

RESILIÊNCIA URBANA E DESASTRES DE BARRAGENS EM MINAS GERAIS: UMA ANÁLISE DA GEOGRAFIA CRÍTICA

Igo Marinho Serafim Borges

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

igomarinho27@gmail.com

Viviane Farias Silva

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

viviane.farias@professor.ufcg.edu.br

João Guilherme Tejo Barros Freire

Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

contatojoaoefreire2@gmail.com

Resumo: Os desastres socioambientais decorrentes dos colapsos das barragens de Fundão e Córrego do Feijão ambos em Minas Gerais, Brasil, evidenciaram a vulnerabilidade de territórios marcados por modelos de desenvolvimento insustentáveis e a negligência institucional na gestão de riscos iminentes. Este estudo foi realizado objetivando-se investigar a capacidade de resiliência urbana desenvolvida (ou não) nos territórios impactados, examinando suas dimensões sociais, ambientais e institucionais. A metodologia utilizada foi estudo de caso múltiplo, com base em dados secundários. As fontes incluíram relatórios técnicos, bases oficiais ((Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Agência Nacional de Mineração - ANM, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA), literatura científica pertinente e mapas temáticos. A análise foi estruturada em três eixos analíticos interconectados: a territorialidade do risco, os processos de resiliência e reconstrução, e a busca pela justiça socioambiental. Os resultados obtidos indicam que, não obstante as falhas institucionais e dos impactos socio ambientais devastadores, foram observadas manifestações de resiliência ativa nas populações locais. Essa resiliência expressa por meio de mobilização comunitária, valorização de saberes tradicionais e efetiva organização política. A análise espacial, utilizando a cartografia crítica, foi fundamental para evidenciar as desigualdades socioespaciais preexistentes e para subsidiar estratégias mais eficazes na gestão de riscos. Conclui-se que a resiliência urbana transcende a mera recuperação física, envolvendo a necessidade de transformação estrutural, o fomento à participação social e o fortalecimento de políticas públicas integradas. A superação das vulnerabilidades identificadas exige uma articulação sinérgica entre a legislação ambiental, instrumentos técnicos de gestão e protagonismo das comunidades afetadas, visando à garantia da justiça socioambiental e a preservação de futuras catástrofes.

Palavras-Chave: Comportamento urbano; Cidades sustentáveis. Vulnerabilidades. Problemas ambientais.

Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS): ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis), ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima) e o ODS 15 (Vida terrestre).

1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano desordenado, associado com à intensificação de atividades econômicas antropogênicas, especialmente vinculadas à exploração de recursos naturais, tem ampliado a incidência de desastres socioambientais com severas consequências sociais. A urbanização acelerada, frequentemente caracterizada por deficiência no planejamento e pela ocupação de áreas de risco, evidencia os limites da gestão pública na prevenção de catástrofes. Ao mesmo tempo, observa-se a fragilidade inerente a muitos centros urbanos diante dos impactos de eventos extremos (Santos *et al.*, 2022). Neste cenário, emerge o debate sobre cidades sustentáveis e resilientes, conceitos que transcendem a mera capacidade de mitigar vulnerabilidades ambientais e sociais, abrangendo a reorganização dos sistemas urbanos de forma mais justa, democrática e ecologicamente equilibrada frente a crises e pressões globais, como as mudanças climáticas e a degradação ambiental.

Alinhados a essa discussão destacam-se três Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU: o ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis), que propõe tornar os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis; o ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima), que visa tomar medidas urgentes para combater as mudanças climáticas e seus impactos; e o ODS 15 (Vida terrestre), voltado à proteção, recuperação e promoção do uso sustentável dos ecossistemas terrestres. A incorporação desses objetivos reforça a necessidade de repensar as estratégias de ordenamento territorial e gestão ambiental no Brasil, especialmente diante de contextos marcados por recorrentes desastres socioambientais.

Os desastres socioambientais ocorridos em Mariana (2015) e Brumadinho (2019), ambos em Minas Gerais, não constituíram apenas rupturas físicas nos territórios afetados, mas também engendraram profundas fraturas sociais, econômicas, ambientais e institucionais. Mais do que tragédias localizadas, esses eventos revelam a precariedade estrutural do modelo de desenvolvimento mineral brasileiro, historicamente sustentado por lógicas extrativistas que negligenciam as dinâmicas territoriais e os direitos das populações locais (Azeredo, 2024). A partir desses casos emblemáticos, torna-se urgente discutir o papel da Geografia na compreensão dos riscos e na construção de cidades resilientes, sobretudo diante das crescentes vulnerabilidades impostas pelas mudanças ambientais globais.

A construção de cidades resilientes, conceito amplamente debatido na Geografia e das políticas urbanas, demanda uma abordagem multidimensional. Esta não se restringe à mitigação de riscos e à prevenção de catástrofes, mas engloba a promoção de justiça ambiental, equidade territorial e fortalecimento da participação social. Segundo Santos *et al.*, (2022), a avaliação multirrisco é uma ferramenta estratégica para identificar fragilidades em áreas urbanas e planejar intervenções mais eficazes e sustentáveis. Isso implica reconhecer que os desastres não são meramente "naturais", mas socialmente produzidos, resultantes de uma combinação entre fatores ambientais e desigualdades socioespaciais (Beck, 2022).

No panorama brasileiro, caracterizado por assimetrias regionais e padrões históricos de ocupação territorial, a análise dos desastres requer a consideração dos arranjos urbanos e políticos que expõem e desassistam determinadas populações. Nesse sentido, a vulnerabilidade territorial não é uma condição passiva, mas um processo geográfico ativo, como discutem Guambe e Cruz (2023), no qual a geografia assume papel central para compreender os mecanismos que sustentam essa produção de riscos. Em Mariana e Brumadinho, por exemplo, observam-se comunidades estabelecidas próximas a barragens de rejeito, muitas vezes sem

pleno conhecimento dos riscos a que estavam submetidas, revelando falhas no planejamento e na governança ambiental.

As transformações ambientais globais e as novas dinâmicas do clima têm ampliado os desafios para a Geografia Física, que precisa se reinventar frente às demandas de um mundo em constante mudança. Conforme Rocha (2025) salienta, o avanço das mudanças ambientais exige que a Geografia articule escalas globais e locais para propor respostas efetivas e integradas. A leitura territorial dos desastres, portanto, não pode se limitar aos impactos imediatos, mas deve considerar os ciclos de recuperação, os efeitos psicossociais duradouros e a capacidade dos territórios de se reestruturarem de forma justa e sustentável.

Neste cenário, a resiliência urbana emerge como conceito-chave para avaliar a capacidade das cidades em resistir, responder e se transformar diante de crises. Não se trata apenas de retornar ao estado anterior ao desastre, mas de aprender com a experiência e construir sistemas urbanos mais robustos, equitativos e participativos. A resiliência, nesse caso, envolve desde a infraestrutura física até os laços sociais, as redes de proteção comunitária e as políticas públicas de longo prazo. Mariana e Brumadinho oferecem exemplos contrastantes de como esses processos podem (ou não) ser conduzidos, o que reforça a importância da análise geográfica crítica para orientar caminhos possíveis.

A presença de grandes empreendimentos minerários em regiões urbanas e rurais brasileiras impõe uma série de dilemas que atravessam as esferas ambiental, social e econômica. A lógica da produção voltada à exportação de *commodities*, aliada à fragilidade da fiscalização estatal, cria territórios marcados pela instabilidade e pelo risco (Santana *et al.*, 2022). A análise geográfica desses espaços, portanto, deve ir além da descrição dos impactos ambientais, incorporando elementos como o direito à cidade, o acesso à informação e o protagonismo das comunidades atingidas nos processos de reconstrução.

A partir da análise dos casos de Mariana e Brumadinho, este estudo busca compreender de que forma os territórios afetados por desastres socioambientais podem desenvolver ou não mecanismos de resiliência urbana. O foco não está apenas nos danos materiais ou nas estatísticas de vítimas, mas nos processos territoriais que se instauram após o evento: as disputas por memória, justiça, reparação e reestruturação da vida coletiva. O estudo parte do entendimento de que o território é um agente ativo e dinâmico, e que sua resiliência está diretamente ligada à forma como o poder, o saber e a ação são distribuídos e exercidos.

Desse modo, o presente trabalho propõe uma análise geográfica crítica dos desastres de Mariana e Brumadinho, com base na literatura sobre cidades resilientes, avaliação de riscos e justiça ambiental. A pesquisa visa contribuir para o debate sobre os desafios contemporâneos da gestão territorial em contextos de crise, refletindo sobre o papel da Geografia enquanto ciência capaz de integrar múltiplas escalas e dimensões do espaço. O estudo utiliza dados secundários, documentos institucionais, relatórios técnicos e contribuições teóricas recentes para identificar os limites e possibilidades da resiliência urbana em contextos de alto risco.

Por fim, espera-se que a análise proposta permita avançar na compreensão dos desastres não apenas como rupturas, mas como momentos reveladores de processos sociais mais amplos. Ao investigar as respostas institucionais, os impactos sobre as comunidades e os caminhos possíveis de reconstrução, busca-se contribuir para a formulação de estratégias mais justas, democráticas e territorialmente sensíveis no enfrentamento dos riscos e na construção de cidades verdadeiramente resilientes.

Analisar, a partir dos desastres socioambientais ocorridos em Mariana e Brumadinho, como os territórios afetados desenvolvem (ou não) mecanismos de resiliência urbana, considerando as dimensões sociais, ambientais e institucionais envolvidas, com o intuito de contribuir para a construção de cidades mais justas, sustentáveis e preparadas para enfrentar riscos e crises decorrentes de modelos de desenvolvimento insustentáveis.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Perspectiva Socioambiental: Resiliência das Pessoas e das Comunidades

A resiliência no contexto socioambiental ultrapassa a simples capacidade de resistência, configurando-se como um processo dinâmico e multifacetado que envolve relações sociais, culturais, econômicas e ambientais (Cutter *et al.*, 2020). O impacto dos desastres em Mariana e Brumadinho expôs as vulnerabilidades estruturais, especialmente das comunidades tradicionais e ribeirinhas, cuja sobrevivência está intimamente ligada à integridade dos ecossistemas fluviais e terrestres.

O reconhecimento do saber tradicional e da organização comunitária emerge como elemento crucial para a construção de resiliência, pois tais comunidades desenvolvem práticas adaptativas fundamentadas no conhecimento histórico e na experiência vivida, contribuindo para a segurança hídrica, a gestão sustentável dos recursos naturais e a manutenção da identidade cultural (Mercer *et al.*, 2019).

Além disso, a resiliência social demanda a criação de espaços de participação efetiva, onde as populações possam influenciar as decisões sobre planejamento urbano, políticas ambientais e processos de reparação. A exclusão desses atores perpetua o ciclo de vulnerabilidade e fragiliza a capacidade coletiva de enfrentamento (Pelling & Manuel-Navarrete, 2021). Assim, a dimensão socioambiental da resiliência implica um olhar crítico para as estruturas de poder e desigualdade, reconhecendo que as estratégias de sobrevivência e reinvenção das comunidades são tanto respostas à adversidade quanto formas de resistência política e cultural.

2.2 Cidades Resilientes: Estruturas Físicas, Sociais e Econômicas

O conceito de cidades resilientes tem sido ampliado para abranger a complexidade dos sistemas urbanos contemporâneos, onde a interdependência entre infraestrutura, governança e capital social determina a capacidade de absorver choques e promover transformações sustentáveis (Meerow *et al.*, 2019).

No âmbito físico, a resiliência requer a implementação de infraestruturas verdes e azuis, capazes de mitigar os riscos de inundações, proteger mananciais e promover a biodiversidade urbana. Estudos indicam que a integração de soluções baseadas na natureza representa uma estratégia eficiente para a redução dos impactos ambientais, ao mesmo tempo em que oferece benefícios sociais e econômicos (Elmqvist *et al.*, 2020).

Por outro lado, a resiliência social está ancorada na coesão comunitária, na diversidade cultural e na inclusão social, elementos que fortalecem a capacidade de adaptação e aprendizagem coletiva. A governança participativa, que envolve múltiplos atores e níveis decisórios, é fundamental para legitimar políticas e garantir que os recursos sejam distribuídos de forma equitativa (Anguelovski *et al.*, 2020).

Economicamente, a resiliência urbana pressupõe a diversificação produtiva e a promoção de modelos econômicos sustentáveis que reduzam a dependência de setores vulneráveis, como a mineração, promovendo o desenvolvimento local inclusivo (Satterthwaite *et al.*, 2021).

No caso das cidades impactadas pelos desastres, observa-se que a resiliência é um processo de reconstrução que ultrapassa a recuperação física, implicando a reconfiguração das estruturas socioeconômicas e ambientais para assegurar a sustentabilidade futura, o que requer políticas integradas e visão de longo prazo.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa adota como abordagem central o estudo de caso múltiplo, centrado nos desastres socioambientais ocorridos em Mariana (2015) e Brumadinho (2019), ambos localizados no estado de Minas Gerais, Brasil. Segundo Yin (2015), o estudo de caso é particularmente adequado para a investigação de fenômenos complexos inseridos em contextos reais, quando os limites entre o fenômeno e o ambiente em que ele ocorre são pouco nítidos. Nesse sentido, a escolha dessa estratégia metodológica visa à compreensão aprofundada das dinâmicas territoriais, institucionais e sociais que se configuraram a partir dos rompimentos das barragens de rejeitos de mineração nesses dois contextos.

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa e quantitativa, com enfoque descritivo e analítico, orientada pelos princípios da Geografia Crítica (Santos, 1996; Corrêa, 2011) e dos Estudos Socioambientais (Acselrad, 2004; Porto & Milanez, 2009). O caráter qualitativo está na análise dos discursos institucionais, da legislação, dos relatórios de impacto e das medidas de reparação implementadas. Já o caráter quantitativo manifesta-se na sistematização de dados demográficos, ambientais e econômicos, obtidos de fontes secundárias confiáveis, como o IBGE, a Agência Nacional de Mineração (ANM), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e relatórios técnicos produzidos por universidades e instituições independentes (UFMG, UFOP, FGV, MP-MG, entre outras).

O delineamento metodológico envolveu as seguintes etapas, presentes na Figura 1:

Figura 1: Seguimentos percorridos na metodologia do estudo.



Fonte: Autores, (2025)

Os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa são essenciais para garantir a consistência, a clareza e a validade científica do estudo. A definição e delimitação dos casos permitem estabelecer um recorte preciso, orientando o foco da investigação e assegurando a relevância do objeto de análise. A coleta e organização dos dados viabilizam a sistematização das informações obtidas, o que favorece uma interpretação coerente e alinhada aos objetivos propostos. Por fim, a estratégia analítica orienta o tratamento dos dados à luz do referencial teórico adotado, possibilitando a construção de uma análise crítica e fundamentada. Dessa forma, a articulação entre esses procedimentos assegura a solidez metodológica da pesquisa e a credibilidade dos resultados alcançados (Bedin *et al.*, 2023).

3.1 Definição e delimitação dos casos

A escolha dos rompimentos das barragens de Fundão (Mariana) e Córrego do Feijão (Brumadinho) se justifica tanto pela magnitude dos impactos gerados quanto pela visibilidade internacional alcançada, configurando-se como eventos emblemáticos do modelo extrativista vigente no Brasil. Esses casos possibilitam o exame de padrões de vulnerabilidade, omissões regulatórias, desigualdades territoriais e falhas na governança ambiental.

3.2 Coleta e organização de dados

A coleta de dados foi realizada a partir de fontes secundárias, incluindo:

- Relatórios da Defesa Civil de Minas Gerais, do Ministério Público Estadual e Federal, da Fundação Getúlio Vargas (FGV) e da Câmara de Deputados (CPI da Mineração);
- Bases de dados do IBGE (projeções populacionais, Censo Demográfico, mapeamento urbano);
- Dados técnico-científicos da ANM, CPRM, INPE e IBAMA;
- Artigos acadêmicos publicados em periódicos especializados em Geografia, Meio Ambiente, Sociologia, Planejamento Urbano e Cidade sustentáveis.

As informações coletadas foram sistematizadas em tabelas, de modo a possibilitar uma análise relacional e estruturada dos impactos sociais, ambientais e territoriais observados nos casos de Mariana e Brumadinho. A seguir, apresenta-se a Quadro 1, que reúne os principais indicadores gerais dos desastres, permitindo uma visão panorâmica sobre a magnitude dos eventos, suas consequências humanas e ambientais, bem como o número de municípios afetados e o tipo de estrutura envolvida em cada rompimento.

Tabela 1 – Indicadores gerais dos desastres

Indicador	Mariana (2015)	Brumadinho (2019)	Fonte
Data do desastre	5 de novembro de 2015	25 de janeiro de 2019	IBAMA (2016); ANM (2020)
Empresa responsável	Samarco (Vale + BHP Billiton)	Vale S.A.	Relatórios da CPI da Mineração (2020)
Número de mortos	19	272	MPMG (2023); Defesa Civil MG
População afetada direta/indiretamente	~1,2 milhão	~1,3 milhão	FGV (2021); IBGE (2020)

Indicador	Mariana (2015)	Brumadinho (2019)	Fonte
Extensão do dano ambiental	663 km (Rio Doce)	~300 km (Rio Paraopeba)	IBAMA; SOS Mata Atlântica
Municípios impactados	39 (MG e ES)	26 (MG)	IBGE; Defesa Civil
Tipo de barragem	Alteamento a montante	Alteamento a montante	ANM; Relatórios técnicos

Fontes: IBAMA, 2016; ANM, 2020; FGV, 2021; MPMG, 2023; Defesa Civil MG; CPI da Mineração, 2020.

Para complementar a leitura dos impactos diretos, especialmente sobre as populações residentes nas áreas imediatamente atingidas, apresenta-se a Quadro 2, que detalha os dados relativos à população dos municípios-sede nos anos dos desastres, o número estimado de desalojados e as comunidades diretamente afetadas pelas inundações de rejeitos.

Tabela 2 – População afetada diretamente nos municípios-sede

Município	População (ano do desastre)	Número de desalojados	Comunidades atingidas	Fonte
Mariana	58.802 (2015)	~600	Bento Rodrigues, Paracatu	IBGE; UFOP; MPMG
Brumadinho	39.520 (2019)	~400	Córrego do Feijão	IBGE; Defesa Civil MG; FGV

Fontes: IBAMA, 2016; ANM, 2020; FGV, 2021; MPMG, 2023; Defesa Civil MG; CPI da Mineração, 2020.

3.3 Estratégia analítica

A análise dos dados foi realizada com base em três eixos interpretativos:

- Territorialidade do risco: leitura dos arranjos urbanos e produtivos que aumentaram a exposição de determinadas populações ao perigo;
- Resiliência e reconstrução: avaliação das respostas institucionais e comunitárias no pós-desastre, considerando os conceitos de resiliência urbana (Vale *et al.*, 2021; UNDRR, 2022);
- Justiça socioambiental: identificação das desigualdades no acesso à informação, à reparação e à proteção ambiental, conforme discutido por Acselrad (2009) e Porto (2012).

A pesquisa dialoga com o referencial da Geografia dos Riscos, reconhecendo que os desastres não são fenômenos naturais, mas produtos de processos sociais que se materializam em determinadas paisagens geográficas (Smith, 2006; Wisner *et al.*, 2012).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 A resistências das cidades efetuadas por desastres A resiliência no contexto da (re)construção das cidades afetadas por desastres faz-se necessária partindo do firmamento do compromisso brasileiro com a Agenda 2030, a partir dos Objetivos do Desenvolvimento

Sustentável, tornando a relação humano-econômica com os espaços responsável sob um viés socioambiental. As ações analisadas neste contexto são desdobramentos diretos ou indiretos da atuação do Estado frente aos desafios e tratos firmados e, principalmente, da demanda social, que requer o gozo dos seus direitos frente aos documentos legais garantidores e, ao mesmo tempo, levanta as soluções pertinentes como parte do contexto particular daqueles que habitam a área e dela utilizam para a obtenção do seu sustento.

A Geografia, enquanto ramo autônomo do conhecimento e que tem como definição geral a análise das relações do ser humano com a natureza, deve compreender as causas do fenômeno, analisar as consequências de curto, médio e longo prazo desses acometimentos do espaço natural e habitado, além de estar presente, em pactuação, com as demais áreas do conhecimento para desenvolver soluções práticas e ações incluídas no arcabouço das políticas públicas para mitigar as chances de que outras tragédias possam acontecer.

A ação dos movimentos sociais é fundamental para que episódios como os relatados não mais ocorram, uma vez que a origem destes está relacionada à falta de providências ou a inação por parte do poder público, resultando em problemas de ordem ambiental, social e econômica. Os eventos ocorridos nos municípios de Mariana e Brumadinho, ambos do estado de Minas Gerais, suscitaram discussões pertinentes a outras regiões do país que vivem à sombra de diferentes tipos de barragens. Destaca-se, neste caso, o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), surgido na década de 1980 em virtude das ameaças e impactos provenientes pela instalação de usinas hidroelétricas, representa as comunidades afetadas por esse tipo de construção, ampliando-se o raio de ação para os projetos minero-energéticos a partir de 2015 com o rompimento da barragem de rejeitos de minério de Fundão, localizado no município de Brumadinho. Sua atuação resultou em encontros e congressos consolidados em nível nacional e, mais recentemente, internacional, como o 1º Encontro Continental de Atingidos por Barragens (2019).

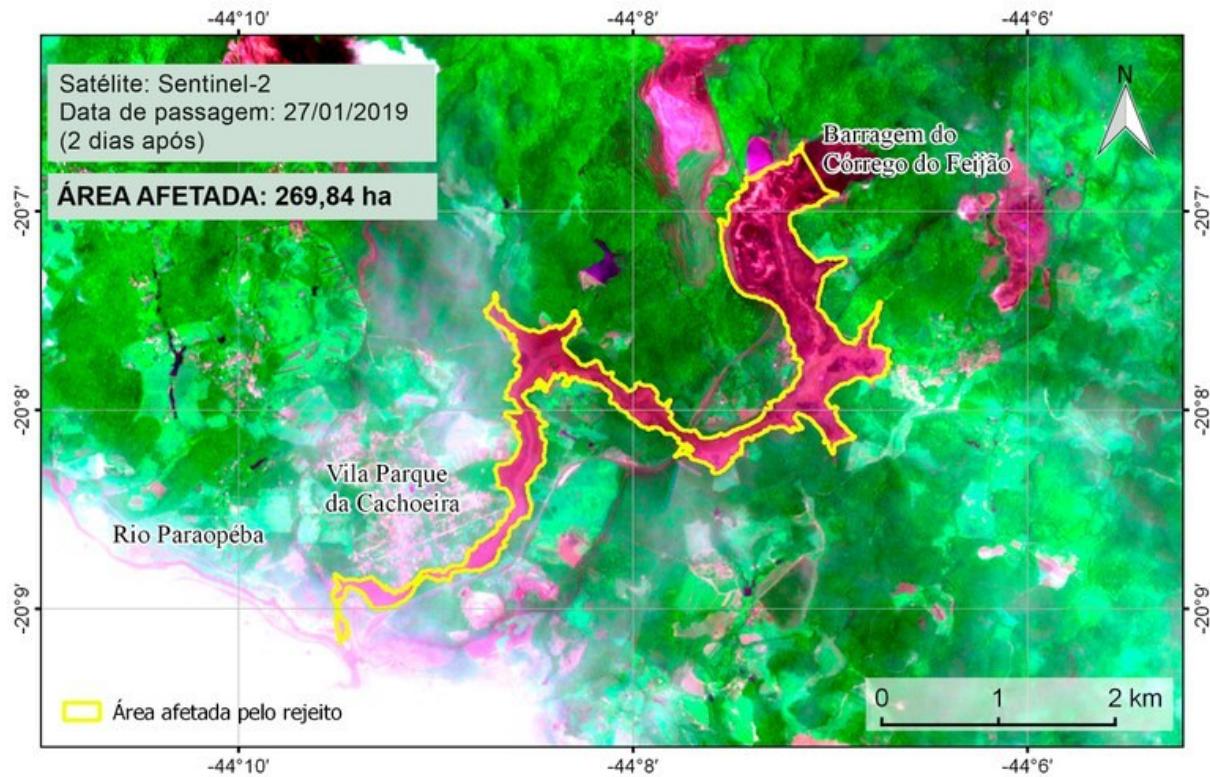
A luta “por água, energia e soberania dos povos” reforça o propósito da organização que busca por reparação dos atingidos e pelos direitos para aqueles que, por ventura, tenham suas vidas afetadas pela ocorrência de um rompimento de barragem (Figura 2). Adicionalmente, a resiliência é parte intrínseca do cotidiano dos grupos afetados, como indígenas, quilombolas, ribeirinhos e comunidades agrícolas que tiram seu sustento das atividades primárias, que muitas vezes são colocados à margem quando da formulação dos projetos e análise dos impactos.

Um marco importante nessa jornada é a Política Nacional de Direitos das Populações Atingidas por Barragens – PNAB (Lei Federal Nº 14.755/2023). Essa legislação representa uma conquista significativa não apenas para as populações dessas instalações, mas também para o respeito e cuidado com o meio ambiente e às demais garantias presentes na Constituição Federal de 1988. A PNAB discrimina os direitos dos povos lesados e os meios para institui-los, além do estabelecimento das regras de responsabilidade social do empreendedor.

Outros dispositivos legais também foram aprovados ou alvos de modificação, como a Lei 14.066/2020, com a finalidade de adequar a ação fiscalizadora do poder público, e dos seus órgãos legalmente constituídos, para definir planos de ação eficazes mantendo a integridade das estruturas naturais e antrópicas ou sua recuperação.

Como exemplo dessas ações, A Figura 2 apresenta a área afetada pelo rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho (MG), ocorrido em 25 de janeiro de 2019, evidenciando a extensão territorial do desastre socioambiental. A imagem revela o trajeto percorrido pelos rejeitos de mineração ao longo da bacia do Rio Paraopeba, que teve seu curso interrompido e comprometido em diversos pontos. Observa-se a devastação de áreas residenciais, como a comunidade de Córrego do Feijão, e zonas de mata nativa, refletindo o impacto ambiental imediato e de longo prazo.

Figura 1: Área afetada pelo rompimento da barragem em Brumadinho-

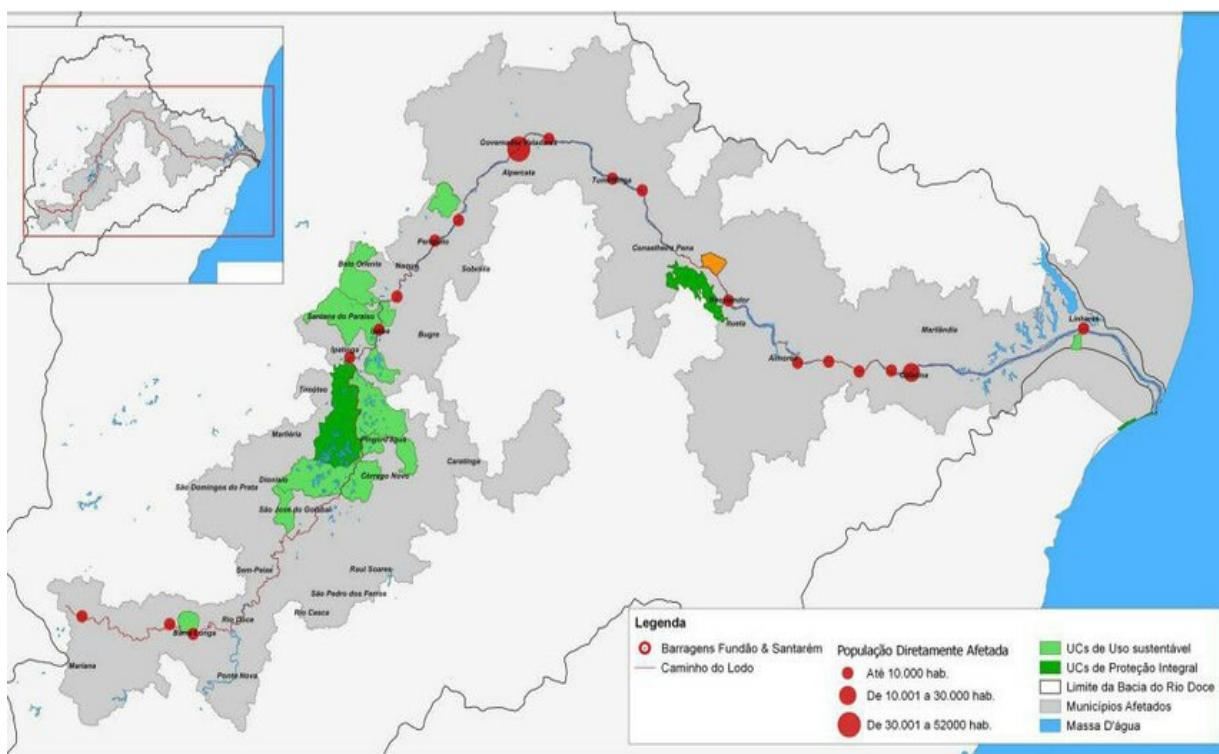


Fonte: IBAMA, (2019).

Análise realizada pelo Centro Nacional de Monitoramento e Informações Ambientais (Cenima) do Ibama demonstra a devastação de 133,27 hectares de vegetação nativa de Mata Atlântica e 70,65 hectares de Áreas de Preservação Permanente (APP) ao longo de cursos d'água afetados pelos rejeitos de mineração. A leitura espacial, evidenciada pelos mapas temáticos (Figura 2) integra os múltiplos desdobramentos territoriais dos desastres, como o de Brumadinho (2019). Ao representar a localização das áreas afetadas, a expansão dos rejeitos de mineração, a rede hidrográfica comprometida e as zonas de vulnerabilidade populacional, esses mapas tornam visíveis os efeitos cumulativos e desiguais dos eventos sobre os espaços urbanos e rurais atingidos.

Conforme a Figura 3, os desastres transcendem os limites municipais, revelando a fragilidade dos sistemas socioambientais que sustentam o atual modelo de desenvolvimento mineral no Brasil.

Figura 3: Vegetação impactada em pelo rompimento da Barragem de Mariana-MG.



Fonte: BBC, (2016).

Os rompimentos das barragens de Fundão (Mariana) e Córrego do Feijão (Brumadinho) provocaram catástrofes socioambientais de grande escala. Em Mariana, a pluma de rejeitos percorreu mais de 600 km ao longo do Rio Doce, impactando 39 municípios em Minas Gerais e Espírito Santo. Os impactos foram amplos, com graves consequências para o abastecimento hídrico, a pesca artesanal e a biodiversidade aquática. Em Brumadinho, embora o impacto tenha sido mais concentrado, sua devastação foi igualmente severa, destruindo comunidades inteiras em poucos minutos e comprometendo significativamente parte da bacia do Rio Paraopeba.

A análise espacial, corroborada por mapas temáticos pré-desastre, revela que esses territórios eram caracterizados por ocupações humanas adjacentes a estruturas de alto risco, como as barragens de rejeitos, sem políticas adequadas de informação e prevenção adequadas. A superposição entre áreas urbanas, infraestrutura vulnerável e zonas de mineração revela o conflito estrutural entre a lógica do lucro extrativista e o direito à cidade e à segurança das populações (Acselrad, 2009; Porto & Milanez, 2009). Este cenário demonstra a fragilidade relacionada ao modelo de desenvolvimento que prioriza a atividade econômica em relação à segurança e qualidade de vida da população.

Apesar da magnitude dos danos, a análise cartográfica e qualitativa também permite identificar elementos de resiliência presentes nas cidades afetadas. Tanto Mariana quanto Brumadinho têm desenvolvido, ainda que com limitações significativas, estratégias de reconstrução territorial e fortalecimento comunitário. Essas estratégias variam desde a mobilização de redes de solidariedade e apoio mútuo até a criação de conselhos locais de acompanhamento das reparações. A presença de comunidades historicamente organizadas, como Bento Rodrigues e Parque da Cachoeira, foi crucial para manter vivas as reivindicações por justiça, memória e reparação, demonstrando uma capacidade intrínseca de articulação social mesmo diante do trauma.

Essas manifestações de resiliência — entendidas não como um simples retorno à normalidade pré-desastre, mas como a capacidade de reorganização territorial, social e institucional frente ao trauma coletivo (UNDRR, 2022) — representam um campo fecundo de ação para políticas públicas mais participativas e justas. Como observado por Vale *et al.* (2021), a resiliência urbana em contextos de crise deve envolver a integração entre infraestrutura física, sistemas de governança, coesão social e capacidade de aprendizado coletivo. Essa compreensão multifacetada é importante para transpor a mera reconstrução material e buscar uma verdadeira transformação que previna futuras catástrofes.

Em termos técnicos, os mapas (Figura 2 e 3) também revelam a importância da análise multiescalar na compreensão dos desastres. A vulnerabilidade territorial não é um fenômeno isolado, mas resultado de processos históricos de ocupação desordenada, políticas públicas fragmentadas e ausência de controle sobre grandes empreendimentos. Nesse sentido, o uso de ferramentas de geoprocessamento e cartografia crítica torna-se essencial para subsidiar diagnósticos precisos e fundamentar decisões no campo da gestão do risco.

Portanto, os dados visuais e territoriais discutidos a partir da Figura 2 reforçam a tese de que os desastres de Mariana e Brumadinho não foram acidentes imprevisíveis, mas expressões extremas de um modelo de exploração marcado por assimetrias regionais, ausência de controle social e fragilidade institucional frente aos interesses econômicos. Ao mesmo tempo, demonstram que os territórios atingidos não são espaços passivos, mas campos ativos de resistência, mobilização e reconstrução.

4.1 Pegada Legislativa e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) na Construção das Cidades Resilientes

A construção de cidades resilientes no Brasil está vinculada ao arcabouço legal e normativo que orienta a gestão urbana, ambiental e de riscos. A legislação nacional, como a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei nº 12.608/2012) e o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), estabelece diretrizes fundamentais para promover o desenvolvimento urbano sustentável, com ênfase na redução da vulnerabilidade socioambiental e no aumento da capacidade de resposta dos municípios a eventos adversos (Silva *et al.*, 2023; Araújo & Ferreira, 2020). Essas normas articulam-se com compromissos internacionais assumidos pelo Brasil, especialmente os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, que incorporaram a resiliência como pilar essencial para o desenvolvimento urbano sustentável (ONU, 2015).

Destacam-se, em particular, os ODS 11, 13 e 15, que, em conjunto, orientam a construção de cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis, enfatizam a urgência da ação climática e promovem a conservação e uso sustentável dos ecossistemas terrestres (ONU, 2015; Anguelovski *et al.*, 2020). O ODS 11 busca a melhoria da qualidade de vida urbana e a redução dos impactos ambientais negativos; o ODS 13 exige o fortalecimento da resiliência e capacidade adaptativa aos efeitos da mudança climática; e o ODS 15 visa proteger e restaurar os ecossistemas essenciais para o equilíbrio ambiental das cidades (Elmqvist *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2023). A interligação desses objetivos reforça que a construção de cidades resilientes demanda uma abordagem integrada entre planejamento urbano, conservação ambiental e ações climáticas, o que requer legislação robusta e políticas públicas que superem a fragmentação e a precariedade da governança local (Souza & Lima, 2022).

Além disso, é fundamental considerar as vulnerabilidades específicas de territórios impactados por atividades minerárias e outros processos que expõem comunidades a riscos

socioambientais agudos (Pelling & Manuel-Navarrete, 2021). Assim, a implementação desses ODS deve transcender o papel normativo, transformando-se em ações práticas e integradas para a reconstrução e fortalecimento das cidades enquanto espaços dinâmicos, inclusivos e sustentáveis. Dessa forma, a pegada legislativa, aliada aos ODS 11, 13 e 15, constitui um marco estratégico fundamental para orientar a construção de cidades resilientes capazes de resistir, se adaptar e prosperar frente aos desafios socioambientais contemporâneos, garantindo justiça social e sustentabilidade ambiental (Satterthwaite *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2023).

Importante destacar que, apesar do arcabouço legal existente, a implementação das políticas voltadas à resiliência enfrenta barreiras significativas, entre elas a limitada capacidade técnica e financeira dos municípios, especialmente em regiões menos desenvolvidas (Araújo & Ferreira, 2020; Silva *et al.*, 2023). Essa realidade reforça a necessidade de mecanismos de cooperação federativa e financiamento sustentável que possibilitem a integração efetiva entre políticas públicas ambientais, urbanas e sociais. Sem tais articulações, a concretização dos ODS e a transformação das cidades em espaços verdadeiramente resilientes permanecem fragilizadas.

Por fim, a construção das cidades resilientes demanda também a ampliação da participação social e a valorização do conhecimento local, reconhecendo a pluralidade cultural e a diversidade dos territórios (Mercer *et al.*, 2019; Pelling & Manuel-Navarrete, 2021). A governança inclusiva, que articula os diferentes níveis de poder com a sociedade civil organizada, é imprescindível para garantir que as estratégias de adaptação e mitigação refletem as necessidades e prioridades das populações mais vulneráveis. Dessa forma, os ODS e a legislação brasileira fornecem o suporte normativo para promover não apenas a resistência física das cidades, mas sobretudo a justiça socioambiental e a equidade na gestão dos riscos urbanos (Anguelovski *et al.*, 2020; Souza & Lima, 2022).

5 CONCLUSÃO

Os desastres de Mariana e Brumadinho são reflexos de um modelo de desenvolvimento insustentável e da negligência institucional, e não acidentes imprevisíveis. Os mapas temáticos foram cruciais para evidenciar a vulnerabilidade territorial causada pela ocupação de áreas de risco e a fragilidade dos sistemas socioambientais.

A análise realizada evidencia que a construção da resiliência urbana, social e ambiental nos territórios atingidos é um processo em disputa, condicionado por estruturas de poder, marcos legais e pela capacidade de mobilização coletiva das comunidades afetadas.

Apesar da magnitude dos impactos e das falhas governamentais, a análise revelou resiliência ativa nas populações locais, manifestada por mobilização comunitária, saberes tradicionais e organização política. Essa resiliência, juntamente com avanços legislativos como a PNAB, aponta para a necessidade de transformação estrutural, participação social e políticas públicas integradas para garantir justiça socioambiental e prevenir futuras tragédias. A Geografia é fundamental nesse processo, ao articular a compreensão dos riscos, a análise multiescalar e a promoção de uma gestão territorial mais justa e sustentável.

Neste cenário, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os de números 11, 13 e 15, junto à legislação brasileira de proteção ambiental e urbana, oferecem diretrizes importantes, mas ainda insuficientes se não forem acompanhadas de ações práticas, integradas e participativas. A distância entre os marcos normativos e a realidade dos municípios atingidos evidencia a urgência de se repensar os mecanismos de governança territorial,

ampliando a capacidade técnica dos entes locais, garantindo financiamento público adequado e promovendo justiça socioambiental nos processos decisórios.

Portanto, o enfrentamento de eventos socioambientais extremos requer uma abordagem multidimensional, que articule instrumentos normativos, participação social e ferramentas técnicas, como a cartografia crítica e o geoprocessamento. A superação da vulnerabilidade estrutural só será possível por meio de políticas públicas integradas, capazes de compreender os territórios como espaços vivos e plurais, onde conhecimento tradicional, ciência e ação política se encontram na busca por cidades verdadeiramente resilientes.

6 REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, Henri. *Justiça ambiental: construção e defesa de territórios de sacrifício*. Rio de Janeiro: FASE, 2004.
- ACSELRAD, Henri. Por que a questão ambiental é social? In: _____ (Org.). *Desenvolvimento sustentável: conflitos e desafios*. Rio de Janeiro: Garamond, 2009. p. 45-62.
- AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM). *Painel Nacional de Barragens de Mineração*. Brasília: ANM, 2020.
- ANGUELOVSKI, I. et al. Equity impacts of urban green adaptation planning for climate risks: barriers and opportunities for transformative climate change resilience. *Environmental Research Letters*, v. 15, n. 12, 2020. DOI: 10.1088/1748-9326/abc547.
- ARAÚJO, F.; FERREIRA, L. Avaliação da implementação da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil: desafios institucionais e territoriais. *Revista Gestão & Desenvolvimento*, v. 17, n. 2, p. 150-167, 2020.
- AZEREDO, Rodrigo Carelos de. Cidades resilientes como caminho e investimento para mitigar situações de crise. *Jornal da Universidade*, 22 maio 2024, n. extra, 2024.
- BECK, Zilda Januzzi Veloso. Meio ambiente e cidades resilientes: reflexões sobre o desastre em Petrópolis no ano de 2022. *Revista da EMERJ*, v. 24, n. 2, p. 202-216, 2022.
- CORRÊA, Roberto Lobato. *O espaço urbano*. São Paulo: Ática, 2011.
- CUTTER, S. L. et al. Resilience to environmental hazards: social and ecological perspectives. *Sustainability Science*, v. 15, p. 1001–1013, 2020. DOI: 10.1007/s11625-020-00808-2.
- ELMQVIST, T. et al. Urban resilience: planning for climate change and sustainable development. *Nature Sustainability*, v. 3, p. 330-342, 2020. DOI: 10.1038/s41893-020-0499-2.
- FGV. *Relatório técnico sobre Brumadinho e Mariana*. Rio de Janeiro: FGV Direito, 2021.
- GUAMBE, José Julio Júnior; CRUZ, Rita de Cássia Ariza. A importância da geografia para a compreensão do Mundo Contemporâneo. *GEOUSP*, v. 27, p. e-217398, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo Demográfico e estimativas populacionais*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 jun. 2025.

MEEROW, S.; NEWELL, J. P.; STULTS, M. Urban resilience: a conceptual framework and research agenda. *Landscape and Urban Planning*, v. 147, p. 38-49, 2016.

MERCER, J. et al. Participatory knowledge production and adaptive capacity building in community-based disaster risk reduction. *Environmental Science & Policy*, v. 92, p. 33-43, 2019. DOI: 10.1016/j.envsci.2018.10.002.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE MINAS GERAIS (MPMG). *Relatório final de monitoramento das ações reparatórias*. Belo Horizonte: MPMG, 2023.

NGUELOVSKI, I. et al. Equity impacts of urban green adaptation planning for climate risks: barriers and opportunities for transformative climate change resilience. *Environmental Research Letters*, v. 15, n. 12, 2020. DOI: 10.1088/1748-9326/abc547.

ONU (Organização das Nações Unidas). *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*. New York: ONU, 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 20 jun. 2025.

PELLING, M.; MANUEL-NAVARRETE, D. Disaster resilience and the global urban poor. *Progress in Human Geography*, v. 45, n. 3, p. 554-573, 2021. DOI: 10.1177/0309132520986743.

PORTO, Marcelo Firpo de Souza; MILANEZ, Bruno. *Saúde, ambiente e sustentabilidade: uma análise crítica da mineração*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2009.

PORTO, Marcelo Firpo; MILANEZ, Bruno. Desenvolvimento, mineração e sustentabilidade: desafios para o século XXI. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, São Paulo, v. 24, n. 69, p. 67-88, 2009. DOI: 10.1590/S0102-69092009000100005.

ROCHA, Altemar Amaral. A Geografia física no contexto das mudanças ambientais globais: novos desafios e perspectivas. *Geopauta*, v. 8, p. e15567, 2025.

SANTANA PEREIRA, L., NEGREIROS, I., LOPES, K. L., & ABIKO, A. As Cidades resilientes: desafios frente às enchentes urbanas. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, v. 19, p. 1-14, 2022.

SANTOS, Milton. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS, P., PEREIRA, S., LOURENÇO, P., ZÊZERE, J. L., REIS, E., OLIVEIRA, S., ... & FERREIRA, T. M. (2022). Avaliações multirrisco como abordagem para a construção de cidades resilientes e sustentáveis. *Associação Portuguesa de Geógrafos, Universidade de Coimbra. Faculdade de Letras*, p. 240-245, 2022.

SATTERTHWAITE, D.; McDONALD, D.; RAHMAN, M. Urban poverty and resilience in developing countries. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 46, p. 123-146, 2021. DOI: 10.1146/annurev-environ-012320-083417.

SILVA, R. P. et al. Governança, legislação e desafios para a redução do risco de desastres no Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 15, e2022117, 2023. DOI: 10.1590/2175-3369.15.e2022117.

SMITH, Keith. *Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster*. 4. ed. London: Routledge, 2006.

SOUZA, A. S.; LIMA, M. R. Alinhamento das políticas públicas municipais com os ODS: avanços e limitações. *Cadernos de Gestão Pública*, v. 9, n. 3, p. 201-219, 2022.

UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022: Our world at risk: transforming governance for a resilient future*. Geneva: UNDRR, 2022. Available at: <https://www.undrr.org/publication/global-assessment-report-disaster-risk-reduction-2022>. Accessed: 20 Jun. 2025.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR). *Making Cities Resilient 2030*. Geneva: UNDRR, 2022.

VALE, Luciana; et al. Resiliência urbana e desastres: desafios para a governança e participação social. *Revista Gestão & Ambiente*, Salvador, v. 24, n. 2, p. 1-19, 2021. DOI: 10.1590/2177-705520212402.

VALE, R.; GOUVÊA, M.; TAVARES, S. *Cidades resilientes e políticas urbanas: desafios contemporâneos*. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 23, n. 2, p. 285–303, 2021.

WISNER, Ben; BLAIKIE, Piers; CANNON, Terry; DAVIS, Ian. *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*. 2. ed. London: Routledge, 2012.

YIN, Robert K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

BEDIN, F. C., DA SILVA COSTA, F. R., JÚNIOR, A. L., & KIOURANIS, N. M. M. Tendências metodológicas da pesquisa em ensino de química na revista “química nova na escola” -1995 a 2017. *Revista Pesquisa Qualitativa*, v. 8, n. 17, p. 256-277, 2020.