

DESASTRES GEOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS OCORRIDOS EM BELO HORIZONTE-MG, 2010-2023

Taíza de Pinho Barroso Lucas¹
Magda do Carmo Parajára²
Solimar Rocha Carnavalli³
Maria Giovana Parizzi⁴
Aline Dayrell Ferreira Sales⁵
Amanda Silva Magalhães⁶
Guilherme Rafael Gomide Pinheiro⁷
Waleska Teixeira Caiaffa⁸

INTRODUÇÃO

O município de Belo Horizonte apresenta alta susceptibilidade aos desastres geológicos e hidrológicos dada à sua conformidade natural (PARIZZI, 2021), somados aos eventos climáticos extremos e a urbanização precária. Estudos em saúde pública vem mostrando os impactos dos desastres naturais na saúde, tanto de morbidade como de mortalidade. O desastre, no seu conceito social, não pode ser desvinculado do seu contexto de ocorrência, em que devem ser consideradas as variáveis físicas, sociais, políticas, econômicas e outras que desencadeiam grandes impactos na saúde pública (FAVERO, 2014).

As inundações urbanas são os desastres climáticos que ocorrem com mais frequência, afetando mais pessoas do que qualquer outro perigo ambiental. Combinadas as características topológicas do município às mudanças climáticas e aos níveis crescentes da urbanização, elas devem contribuir com a maior frequência e intensidade de grandes eventos de inundação devido à maior ocorrência de tempestades severas.

¹ Residente pós-doutoral do Programa de Pós-graduação em Saúde Pública da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, taizaead@gmail.com;

² Pesquisadora do Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte (OSUBH) da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, magdaparajara@gmail.com;

³ Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Saúde Pública da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, solcarnavalli@hotmail.com;

⁴ Professora Titular do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, mgsparizzi18@gmail.com;

⁵ Professora Adjunta do Departamento de Medicina Preventiva e Social da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, dayrellferreira@yahoo.com.br; Coordenadora do Projeto MapIO-BH, no qual este resumo é subproduto.

⁶ Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Saúde Pública da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, amandasmagalhaes@hotmail.com;

⁷ Pesquisador do Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte (OSUBH) da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, guismop@gmail.com;

⁸ Professora Titular do Departamento de Epidemiologia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Coordenadora do Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte (OSUBH), caiaffa.waleska@gmail.com.

Como primeiro passo para entender como os desastres naturais impactam a saúde pública é necessário mapear os eventos hidrológicos e geológicos ocorridos no município, de acordo com a conformação geológico-geomorfológica do território. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo mapear, por bairros, os desastres geológicos e hidrológicos ocorridos em Belo Horizonte, Minas Gerais (MG), no período entre 2010 e 2023.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O território de Belo Horizonte apresenta uma variada constituição geológica, dividida em dois grandes grupos litológicos e geomorfológicos: 1. a depressão belo-horizontina, que abrange cerca de 70% do município e corresponde a litologia de gnaiss e solos residuais transportados e 2. o quadrilátero ferrífero, composto por rochas metassedimentares do Supergrupo Minas, especificamente dos grupos Cauê, Piracicaba e Sabará, que correspondem às escarpas da Serra do Curral (referente aos 30% restantes), como apresentado na Figura 1.

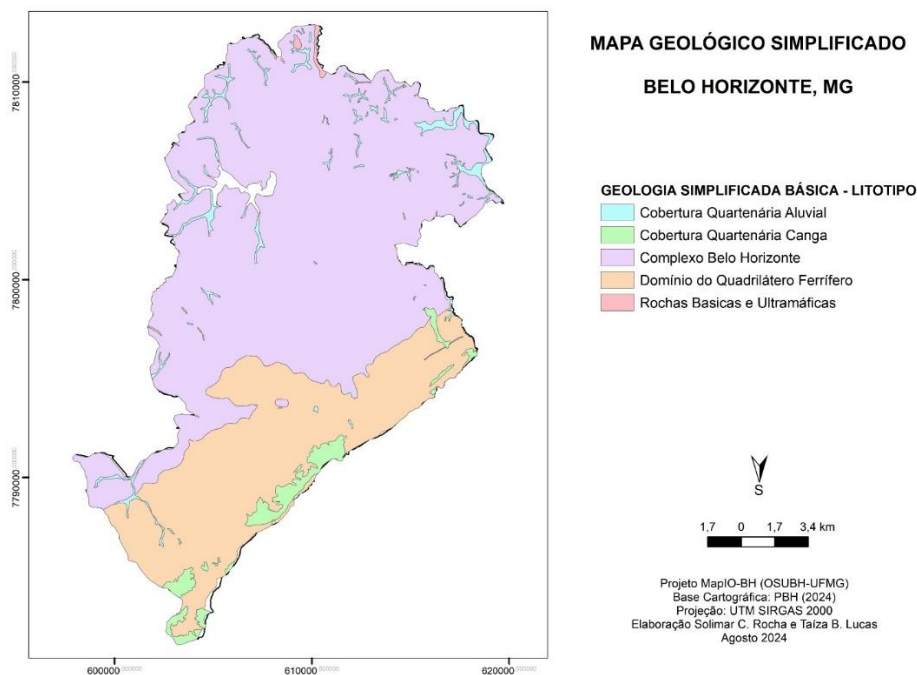


Figura 1. Mapa geológico simplificado de Belo Horizonte - MG - Adaptado. Fonte de dados: BH Map - PBH (2024). Disponível em: <https://bhmap.pbh.gov.br>. Acesso em: 13 de agosto de 2024.

O relevo do Complexo Belo Horizonte (CBH) é tipificado por espigões, colinas de topo plano a arqueado e encostas policonvexas de declividades variadas, esculpidas pela dissecação fluvial das áreas gnáissicas, com altitudes entre 660 e 1000 metros. A maior parte encontra-se numa região de colinas côncavo-convexas de vertentes pouco inclinadas, com níveis altimétricos entre 800 e 900 metros.

O relevo do Domínio Quadrilátero Ferrífero (DQF) é marcado pelas bordas abruptas de um maciço antigo, bastante acidentado, com espigões grosseiramente orientados e sucessões de cristas e patamares com direção NE-SW. Segundo Parizzi (2021), as áreas de maior altitude, acima de 1300 até 1500m, se devem às camadas de itabirito, coberturas detrítico-lateríticas com concreções ferruginosas, que protegem as escarpas dos processos erosivos. A segunda faixa altimétrica é caracterizada pela presença de rochas pouco resistentes ao intemperismo, possuem variação altimétrica entre 1100 e 1300 m. E a terceira faixa de cristas, com cotas altimétricas de 900 a 1100 metros, se caracteriza por uma sucessão de cristas de quartzito intercaladas com patamares mais suavizados de filito.

Da diversidade geológica-geomorfológica do território de Belo Horizonte, destaca-se as características de declividade do terreno, onde se verificam altos percentuais no DQF, os maiores valores acompanham a crista da Serra, que define os limites municipais na direção NE-SW. A declividade do CBH é bastante heterogênea, na porção nordeste e extremo norte do município, por exemplo, há percentuais de declividade acima de 47%, nas áreas de contato entre as diferentes cotas altimétricas (PARIZZI, 2021). Nesse domínio também se encontram as áreas planas, com declividade menor de 8%, como ocorre nas calhas do Ribeirão Arrudas, Onça e na Regional Pampulha, como um todo.

Os padrões de drenagem são distintos para as duas principais bacias hidrográficas do município: a Bacia do Ribeirão do Onça e a Bacia do Ribeirão Arrudas. A primeira encontra-se integralmente na área de mar de morros do CBH. O padrão de drenagem é do tipo dendrítico e as sub-bacias apresentam formatos circulares a ramificadas, que favorecem as inundações naturais nas respectivas planícies de inundação. Já a do Ribeirão Arrudas, encontra-se na área central do território, a partir do curso d'água principal com direção e sentido W-E, tem seus afluentes do lado norte no CBH e os do lado sul no DQF. Portanto, apresentam drenagem do tipo paralela e sub-bacias alongadas, tendo forte influência das maiores altitudes e declividades de orientação SW-SE da Serra do Curral (PARIZZI, 2021).

Fontes de Dados e Metodologia

O estudo de análise ambiental do município de Belo Horizonte é parte do projeto Mapa das Iniquidades e Oportunidades de Belo Horizonte (MapIO-BH), desenvolvido pelo Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte, da Universidade Federal de Minas Gerais (OSUBH-UFMG). O MapIO-BH é um projeto multidimensional e multimétodos,

composto de dados secundários e uma abordagem participativa objetivando conhecer, entender e propor indicadores que possam contribuir para a equidade e sustentabilidade do ambiente natural, social e construído no contexto da saúde urbana. A dimensão climática e ambiental do projeto examina dados ambientais e políticas de mudanças climáticas urbanas que impactam a saúde da população.

Para o presente estudo, foram utilizados dados secundários referentes às vistorias técnicas realizadas pela Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil (SPDC) da Prefeitura de Belo Horizonte (PBH), no período de 2010-2023. A notificação das vistorias se dá a partir de chamada telefônica para o número 199, que registra a ocorrência em formulário próprio, denominado SIMDEC (Sistema Municipal de Defesa Civil). A planilha de vistorias contém dados do tipo de desastre, data da vistoria, tipo de urbanização, grau de risco, tipo de logradouro com nome, número, CEP, bairro e regional de ocorrência. De acordo com o Plano de Contingências para Enfrentamento de Desastres em Belo Horizonte 2023/2024, as vistorias são feitas em 100% das notificações registradas, tanto por civis como por órgãos públicos (PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, 2023).

A partir da Classificação e Codificação Brasileira de Desastres - COBRADE - (BRASIL, 2024), os registros das planilhas de vistorias foram classificados em duas categorias de desastres naturais: hidrológicos e geológicos. Nos geológicos foram incluídos os registros de abatimento do solo, deslizamentos de encosta, erosões do solo e terrenos instáveis. Para os hidrológicos, alagamentos e inundações.

Organizados e tratados em planilhas do Excel, os dados foram analisados de acordo com o período de estudo, a fim de determinarmos: (1) Total de ocorrências geológicas e hidrológicas em Belo Horizonte; (2) Total de ocorrências por tipo de desastre; (3) Total de ocorrências geológicas e hidrológicas por bairro; (4) Total de ocorrências por tipo, a partir da classificação em desastres geológicos e hidrológicos, por bairro; (5) Total de ocorrências, por tipos dos desastres geológicos e hidrológicos, por bairro, a partir da contagem da presença (valor 1) ou ausência (valor 0) de cada um dos seis tipos identificados de desastres geológicos e hidrológicos, de modo que o somatório variou de 0 (ausência de ocorrências) a 6 (presença dos seis subgrupos de ocorrências).

As informações dos bairros foram submetidas a um processo de verificação de consistência e ajuste utilizando-se o software estatístico Stata (versão 17.0) e R (versão 4.3.3) em conjunto com o ambiente de desenvolvimento RStudio (versão 2023.12.1+402), para padronização da grafia dos nomes e atribuição do número de identificação do bairro,

de acordo com a base cartográfica de Bairros Populares da PBH, definida conforme a Lei nº 11.490/2023. Para os riscos geológicos e hidrológicos, tivemos um aproveitamento de 96,18% e 96,71% das informações, respectivamente.

Após esse procedimento, as ocorrências foram agrupadas por bairros e foram elaborados mapas temáticos utilizando esta unidade geográfica. Somente aqueles com ocorrências foram representados em cada mapa. Em todos eles foram incluídos a camada de regionais político-administrativas (distritos sanitários), conforme a Lei Nº 10.231, de 19 de julho de 2011. O método de classificação para definição dos intervalos de classe foi Quebras Naturais (Jenks) com cinco classes. Os mapas foram elaborados no software ArcGIS (versão 10.5).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o total de desastres hidrológicos (11.182 registros) e geológicos (6.400 registros) ocorridos em Belo Horizonte, de 2010 a 2023, separados por regionais administrativas. Verifica-se que as ocorrências hidrológicas correspondem a 63,6% de todas as ocorrências registradas pela Defesa Civil. Nota-se que os alagamentos correspondem a 55,2% do total de notificações e 86,8% dos desastres hidrológicos. Esses desastres hidrológicos predominam nas regionais: Pampulha, Norte e Oeste, onde grande parte destes territórios se encontram na depressão belo-horizontina, que corresponde ao relevo do Complexo Belo Horizonte (CBH).

Tabela 1. Distribuição do total de desastres hidrológicos e geológicos ocorridos em Belo Horizonte - MG, de 2010 a 2023.

Regional	Categoria dos Desastres Naturais					
	Hidrológico		Geológicos			
	Alagamento	Inundação	Deslizamento de Encosta	Erosão do Solo	Abatimento no Solo	Terreno Instável
Barreiro	512	70	679	104	24	7
Oeste	1358	301	664	111	34	7
Centro-Sul	862	23	524	64	24	11
Leste	250	31	416	93	30	6
Nordeste	1142	179	659	159	31	6
Noroeste	216	25	712	122	32	6
Norte	1884	453	519	104	28	1
Pampulha	2712	274	550	85	32	7
Venda Nova	773	117	391	116	35	7
Total	9709	1473	5114	958	270	58

Fonte de dados: Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil da Prefeitura de Belo Horizonte.

Os desastres geológicos correspondem a 36,4% de todas as notificações. Os deslizamentos de encostas, mais frequente desastre geológico (79,9%), correspondem a

29,1% do total de notificações. Diferentemente das inundações, ocorrem em todo o município, particularmente nas áreas de terreno mais inclinado. Parizzi (2021) apresenta os escorregamentos de massa oriundos de cada tipo litológico no município, entretanto na planilha de vistorias do SPDC não há estas diferenciações.

A Figura 2 apresenta a distribuição de ocorrências de alagamentos e inundações por bairros. Verifica-se que a distribuição espacial dos alagamentos ocorre de maneira mais difusa que as inundações, assim como em maior número de bairros. De acordo com Castro (2003), os alagamentos são águas acumuladas nas ruas e nos perímetros urbanos por fortes precipitações, em cidades com sistemas de drenagem deficientes. Portanto, elas não se referem somente aos locais com cursos d'água, como as inundações, que ocorrem preferencialmente no CBH, que são áreas de planície de inundação de córregos, muitos deles submersos nas avenidas sanitárias da cidade.

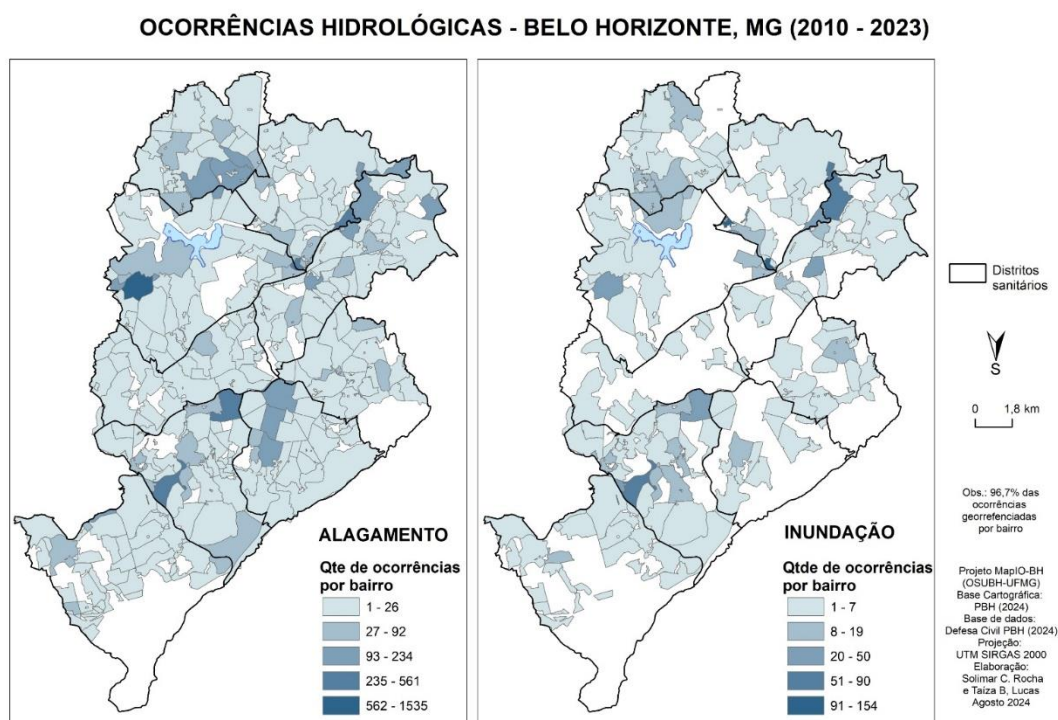


Figura 2. Mapa da distribuição de ocorrências hidrológicas em Belo Horizonte - MG, no período de 2010 - 2023. Fonte de Dados: SPDC-PBH e BH Map - PBH (2024). Disponível em: <https://bhmap.pbh.gov.br>. Acesso em: 13 de agosto de 2024.

A Figura 3 apresenta os bairros de acordo com a quantidade de ocorrências de todos os tipos de desastres, apontados na Tabela 1. Os bairros que mais se destacam no DQF são: Buritis, na Regional Oeste, os bairros Santo Antônio e Vila Barragem Santa Lúcia, na Regional Centro-Sul e Boa Vista e Paraíso, na Regional Leste. No CBH, o bairro Califórnia, no extremo oeste do município, Regional Noroeste, os bairros Ouro Preto,

Dona Clara e Jardim Alvorada, na Regional Pampulha, os bairros Céu Azul, Jaqueline, Piratininga e Mantiqueira, em Venda Nova e os bairros Jardim Vitória, Santa Cruz e Ribeiro de Abreu, na Regional Nordeste. A regional Venda Nova, no extremo norte do município, se destaca na Figura 3, pois é a regional com maior número de bairros nas classes 6 e 5, devido as características físicas da sua paisagem. Nesta região predominam os rios dendríticos circulares nas áreas mais rebaixadas, que favorecem as inundações e alagamentos, além de vertentes inclinadas e ocupadas sem planejamento e infraestrutura urbana adequada, que favorecem também os desastres geológicos.

**OCORRÊNCIAS GEOLÓGICAS E HIDROLÓGICAS
BELO HORIZONTE, MG (2010 - 2023)**

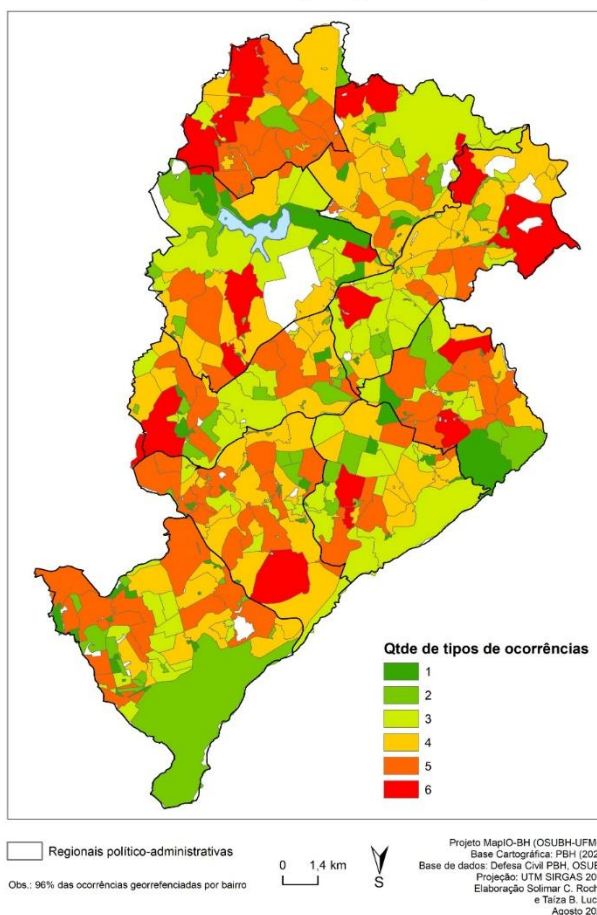


Figura 3. Mapa da distribuição de desastres geológicos e hidrológicos por bairros, em Belo Horizonte - MG, no período de 2010 - 2023. Fonte de Dados: SPDC-PBH e BH Map - PBH (2024). Disponível em: <https://bhmap.pbh.gov.br>. Acesso em: 13 de agosto de 2024.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados de desastres naturais ocorridos em Belo Horizonte, entre 2010 e 2023, verifica-se que as feições litológicas, geomorfológicas e os padrões de drenagem são determinantes da susceptibilidade aos desastres ambientais. Conforme Parizzi (2021), o

padrão de drenagem dos Córregos da Bacia do Arrudas são encaixados, vales em “V” e paralelos entre si, o que favorece as enxurradas e alagamentos à jusante, nas áreas mais rebaixadas. Portanto, verifica-se uma grande frequência de registros de alagamentos nos bairros Betânia, Lourdes, Prado e Centro. Na Bacia do Onça, onde predomina mais de 60% de todos os registros hidrológicos, eles ocorrem predominantemente nas comunidades ribeirinhas, como Conjunto Lagoa, bairro Santa Terezinha e Vila Suzana, na Regional Pampulha, e ao longo do Onça, nas Regionais Norte e Nordeste. Já os desastres geológicos são difusos em todo o município. Eles ocorrem nas áreas íngremes ao longo da Serra do Curral, em maior número de registros nos bairros Buritis, Havaí e alguns bairros do Barreiro, mas também muito significativo os registros em Venda Nova e na Regional Nordeste, como o Ribeiro de Abreu.

As análises iniciais aqui apresentadas são o ponto de partida para informações úteis ao planejamento urbano e definição de políticas intersetoriais que visem mitigar o impacto de desastres naturais considerando as especificidades intraurbanas de uma grande metrópole. A partir deste estudo verifica-se a necessidade ainda de trabalhar com o cálculo de densidade de ocorrência por coordenada geográfica, permitindo assim melhor identificar as áreas mais vulneráveis aos desastres naturais em Belo Horizonte. Análises como essas visam não apenas a preparação e resposta a desastres, mas também contribuem para o desenvolvimento de políticas que busquem minimizar os impactos sociais, econômicos e em saúde.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Proteção e Defesa Civil (SEDEC). **Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE)**. 2024.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Desastres Naturais**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. 174 p.

FAVERO, E.; SARRAIERA, J. C.; TRINDADE, M. C. O desastre na perspectiva sociológica e psicológica. **Psicologia em Estudo**, 19(2): 201-209, 2014.

PARIZZI, M. G. Riscos geológicos e hidrológicos no município de Belo Horizonte, MG. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**. V. 11, p. 145-161, 2021.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. Grupo Gestor de Risco e Desastre - GGRD. **Plano de contingência 2023/2024 para enfrentamento de desastres em Belo Horizonte**. 2024. 134 p. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/obras-e-infraestruturadefesa-civil/plano-de-contingencia>. Acesso em: 13 ago. 2024.