilidade social - Porto Alegre, 2022

Faixa IVS (IPEA)	Vulnerabilidade	N setores	%
0,000 – 0,200	Muito Baixa	1	0,3%
0,200 – 0,300	Baixa	210	66,2%
0,300 – 0,400	Média	86	27,1%
0,400 – 0,500	Alta	16	5,0%
> 0,500	Muito Alta	4	1,3%
Total		317*	100%

Fonte: Elaborado pela autora.
Nota: *Dos 322 setores censitários que intersectam áreas de risco geo-hidrológico, 5 não apresentavam dados válidos nos microdados do Censo Demográfico 2022, sendo excluídos da análise estatística.

A distribuição por faixas evidencia que 33,4% dos setores em risco se enquadram nas categorias de vulnerabilidade média, alta ou muito alta, proporção aproximadamente seis vezes superior à observada nos demais setores do município (5,8%). Em sentido oposto, apenas 0,3% dos setores em risco apresentam vulnerabilidade muito baixa, contra 5,2% dos demais. O IVS médio dos setores em risco é de 0,293, valor 19% superior à média dos demais setores (0,246). A Figura 10 permite visualizar essa diferença entre as distribuições dos dois grupos.

Figura 10 - Distribuição do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS)



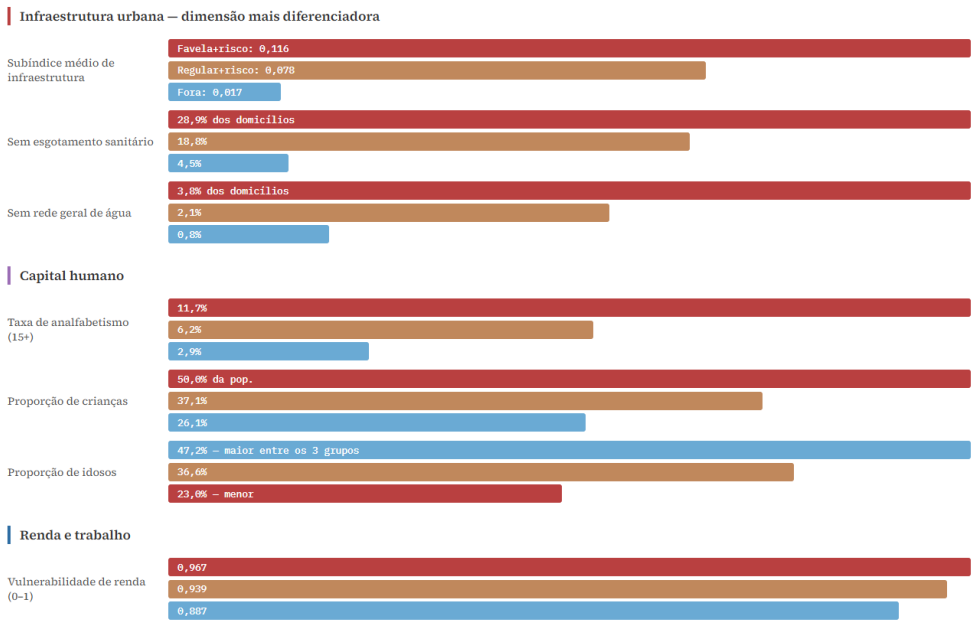
Fonte: Elaborado pela autora.

A análise por faixas torna ainda mais evidente o contraste entre os dois grupos. Enquanto 89,0% dos setores fora de área de risco se concentram na faixa de vulnerabilidade baixa, esse percentual cai para 66,2% nos setores em risco. A correlação entre o IVS e a ausência de esgotamento sanitário (0,865) e a ausência de rede geral de abastecimento de água (0,643) confirma que a precariedade de infraestrutura urbana é o principal componente de diferenciação da vulnerabilidade nesses territórios, evidência direta de que a exposição aos riscos geo-hidrológicos em Porto Alegre está associada à histórica negligência do poder público na provisão de serviços básicos nas periferias urbanas. Dos 317 setores analisados, 106 (33,4%) enquadram-se nas faixas de vulnerabilidade média, alta e muito alta, reforçando a consistência do padrão identificado. A correlação de 0,865 entre IVS e ausência de esgotamento sanitário não é uma relação técnica entre variáveis: é a expressão quantificável de décadas de omissão estatal seletiva nas periferias urbanas. Quando Maricato (2015, p. 19) argumenta que o Estado brasileiro sempre tratou a infraestrutura como prerrogativa das áreas formais, relegando as periferias à precariedade como condição permanente, ela está descrevendo exatamente o processo que produziu os números desta pesquisa. Lefebvre (2001) chamou isso de negação do direito à cidade; Acselrad (2009) chamou de injustiça ambiental; os dados do Censo 2022 em Porto Alegre chamam de 375% a mais de domicílios sem esgoto nas áreas de risco. São nomes diferentes para o mesmo fenômeno: a produção desigual do espaço urbano como mecanismo ativo de exposição diferencial ao risco.

A fim de verificar se a vulnerabilidade social observada nos territórios de risco difere estatisticamente do restante do município, realizou-se análise comparando o Índice de Vulnerabilidade Social dos setores censitários em área de risco geo-hidrológico com o dos demais setores de Porto Alegre.

Para aprofundar essa análise, a Figura 11 desagrega a distribuição dos setores por faixa de vulnerabilidade segundo a classificação oficial do IPEA, permitindo comparar diretamente a composição socioeconômica dos dois grupos.

Figura 11 - Comparação dos indicadores de vulnerabilidade social entre setores censitários

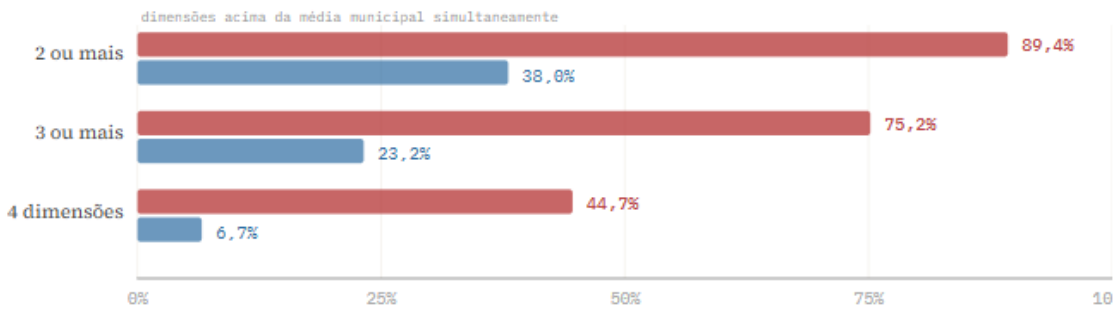


Fonte: Elaborado pela autora.

O contraste entre os dois grupos não se distribui de forma homogênea no espaço urbano. A espacialização do IVS nos setores que intersectam áreas de risco, sobreposta às classificações R3 e R4, permite identificar os territórios onde a combinação entre exposição ambiental e vulnerabilidade social se manifesta com maior intensidade. As observações registradas em campo e via satélite revelam condições recorrentes nesses territórios: vias não pavimentadas, habitações autoconstruídas próximas a cursos d'água e em encostas, e ausência visível de infraestrutura de drenagem. Em um dos setores visitados, os dados do Censo Demográfico de 2022 indicavam acesso ao saneamento básico, mas a observação de campo identificou esgoto a céu aberto, tubulações expostas e impossibilidade de acesso do veículo de coleta de resíduos em determinadas vias. Esse contraste aponta para possível subestimação da vulnerabilidade em determinados setores pelas bases censitárias, reforçando a necessidade de combinar análises quantitativas com verificação empírica nos territórios. No Arquipélago, especificamente, a observação de campo evidenciou heterogeneidade interna relevante: dentro de um mesmo setor

censitário, foram identificadas simultaneamente áreas com infraestrutura precária e moradias autoconstruídas ao lado de propriedades de alto padrão. Essa coexistência evidencia uma limitação metodológica inerente à escala de setor censitário, que pode ocultar realidades socioeconômicas distintas dentro de uma mesma unidade territorial de análise, e deve ser considerada na interpretação dos resultados. A análise por componente aprofunda a compreensão do perfil de vulnerabilidade dos territórios de risco. Do ponto de vista demográfico, os setores em área de risco apresentam razão criança/idoso de 1,37, mais do que o dobro da observada nos demais setores (0,59), o que indica a predominância de grupos etários com menor autonomia para responder a situações de emergência. Em relação à infraestrutura, 38,2% dos setores em risco registram mais de 20% dos domicílios sem esgotamento sanitário, proporção cinco vezes superior à dos demais setores (7,3%); em contraste, apenas 27,1% dos setores em risco têm cobertura total de esgoto, frente a 81,5% dos demais. O dado mais expressivo, contudo, refere-se à acumulação simultânea de precariedades: 75,2% dos setores em área de risco apresentam três ou mais dimensões de vulnerabilidade acima da média municipal ao mesmo tempo, contra 23,2% dos demais setores. Quando se considera a presença de todas as quatro dimensões analisadas acima da média, a proporção nos setores de risco (44,7%) é 6,7 vezes superior à dos demais (6,7%). Esse padrão de acumulação multidimensional é o que distingue estruturalmente os territórios de risco do restante da cidade, e é também o que explica por que os impactos dos desastres nesses territórios são sistematicamente mais severos e os processos de recuperação, mais lentos. A Figura 12 evidencia a acumulação simultânea de vulnerabilidades nos setores em área de risco, demonstrando que a precariedade não se manifesta de forma isolada, mas tende a se sobrepor em múltiplas dimensões dentro de um mesmo território.

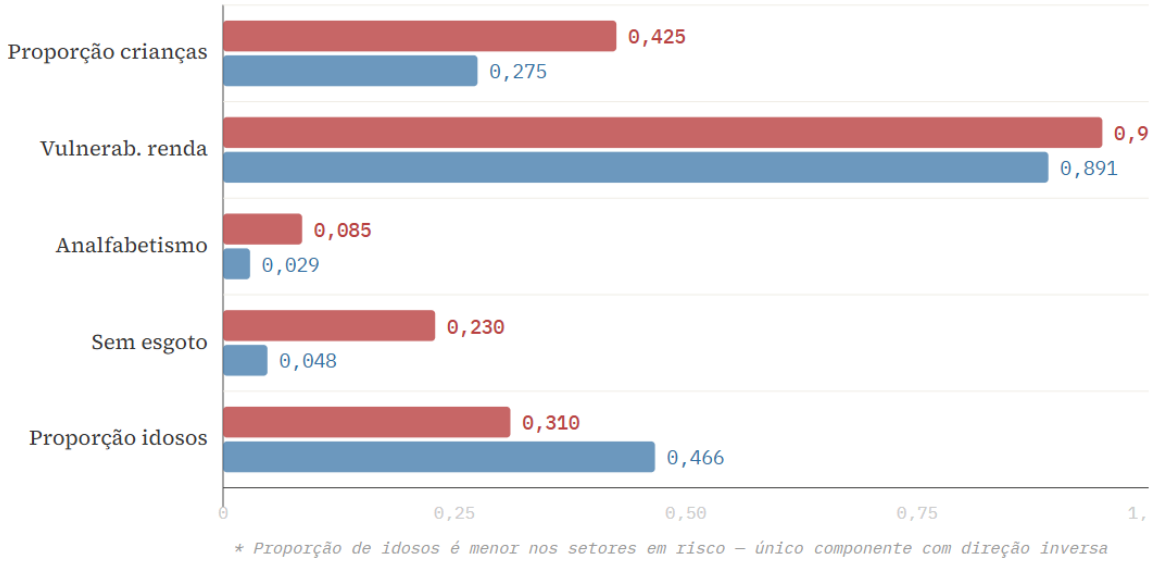
Figura 12 - Proporção de setores censitários com múltiplas dimensões do IVS simultaneamente acima da média municipal: setores em área de risco geo-hidrológico versus demais setores de Porto Alegre, 2022



Fonte: Elaborado pela autora.

Os dados revelam que 89,4% dos setores em risco apresentam ao menos duas dimensões do IVS simultaneamente acima da média municipal, frente a 38,0% dos demais setores. Quando o limiar sobe para três ou mais dimensões, a diferença se aprofunda: 75,2% dos setores de risco contra 23,2% dos demais. Em 4 dimensões simultâneas, a proporção de 44,7% nos setores de risco contrasta com apenas 6,7% nos demais. Esses números indicam que a vulnerabilidade nos territórios de risco não é pontual ou setorial, ela é estrutural e multidimensional, o que torna esses territórios simultaneamente mais expostos aos eventos geo-hidrológicos e menos capazes de absorver e superar seus impactos.

Figura 13 - Comparação por componente do IVS (médias): setores censitários em área de risco geo-hidrológico versus demais setores do município de Porto Alegre, 2022



Fonte: Elaborado pela autora.

A comparação por componente, ilustrada na Figura 13, reforça o padrão identificado na tabela anterior e permite visualizar com clareza a assimetria entre os dois grupos. Em praticamente todos os indicadores, os setores em área de risco apresentam valores superiores, com destaque para a vulnerabilidade de renda (0,9 contra 0,891), a proporção de crianças (0,425 contra 0,275) e a ausência de esgotamento sanitário (0,230 contra 0,048). O único componente com comportamento invertido é a proporção de idosos, menor nos setores de risco (0,310) do que nos demais (0,466), o que, como já discutido, indica que essas áreas concentram populações mais jovens, muitas vezes chegadas por processos recentes de periferização. Essa configuração demográfica tem implicações diretas para a vulnerabilidade: territórios com maior proporção de crianças e menor presença de idosos tendem a concentrar famílias em fase ativa de reprodução social, com maior dependência de infraestrutura urbana e menor acumulação de recursos para enfrentar eventos adversos.

C - Indicadores de concentração extrema

Figura 14 - Indicadores de concentração extrema: setores censitários em área de risco geo-hidrológico versus demais setores do município de Porto Alegre, 2022



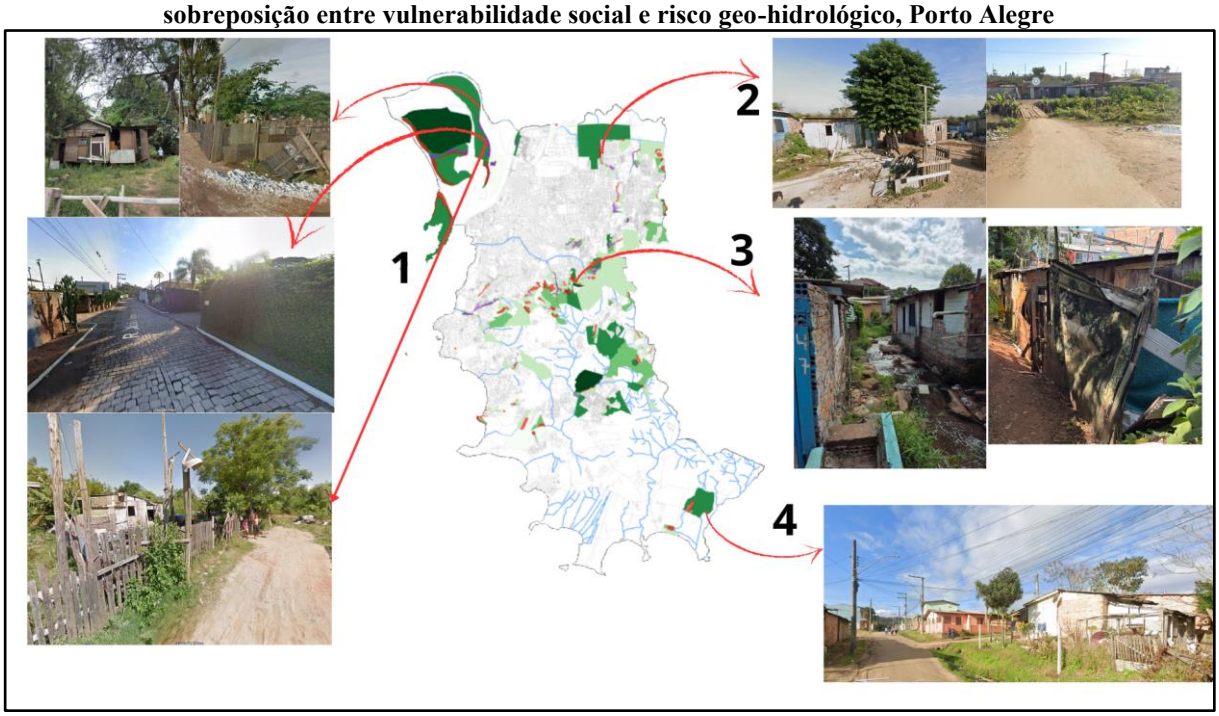
Fonte: Elaborado pela autora.

Os indicadores de concentração extrema, revelam a dimensão mais aguda dessa desigualdade. Enquanto 36% dos setores em risco situam-se acima do percentil 90 de vulnerabilidade municipal, apenas 6,6% dos demais setores ocupam essa faixa, o que significa que um setor em área de risco tem 5,5 vezes mais probabilidade de estar entre os mais vulneráveis do município. A ausência de cobertura total de esgoto atinge 72,9% dos setores de risco, contra 18,5% dos demais, uma diferença de 3,9 vezes. Por fim, a razão criança/idoso de 1,37x nos setores de risco, frente a 0,59x nos demais, confirma o padrão demográfico já identificado e aponta para territórios estruturalmente distintos do restante da cidade. Esses dados, tomados em conjunto, não deixam margem para interpretações que atribuam a concentração de risco geo-hidrológico a fatores meramente naturais: o que se observa é uma sobreposição sistemática entre as áreas de maior fragilidade ambiental e os territórios de maior privação social, expressão concreta do que Acselrad (2004) denomina injustiça ambiental.

A análise dos setores que compõem números superiores de vulnerabilidade dentro das próprias áreas de risco - os 10% mais críticos do universo já crítico - revela condições de extrema fragilidade: IVS médio de 0,433, classificado na faixa alta pelo IPEA, com 83% dos domicílios sem acesso à rede de esgotamento sanitário e proporção de crianças de 53,4%. Esses territórios configuram zonas de tripla sobreposição, risco físico elevado, vulnerabilidade social máxima e alta concentração de grupos etários dependentes. A espacialização conjunta dessas dimensões demonstra que a vulnerabilidade social não se expressa de forma isolada, mas resulta da sobreposição de múltiplas carências, que tendem a se concentrar nos mesmos territórios. Esse padrão reforça a ideia de que a vulnerabilidade é um fenômeno multidimensional, cuja expressão territorial está diretamente vinculada aos processos de produção e reprodução das desigualdades urbanas.

Abaixo, algumas fotos dos territórios visitados ou observados via Google Earth.

Figura 15 - Registros fotográficos de alguns territórios: condições urbanas nas áreas de maior sobreposição entre vulnerabilidade social e risco geo-hidrológico, Porto Alegre



Fonte: Elaborado pela autora.

As condições urbanas registradas nos territórios de maior sobreposição entre vulnerabilidade social e risco geo-hidrológico, ilustradas na Figura 15, não constituem acidentes de percurso ou falhas pontuais de planejamento. Elas são a expressão concreta e cotidiana do que Harvey (2008) descreve como a negação do direito à cidade: quando o espaço urbano é organizado pela lógica do mercado e não pela necessidade social, as populações sem poder de compra são sistematicamente alocadas nos territórios que o capital descarta, e esses territórios, como as imagens demonstram, são precisamente os mais ambientalmente frágeis. Vias não pavimentadas que se tornam canais de escoamento em dias de chuva, habitações autoconstruídas sobre fundos de vale, ausência de drenagem visível, esgoto a céu aberto: cada elemento fotografado é, simultaneamente, um indicador de vulnerabilidade social e um fator de amplificação do risco geo-hidrológico. Harvey (2012) aprofunda esse argumento ao demonstrar que o investimento seletivo no espaço urbano não apenas valoriza certas áreas, mas ativamente desvaloriza e marginaliza outras.

A Figura 15 apresenta registros fotográficos de territórios identificados na análise espacial, permitindo ilustrar as condições urbanas presentes em áreas onde ocorre a sobreposição entre vulnerabilidade social e risco geo-hidrológico. As imagens evidenciam características recorrentes nesses territórios, como vias não pavimentadas, presença de habitações autoconstruídas, infraestrutura urbana limitada e ocupações próximas a áreas de

drenagem ou fundos de vale. Uma observação relevante refere-se à região do Arquipélago de Porto Alegre, onde a análise cartográfica e os registros de campo evidenciam a coexistência de realidades socioespaciais bastante distintas dentro de áreas classificadas com níveis semelhantes de vulnerabilidade social. Em alguns setores, é possível identificar simultaneamente áreas caracterizadas por infraestrutura urbana limitada, ausência de pavimentação e moradias em condições mais precárias, ao lado de propriedades de alto padrão, incluindo residências de grande porte. Essa situação evidencia limitações inerentes à análise baseada em setores censitários, uma vez que diferentes condições socioeconômicas podem coexistir dentro de uma mesma unidade territorial de análise. Ao mesmo tempo, esse padrão revela a complexidade das dinâmicas de ocupação presentes na região das ilhas, onde usos residenciais de alto padrão convivem com territórios marcados por maior precariedade urbana. Essa heterogeneidade interna reforça a importância de interpretar os resultados do índice com as especificidades territoriais observadas no município. Essa heterogeneidade também pode ser observada a partir dos registros fotográficos apresentados no mapa, especialmente no ponto indicado pela fotografia 3.

Os territórios que concentram simultaneamente os maiores níveis de exposição a processos geo-hidrológicos e as piores condições socioeconômicas são aqueles historicamente marcados pela ocupação de áreas ambientalmente frágeis por populações de baixa renda, em contextos de infraestrutura urbana insuficiente e menor acesso a serviços públicos. Essa sobreposição estrutural indica que os impactos potenciais de eventos extremos tendem a ser mais intensos precisamente onde a capacidade de resposta e recuperação é mais limitada, em consonância com estudos consolidados sobre a produção social do risco (Wisner *et al.* 2004; Cutter; Acselrad, 2004). A identificação desses padrões territoriais oferece subsídios para a formulação de políticas públicas de redução de riscos que considerem simultaneamente as dimensões ambientais e socioeconômicas dos territórios expostos, direcionando intervenções prioritárias para as áreas onde essa combinação se manifesta de forma mais intensa.

Os resultados quantitativos e as evidências de campo, tomados em conjunto, permitem avançar da descrição da sobreposição para uma interpretação estrutural do fenômeno. A distribuição dos riscos geo-hidrológicos em Porto Alegre não resulta da coincidência entre características naturais do território e localização da população vulnerável: ela é produto de um processo histórico no qual as desigualdades socioespaciais precedem e condicionam a exposição ao risco. Essa afirmação encontra sustentação direta no padrão territorial identificado. Os bairros que concentram o maior número de setores de risco, Jardim Carvalho, Vila São José, Coronel Aparício Borges, Vila João Pessoa e Arquipélago, são precisamente

aqueles que, ao longo do processo de urbanização de Porto Alegre, absorveram a população excluída do acesso formal à terra urbanizada, consolidando territórios de precariedade antes de qualquer mapeamento de risco. Conforme Acselrad (2004), a distribuição dos riscos ambientais não é neutra: ela acompanha a lógica de mercado e a seletividade estatal que destinam sistematicamente aos grupos mais pobres os territórios de menor proteção. Os dados desta pesquisa materializam empiricamente essa lógica, enquanto as áreas centrais da cidade praticamente não registram setores de risco, as periferias empobrecidas concentram mais de 80% dos territórios de exposição. A análise do componente de vulnerabilidade dominante em cada bairro revela que a precariedade não tem uma causa única nos territórios de risco. Em dez bairros, entre eles Arquipélago, Coronel Aparício Borges, Restinga, Vila São José e Sarandi, a dimensão mais crítica é a ausência de esgotamento sanitário, indicando que a prioridade de intervenção é infraestrutural. Em outros dez bairros, entre eles Jardim Carvalho, Mário Quintana, Santa Rosa de Lima, Bom Jesus e Partenon, a dimensão dominante é a proporção de crianças na população, sinalizando maior necessidade de equipamentos públicos de educação e saúde, além de sistemas de alerta acessíveis a famílias com dependentes. Essa heterogeneidade reforça que políticas uniformes de redução de riscos são insuficientes: cada território exige uma combinação específica de intervenções.

Na perspectiva de Wisner *et al.* (2004), o risco emerge da interação entre ameaça física e vulnerabilidade socialmente produzida. O que os dados de Porto Alegre revelam é que essa interação não é circunstancial: as populações com IVS mais elevado, infraestrutura 378% mais precária e renda sistematicamente abaixo da média municipal ocupam exatamente os territórios onde as condições físicas, encostas, várzeas, margens de arroios, amplificam a exposição a inundações, enxurradas e movimentos de massa. Como argumenta Maricato (2003), a expansão urbana brasileira consolidou uma cidade formal dotada de planejamento e infraestrutura e uma cidade informal relegada às áreas de risco, e é nessa segunda cidade que vivem as populações mapeadas nesta pesquisa.

Do ponto de vista das políticas públicas, os resultados indicam que a efetividade das estratégias de redução de riscos depende da integração entre o mapeamento técnico das áreas suscetíveis e os indicadores de vulnerabilidade social. Intervir apenas nas condições físicas do território, obras de contenção, sistemas de drenagem, sem simultaneamente enfrentar as condições de precariedade socioeconômica que tornam essas populações mais expostas e menos capazes de responder a eventos extremos é uma estratégia insuficiente. A regularização fundiária, a provisão de saneamento básico e o fortalecimento dos serviços públicos nos territórios de maior sobreposição devem ser tratados como componentes centrais da política de

redução de riscos, e não como políticas complementares de urbanização. É nesse sentido que os dados aqui apresentados apontam: não para a excepcionalidade do desastre, mas para a normalidade da desigualdade que o produz.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa demonstram que os riscos geo-hidrológicos em Porto Alegre não se distribuem de forma aleatória no espaço urbano, mas seguem padrões estruturalmente associados às desigualdades socioespaciais historicamente produzidas no processo de urbanização da cidade.

Como resultado se demonstrou que 266 dos 333 setores de risco mapeados, mais de 80%, estão diretamente associados a vilas e comunidades urbanas, concentrados em dois padrões territoriais: as encostas da zona leste, sujeitas a escorregamentos e movimentos de massa, e as planícies fluviais do Arquipélago e zona norte, dominadas por inundações e enxurradas. Atendendo ao segundo objetivo revelou o perfil socioeconômico das populações nesses territórios: IVS médio 19% superior à média municipal, infraestrutura urbana 378% mais precária, taxa de analfabetismo 190% acima dos demais setores e 83,6% dos setores concentrados nos dois quintis de maior vulnerabilidade de renda do município. O terceiro objetivo confirmou estatisticamente que essa sobreposição não constitui coincidência espacial.

Tomados em conjunto, esses resultados permitem afirmar que a distribuição dos riscos geo-hidrológicos em Porto Alegre configura uma situação de injustiça ambiental estrutural. Os dados desta pesquisa demonstram que essa lógica opera de forma empiricamente mensurável na capital gaúcha: enquanto as áreas centrais praticamente não registram setores de risco, as periferias empobrecidas concentram 80% dos territórios de exposição, negando assim o direto real a cidade para tais populações. A proteção ambiental não é distribuída segundo a necessidade, mas segundo a localização na hierarquia socioespacial da cidade.

As implicações políticas dos resultados apontam para a necessidade de que as estratégias de redução de riscos integrem, de forma indissociável, o mapeamento técnico das suscetibilidades ambientais e o enfrentamento das condições estruturais de vulnerabilidade social. Nesse sentido, a regularização fundiária, a universalização do saneamento básico e o fortalecimento dos serviços públicos nos territórios de maior sobreposição não podem ser tratados como políticas complementares de urbanização, mas como eixos centrais de qualquer estratégia efetiva de prevenção de desastres. Intervir apenas sobre o território físico, sem transformar as condições sociais que produzem a vulnerabilidade, é reproduzir a desigualdade que os dados aqui apresentados tornam estruturalmente visível.

Como limitações, reconhece-se que a adaptação metodológica do IVS ao Censo 2022 reduz o conjunto de indicadores em relação ao modelo original do IPEA, e que a escala de setor censitário pode ocultar heterogeneidades internas nos territórios analisados. Como agenda de

pesquisa futura, indica-se a ampliação do escopo analítico para incorporar dimensões da vulnerabilidade não capturadas pelo IVS, como acesso à saúde, mobilidade urbana, vínculos comunitários e capacidade adaptativa local. Sugere-se ainda o desenvolvimento de uma abordagem multirrisco para o contexto de Porto Alegre, que reconheça que diferentes tipologias de risco geo-hidrológico - inundações, enxurradas e escorregamentos - expõem de forma diferenciada distintos grupos populacionais: idosos e pessoas com mobilidade reduzida apresentam maior vulnerabilidade frente a inundações de progressão lenta; crianças e populações em encostas estão mais expostas a movimentos de massa de alta velocidade; e populações sem acesso a sistemas de alerta enfrentam maior risco diante de enxurradas súbitas. A integração dessas especificidades em um índice de risco ambiental desagregado por tipologia ofereceria um instrumento mais operacional para o planejamento urbano e para a priorização territorialmente equitativa das intervenções de redução de riscos.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H. (org.). **Conflitos ambientais no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará: Fundação Heinrich Böll, 2004.

ACSELRAD, H. Justiça ambiental e construção social do risco. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 5, p. 49–60, jan./jun. 2002. DOI: 10.5380/dma.v5i0.22116. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/made/article/view/22116. Acesso em: 1 jan. 2026.

ACSELRAD, H.; MELLO, C. C. do A.; BEZERRA, G. das N. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

ADGER, W. N. Vulnerability. **Global Environmental Change**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 268-281, 2006. DOI: https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006.

ANAZAWA, T. M.; CARMO, R. L. O risco construído: reflexões sobre o desastre ocorrido em Mariana, estado de Minas Gerais, em 2015. **Vértices**, Campos dos Goytacazes, v. 23, n. 1, p. 234–255, jan./abr. 2021. DOI: 10.19180/1809-2667.v23n12021p234-255. Disponível em: https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/15835. Acesso em: 20 jul. 2026.

ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 47, n. 2–4, p. 107–124, 2002. DOI: 10.1016/S0169-555X(02)00083-1. Disponível em: https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00083-1. Acesso em: 3 jan. 2026.

ALMEIDA, M. S. de. Porto Alegre no contexto regional: a questão da habitação e do transporte. In: PANIZZI, W. M.; ROVATI, J. F. (org.). **Estudos urbanos: Porto Alegre e seu planejamento**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS: Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 1993. p. 321–336.

ANAZAWA, T. M.; CARMO, R. L. O risco construído: reflexões sobre o desastre ocorrido em Mariana, estado de Minas Gerais, em 2015. **Vértices**, Campos dos Goytacazes, v. 23, n. 1, p. 234–255, jan./abr. 2021. DOI: 10.19180/1809-2667.v23n12021p234-255. Disponível em: https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/15835. Acesso em: 20 jul. 2026.

BECK, U. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade**. Tradução de Sebastião Nascimento. 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2011.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Atlas digital de desastres no Brasil**. Brasília, DF: MIDR, 2024. Disponível em: https://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/index.xhtml. Acesso em: 05 jan. 2026.

BRASIL. Ministério das Cidades. Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios. Brasília, DF: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2007.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Instrução Normativa n. 1, de 24 de agosto de 2012. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública. Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional, 2012.

BROWN, P.; DAIGNEAULT, A. J.; TJERNSTRÖM, E.; ZOU, W. Natural disasters, social protection, and risk perceptions. World Development, [s. l.], v. 104, p. 310-325, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.12.002.

BULLARD, R. D. (ed.). **The quest for environmental justice: human rights and the politics of pollution**. San Francisco: Sierra Club Books, 2005.

CABRAL, G. F. **Distribuição espacial dos usos residenciais do solo: o caso de Porto Alegre**. 1982. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1982.

CANIL, K.; MOURA, R. B.; SULAIMAN, S. N.; TORRES, P. H. C.; ABREU NETTO, A. L.; JACOBI, P. R. Vulnerabilidades, riscos e justiça ambiental em escala macro metropolitana. **Mercator**, Fortaleza, v. 20, e20003, 2021. DOI: https://doi.org/10.4215/rm2021.e20003.

CARDONA, O. D. The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: a necessary review and criticism for effective risk management. In: BANKOFF, G.; FRERKS, G.; HILHORST, D. (ed.). **Mapping vulnerability: disasters, development and people**. London: Earthscan, 2004. p. 37–51.

COLLINS, M. et al. Long-term climate change: projections, commitments and irreversibility. In: STOCKER, T. F. et al. (ed.). **Climate change 2013: the physical science basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. p. 1029–1136. DOI: 10.1017/CBO9781107415324.024.

COSTA, B. M. Porto Alegre e sua região metropolitana. In: PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Relatório de indicadores sociais de Porto Alegre: ano III – 2000**. Porto Alegre: Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2001. p. 7–51.

COSTA, M. A. et al. **Vulnerabilidade social no Brasil: conceitos, métodos e primeiros resultados para municípios e regiões metropolitanas brasileiras**. Rio de Janeiro: Ipea, 2018. (Texto para Discussão, n. 2364). Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8257. Acesso em: 20 jan. 2026.

CUTTER, S. L. **Living with risk: the geography of technological hazards**. London: Edward Arnold, 1993.

CUTTER, S. L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, v. 20, n. 4, p. 529–539, 1996. DOI: 10.1177/030913259602000407. Disponível em: https://doi.org/10.1177/030913259602000407. Acesso em: 20 jan. 2026.

CUTTER, S. L.; BORUFF, B. J.; SHIRLEY, W. L. Social vulnerability to environmental hazards. **Social Science Quarterly**, v. 84, n. 2, p. 242–261, 2003. DOI: 10.1111/1540-6237.8402002. Disponível em: https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002. Acesso em: 15 jan. 2026.

CUTTER, S. L. **Hazards, vulnerability and environmental justice**. London: Earthscan, 2006.

FRANCO, S. C. **Guia histórico de Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1998.

HARVEY, D. The right to the city. **New Left Review**, London, n. 53, p. 23–40, set./out. 2008. Disponível em: https://newleftreview.org/issues/ii53/articles/david-harvey-the-right-to-the-city. Acesso em: 18 jan. 2026.

HARVEY, D. **Rebel cities: from the right to the city to the urban revolution**. London: Verso, 2012.

HASENACK, H.; WEBER, E.; MARCUZZO, S. (org.). **Diagnóstico ambiental de Porto Alegre: geologia, solos, drenagem, vegetação e ocupação**. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2008. 84 p. ISBN 978-85-7727-129-0.

IBGE. **Censo Demográfico 2010: características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

IBGE. **Censo Demográfico 2022: população e domicílios: primeiros resultados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html. Acesso em: 15 jan. 2026.

IPCC. **Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability: Part A: global and sectoral aspects**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/. Acesso em: 20 fev. 2026.

IPCC. **Climate change 2022: impacts, adaptation and vulnerability**. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. DOI: 10.1017/9781009325844. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/. Acesso em: 20 fev. 2026.

KNIJNIK, R. (org.). **Energia e meio ambiente em Porto Alegre: bases para o desenvolvimento**. Porto Alegre: DMAE, 1994.

LAVELL, A. **Desastres y desarrollo: hacia un entendimiento de las formas de construcción social de un desastre: el caso del huracán Mitch en Centroamérica**. 2000. Disponível em: https://www.desenredando.org/public/articulos/2000/dyd/index.html. Acesso em: 19 jan. 2026.

LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. Tradução de Rubens Eduardo Frias. São Paulo: Centauro, 2001.

MARASCHIN, C. **Alterações provocadas pelo shopping center em aspectos da estrutura urbana: Iguatemi, Porto Alegre, RS**. 1993. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) - Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

MARANDOLA JR., E. Insegurança existencial e vulnerabilidade no habitar metropolitano. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 18, n. 29, p. 39–58, jan./jun. 2008. Disponível em: https://periodicos.pucminas.br/geografia/article/view/3558. Acesso em: 16 jan. 2026.

MARICATO, E. **Para entender a crise urbana**. São Paulo: Expressão Popular, 2015.

MARCHEZINI, V. Redução de vulnerabilidade a desastres: dimensões políticas, científicas e socioeconômicas. **WATERLAT-GOBACIT Network Working Papers**, Newcastle upon Tyne; São Paulo, v. 2, n. 17, p. 82–102, 2015.

MENEGAT, R.; FERNANDES, L. A. D.; KOESTER, E.; SCHERER, C. M. S. Porto Alegre antes do homem: evolução geológica. In: MENEGAT, R. (org.). **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1998. p. 11-20.

ONU-HABITAT. **World cities report 2022**: envisaging the future of cities. Nairobi: UN-Habitat, 2022. Disponível em: https://unhabitat.org/world-cities-report-2022-envisaging-the-future-of-cities. Acesso em: 12 jan. 2026.

LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.

PELLING, M. **The vulnerability of cities**: natural disasters and social resilience. London: Earthscan, 2003.

FAGUNDES, J. R. **Promoção imobiliária e geografia de centralidades**: um estudo da oferta de imóveis residenciais novos em Porto Alegre (1999–2010). 2011. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: http://hdl.handle.net/10183/38861. Acesso em: 17 jan. 2026.

RIGATTI, D. Transformações morfológico-funcionais e limites para a revitalização de centros urbanos degradados: o caso de Porto Alegre. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 12., 2007, Belém. **Anais [...]**. Belém: ANPUR, 2007.

ROLNIK, R. **Guerra dos lugares**: a colonização da terra e da moradia na era das finanças. São Paulo: Boitempo, 2015.

ROVATI, J. F. **Contribuição ao estudo do planejamento urbano**: promoção imobiliária e uso do solo planificado na cidade de Porto Alegre. 1990. 184 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2009.

SOUZA, C. F. de; MÜLLER, D. M. **Porto Alegre e sua evolução urbana**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007.

STROHAECKER, T. M. A dinâmica imobiliária urbana: uma contribuição ao estudo da expansão territorial urbana de Porto Alegre. **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, n. 30, p. 7–28, 2005.

UEDA, V. Os novos empreendimentos imobiliários e as transformações recentes no espaço urbano de Porto Alegre. *In*: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 10., 2005, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005.

UNDRR. **The human cost of disasters**: an overview of the last 20 years (2000–2019). Geneva: United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2020. Disponível em: https://www.undrr.org/publication/human-cost-disasters-overview-last-20-years-2000-2019. Acesso em: 5 jan. 2026.

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel, 1998.
WATTS, M. J.; BOHLE, H. G. The space of vulnerability: the causal structure of hunger and famine. **Progress in Human Geography**, v. 17, n. 1, p. 43–67, 1993. DOI: 10.1177/030913259301700103. Disponível em: https://doi.org/10.1177/030913259301700103. Acesso em: 6 jan. 2026.

WISNER, B.; BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I. **At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters**. 2. ed. London: Routledge, 2004.