

DOI: 10.47094/COBRAMSEG2024/384

Cartografia Geotécnica Aplicada ao Estudo de Áreas Suscetíveis a Escorregamentos de Solos e Rochas em Belo Horizonte - MG

Thiago Bomjardim Porto

Pesquisador, IGC UFMG, Belo Horizonte, Brasil, thiagoportoeng@gmail.com

Jarbas Lima Dias Sampaio

Professor e Pesquisador Doutor, IGC UFMG, Belo Horizonte, Brasil, jarbasdias@gmail.com

Maria Giovana Parizzi

Professora e Pesquisadora Doutora, IGC UFMG, Belo Horizonte, Brasil, mgparizzi18@gmail.com

RESUMO: Avaliou-se espacialmente a propensão no Município de Belo Horizonte à ocorrência de eventos de movimento gravitacionais de massa com base nas suas condições locais atuais, inclusive referente a intervenções antrópicas recentes. Para estabelecimento dos fatores condicionantes do modelo SIG utilizou-se o trabalho do IBGE (2019), a saber: geologia, geomorfologia, pedologia, cobertura/uso do terreno, declividade e pluviosidade. Após classificação das variáveis de cada atributo de acordo com a predisposição ao evento procedeu-se com a conversão dos arquivos de imagens vetoriais em raster e, na sequência, normalização e compatibilização das variáveis de cada mapa temático, possibilitando-se, assim, realizar a álgebra de mapas. Para definição dos pesos dos atributos utilizou-se o método Delphi. Por fim, o mapa de suscetibilidade à deslizamentos foi criado. O diagnóstico espacial do meio físico desenvolvido na pesquisa é uma importante fonte de informação técnica à elaboração, atualização e revisões de projetos de parcelamento do solo, a fim de minimizar os problemas decorrentes da implantação de loteamentos em áreas pouco favoráveis à ocupação urbana, auxiliando o poder público na prevenção de desastres. A metodologia multicritério proposta nesta pesquisa aliada a dados técnicos-científicos de domínio público e inspeções de campo, permite replicar o modelo SIG para outros municípios.

PALAVRAS-CHAVE: Cartografia geotécnica, geotecnia ambiental, geotecnologias, SIG, método Delphi.

ABSTRACT: Using QGIS, the propensity in the Municipality of Belo Horizonte to the occurrence of gravitational mass movement events was spatially evaluated based on its current local conditions, including those related to recent anthropogenic interventions. To establish the conditioning factors of the GIS model, the work of IBGE (2019) was used, whose predisposing factors were geology, geomorphology, pedology, land cover/use, slope and rainfall. After classifying the variables of each attribute according to the predisposition to the event, the vector image files were converted into raster (matrix) and, subsequently, normalization and compatibility of the variables of each thematic map, thus enabling, perform linear map algebra. To define the weights of the attributes, the Delphi method was used. Finally, the landslide susceptibility map was created. The spatial diagnosis of the physical environment developed in the research is an important source of technical information for the preparation, updating and reviews of land subdivision projects, in order to minimize problems arising from the implementation of subdivisions in areas that are unfavorable for urban occupation, helping the public power, therefore, in disaster prevention. Finally, the methodology proposed in this research, which uses a multi-criteria spatial approach, combined with technical-scientific data and field inspections, allows the GIS model to be replicated in other municipalities.

KEYWORDS: Geotechnical cartography, environmental geotechnics, geotechnologies, GIS, Delphi method.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil os mapas de suscetibilidade à movimentos gravitacionais de massa são ferramentas públicas importantes para os municípios, bem como, órgãos de controle, como subsídio ao planejamento urbano, em consonância com a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) instituída pela Lei nº 12.608/2012 (BRASIL, 2012) que estabelece a obrigatoriedade do mapeamento contendo as áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos para os municípios pertencentes ao cadastro nacional de áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos, Decreto nº 10.692/2021 (BRASIL, 2021). O diagnóstico espacial do meio físico é uma importante fonte de informação técnica à elaboração, atualização e revisões de projetos de parcelamento do solo, a fim de minimizar os problemas decorrentes da implantação de loteamentos em áreas pouco favoráveis à ocupação urbana, auxiliando o poder público, portanto, na prevenção de desastres.

A suscetibilidade à escorregamentos de solos e rochas está associada com vários fatores condicionantes. Pourghasemi et al. (2018) compilou informações de quase 500 pesquisas ao redor do mundo sobre zoneamento de áreas de risco geológico-geotécnico e identificou cerca de 100 fatores condicionantes que estão relacionados diretamente ou indiretamente com ocorrências indesejáveis de movimentações de terra (eventos geodinâmicos) A combinação linear ponderada desses fatores condicionantes possibilita avaliar o potencial de uma determinada área quanto a ocorrência ou não de deslizamentos. Nesse contexto, a chuva intensa desempenha um papel importante para iniciar o evento geodinâmico (Porto *et al.*, 2024).

Nesse panorama, a presente pesquisa se propõe a realizar um mapeamento atualizado da suscetibilidade a deslizamentos na capital de Minas Gerais, Belo Horizonte, Figura 1, considerando os fatores condicionantes geologia, geomorfologia, pedologia, uso/cobertura do solo, declividade e pluviosidade. Para tanto, foram utilizados dados de domínio público disponibilizados no INDE (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais). O Governo Federal criou o INDE com o propósito de catalogar, integrar e harmonizar dados geoespaciais existentes nas instituições do governo brasileiro (união, estados, municípios e autarquias públicas), produtoras e mantenedoras deste tipo de dados (SIG).



Figura 1. Fotografias aéreas da capital do Estado de Minas Gerais - Brasil. Fotos: Gustavo Simões (2024).

Importantes pesquisas locais e regionais foram desenvolvidas sobre as temáticas “mapeamento de áreas suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa” e “correlação entre histórico de ocupação, pluviometria e processos geodinâmicos”, destacando-se: Castro e Evangelista (2004), Parizzi (2004), Castro (2006), Parizzi et al. (2006), Lima e Souza (2008), Oliveira (2009), Parizzi et al. (2010), Sebastião (2010), Parizzi et al. (2011), Parizzi et al. (2013), Parizzi (2014), CPRM (2015), Carvalho et al. (2017), Parizzi (2021), Menezes et al. (2021), Parizzi (2022), Silva et al. (2023), Porto (2024), dentre outros. Neste contexto, destaca-se nas últimas 3 (três) décadas as importantes contribuições técnico-científicas para o Estado de Minas Gerais da Professora e Pesquisadora Dra. Maria Giovana Parizzi do IGC UFMG. Seu trabalho árduo, paixão e dedicação reflete-se no contínuo aprimoramento das técnicas de zoneamento de áreas de riscos geológico-geotécnicos na RMBH.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de Estudo

Belo Horizonte é a capital do estado de Minas Gerais, no sudeste do Brasil. O município está localizado na região Central de Minas Gerais. Sua extensão territorial é de cerca de 331,354 km², com uma população de 2.315.560 habitantes, sendo o município mais populoso do estado, com uma densidade demográfica de 6.988,2 hab./km² (IBGE, 2022). Belo Horizonte faz divisa com os municípios de Brumadinho, Contagem, Ibituripe, Nova Lima, Ribeirão das Neves, Sabará, Santa Luzia e Vespasiano. O município se divide em 9 (nove) regionais: Barreiro, Centro-Sul, Leste, Nordeste, Noroeste, Norte, Oeste, Pampulha e Venda Nova. O mapa de localização do município é apresentado na Figura 2.



Figura 2. Mapa de localização de Belo Horizonte e suas regionais. Fonte: Adaptado do Google Maps (2024).

O clima de Belo Horizonte é predominantemente tropical de altitude com verões quentes e chuvosos. De acordo com classificação clássica de Köppen-Geiger (1936), o clima da capital mineira é designado como Cwb (subtropical úmido), com períodos de inverno seco e verões chuvosos, apresentando uma pluviosidade média anual de 1205 mm (CLIMATE DATA, 2024; ALVARES et al. 2013). A Figura 3 apresenta as temperaturas e precipitações médias anuais em Belo Horizonte para a normal climatológica de 1994 a 2024.

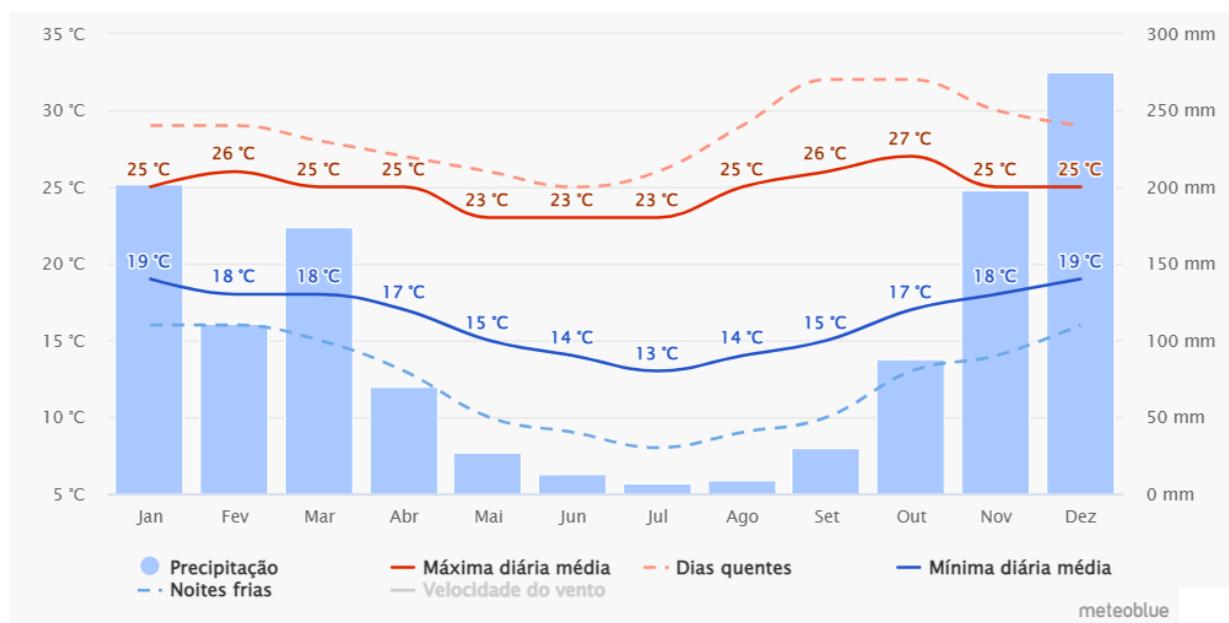


Figura 3. Temperaturas e precipitações médias dos últimos 30 anos (1994-2024). Fonte: Meteoblue (2024).

2.2 Áreas de Suscetibilidade a Deslizamentos

As áreas de riscos geológico-geotécnicos do Município de Belo Horizonte são zoneadas por intermédio de vistorias realizadas pelas equipes de Defesa Civil, técnicos da SGB/CPRM, PBH/Urbel ou terceirizadas. A carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa mais recente publicada pela CPRM é de 2015, Figura 4. De acordo com a legislação atual o Plano Municipal de Redução de Risco (PMRR) dos municípios devem ser atualizados e revisados a cada 2 (dois) anos.

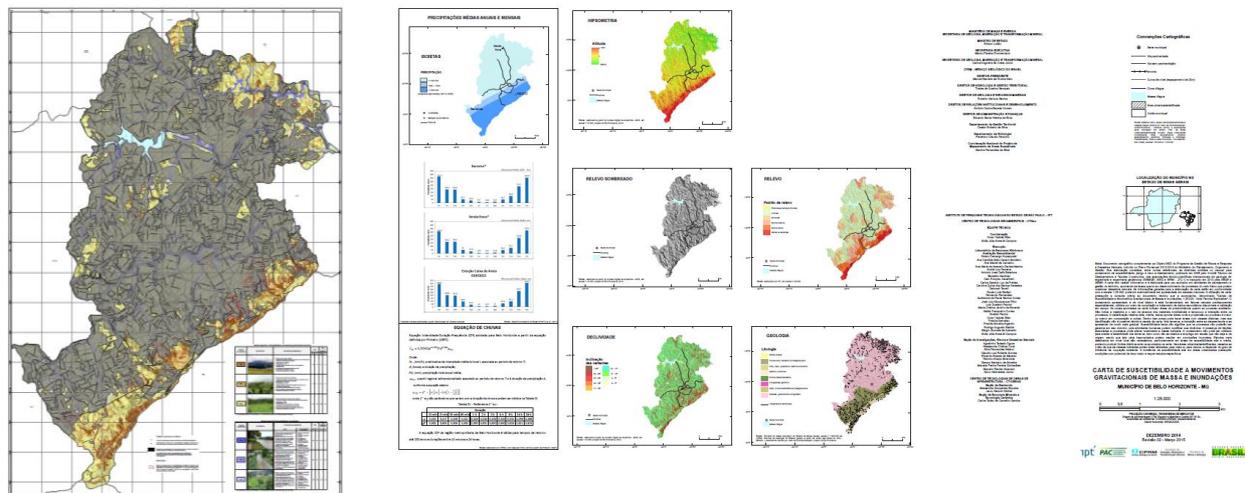


Figura 4. Mapa de suscetibilidade a deslizamentos e inundações de Belo Horizonte. Fonte: CPRM (2015).

O mapeamento da CPRM considerou 3 (três) classes de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa: alta (4,8% da área do município), média (5,2% da área do município) e baixa (90% da área do município). Uma característica predominante do zoneamento realizado para áreas classificadas como suscetibilidade alta é a declividade maior que 25%, que se localiza nas proximidades da serra do curral. O mapeamento é compatível com a escala 1:25.000. Os atributos utilizados pela CPRM para criação do mapa de suscetibilidade foram as precipitações médias anuais, hipsometria, relevo, declividade e geologia, totalizando-se 5 (cinco) fatores condicionantes. A nota técnica explicativa do documento cartográfico da Figura 4 afirma que o zoneamento não pode ser utilizado para avaliar a estabilidade dos terrenos, sendo um documento de caráter informativo qualitativo com foco na gestão e planejamento territorial.

2.3 Obtenção dos Dados Geospaciais

Para a realização deste estudo, foi realizado um levantamento de dados públicos provenientes do INDE (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais), Alos Palsar (MDE) e CBERS 04A/INPE. Para estabelecimento dos fatores condicionantes do modelo SIG utilizou-se o trabalho do IBGE (2019), cujos fatores de predisposição foram a geologia, a geomorfologia, a pedologia, a cobertura/uso do terreno, a declividade e a pluviosidade.

2.4 Etapas metodológicas da pesquisa

Resumidamente, as principais etapas metodológicas da pesquisa foram:

- obtenção do Modelo Digital de Elevação (MDE) do Alos Palsar;
- reprojeção do MDE para o SIRGAS 2000/UTM, zona 23S;
- criação do atributo matricial declividade (.tif);
- agrupamento dos valores de declividade de acordo com as classes definidas pela Embrapa (1979);
- obtenção da normal climatológica de Belo Horizonte e geração do mapa de isocletas (tif);
- obtenção e edição do mapa temático geologia;
- obtenção e edição do mapa temático geomorfologia;

- h. obtenção e edição do mapa temático uso/ocupação do solo;
- i. obtenção e edição do mapa temático pedologia;
- j. recorte dos planos de informação de acordo com o limite territorial do município (IBGE);
- k. atribuição de notas para as classes e subclasses dos fatores condicionantes;
- l. obtenção das ocorrências de deslizamentos inventariadas pelo SGB/CPRM no formato vetorial (.shp);
- m. reprojeção da camada de pontos de ocorrência para o SIRGAS 2000/UTM, zona 23S;
- n. análise da consistência e qualidade do banco de dados disponível para a pesquisa;
- o. realização da álgebra de mapas e geração do mapa de suscetibilidade à deslizamentos
- p. análise da consistência do zoneamento obtido;
- q. discussões complementares sobre os resultados obtidos e a limitação da pesquisa
- r. elaboração das principais conclusões da pesquisa e sugestão de trabalhos futuros

3 RESULTADOS E ANÁLISES

Após realização da álgebra de mapas obteve-se o mapa de suscetibilidade a deslizamento, conforme é apresentado na Figura 5. Percebe-se que as porções sudeste (SE) das regionais de Belo Horizonte, Leste, Centro-Sul, Oeste e Barreiro, com declividades acentuadas possui grau de suscetibilidade alto a muito alto. Trata-se de áreas próximas a Serra do Curral, com as altitudes mais altas da capital, justificando-se, assim, o grau de suscetibilidade alto a muito alto. Já na regional da Pampulha e adjacências, região mais plana do município, o grau de suscetibilidade é muito baixo e baixo.

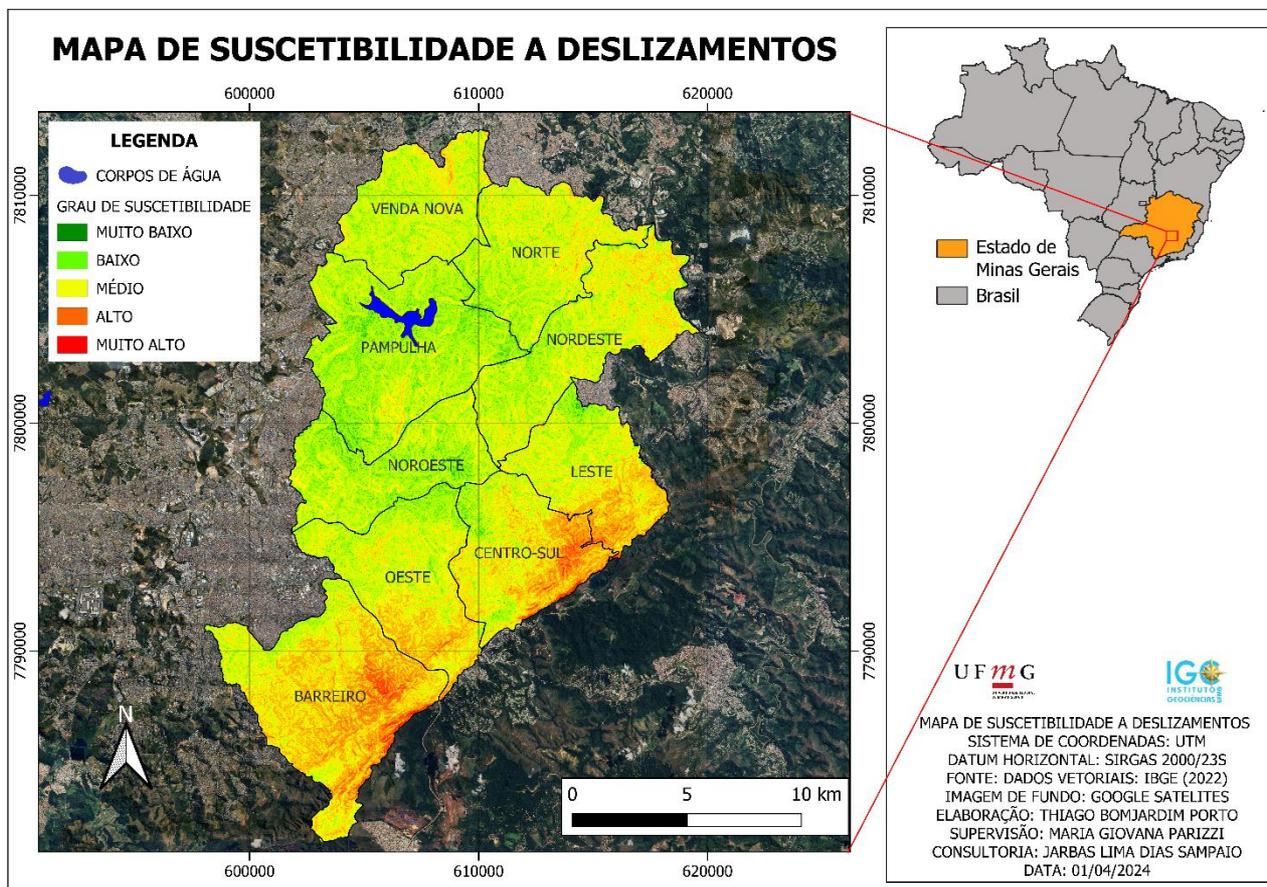


Figura 5. Mapa de suscetibilidade à deslizamento obtido na pesquisa. Fonte: Autores (2024)

Apresenta-se na Tabela 1 resumo quantitativo dos resultados obtidos na pesquisa por regional de Belo Horizonte. Identifica-se que as regionais Nordeste, Noroeste, Norte, Pampulha e Venda Nova não apresentam classe de suscetibilidade à deslizamento muito alta, o que já se esperava, pois são as regiões mais planas do município.

Tabela 1. Incidência específica das classes de suscetibilidade a deslizamentos em Belo Horizonte.

Abrangência Territorial	Classes de Suscetibilidade										Total	
	Muito Baixa		Baixa		Média		Alta		Muito Alta			
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Belo Horizonte - Capital	20,9	6,3	119,2	36,0	136,1	41,1	47,2	14,3	7,7	2,3	331,0	100,0
Regional Leste	1,0	3,5	6,6	23,5	12,9	46,4	6,7	24,2	0,7	2,4	27,8	8,4
Regional Centro-Sul	0,8	2,5	5,9	18,6	13,4	42,4	9,4	29,6	2,2	7,0	31,7	9,6
Regional Oeste	1,6	4,3	11,1	30,9	16,8	46,7	6,2	17,1	0,4	1,0	35,9	10,8
Regional Barreiro	0,3	0,6	5,5	10,4	23,1	43,3	20,0	37,4	4,4	8,3	53,4	16,1
Regional Nordeste	1,4	3,5	15,8	40,1	19,2	48,8	2,9	7,5	0,0	0,0	39,3	11,9
Regional Noroeste	4,1	13,8	18,4	61,2	7,5	24,9	0,1	0,2	0,0	0,0	30,1	9,1
Regional Norte	1,9	5,7	14,0	43,0	15,9	49,0	0,7	2,3	0,0	0,0	32,5	9,8
Regional Pampulha *	8,7	17,2	31,0	61,1	10,8	21,3	0,2	0,5	0,0	0,0	50,8	15,3
Regional Venda Nova	1,1	3,8	10,7	36,9	16,3	56,1	0,9	3,2	0,0	0,0	29,0	8,8

* Não foi considerado a área da Lagoa da Pampulha na análise das métricas quantitativas.

4 CONCLUSÃO

Os resultados indicam que regiões com classes de declividades montanhoso (45 a 75%) e escarpado (>75%) associados com regiões com urbanização precária são mais suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa. Ao hierarquizar as 3 (três) principais regionais de Belo Horizonte para receber investimentos de infraestrutura função das classes de suscetibilidade à deslizamentos alta e muito alta, tem-se: 1º. Regional Barreiro (45,7%); 2º. Regional Centro-Sul (36,5%); 3º. Regional Leste (26,6%).

Comparativamente ao mapeamento realizado pela CPRM em 2015, percebe-se, para a metodologia adotada neste trabalho, que as áreas suscetíveis a deslizamento no município de Belo Horizonte aumentaram de 4,8% (alto) para 16,6% (alto a muito alto), proporcionalmente à área da cidade.

Este estudo poderá ser aprimorado com a incorporação de um maior banco de dados de cicatrizes de deslizamento do município de Belo Horizonte. Entende-se que é muito importante a contínua atualização dos zoneamentos das regiões de riscos geológico-geotécnicos para subsidiar a elaboração e revisão/atualização de Planos Municipais de Redução de Risco (PMRR), em consonância com a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) instituída pela Lei nº 12.608/2012 (BRASIL, 2012).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) pelo apoio técnico na presente pesquisa, a Defesa Civil de Belo Horizonte e a Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte (Urbel).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. de M., Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, 22(6): 711-728. Doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507. Disponível em: <https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil>. Acesso em: 12 Abr. 2024.

Brasil (2012) Lei Nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm>. Acesso em 12 Abr. 2024.

- Brasil (2021) Decreto Nº 10.692, de 3 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/decreto/d10692.htm>. Acesso em 12 Abr. 2024.
- Carvalho, D. C. F.; Dornas, C.; Benvenuto, G. (2017) Mapeamento da suscetibilidade a movimentos de massa no município de Belo Horizonte (MG) a partir da aplicação de análise multicritério. XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. I Congresso Nacional de Geografia Física. Anais. Campinas - SP. Disponível em: <<https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2249>>. Acesso em: 12 Abr. 2024.
- Castro, B.E.L.; Evangelista, J.A. (2004) Análise da Correlação entre histórico de ocupação, pluviometria e processos geodinâmicos nas vilas conjunto Taquaril e aglomerado da Serra. Monografia. Curso de Especialização em Geotecnia Ambiental (CEGEAMB). UFMG. Belo Horizonte.
- Castro, J.M.G. (2006) Pluviosidade e Movimentos de Massa nas Encostas de Ouro Preto. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da UFOP. Ouro Preto. Disponível em: <https://www.propec.ufop.br/uploads/propec_2022/teses/arquivos/tese116.pdf>. Acesso em 12 Abr. 2024.
- CLIMATE DATA (2024) Clima: Belo Horizonte (Brasil). Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/belo-horizonte-2889/> Acesso em: Mar. 2024.
- CPRM (2015) Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: município de Belo Horizonte - MG. CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Disponível em: <<https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/14916>>. Acesso em 12 Abr. 2024.
- Embrapa (1979) *Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos*. Súmula da 10. Reunião técnica de levantamento de solos. Rio de Janeiro: Embrapa. 83 p. (SNLCS. Micelânea, 1).
- IBGE (2022) *Censo Demográfico*. Diretoria de Pesquisas. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102011.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2024.
- IBGE (2019) *Suscetibilidade a deslizamentos do Brasil: primeira aproximação*. Macrocaracterização dos Recursos Naturais do Brasil. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101684.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2024.
- Köppen, W., Geiger, R. (1936) Das Geographische System der Klimate. In: Köppen, W. and Geiger, R., Eds., *Handbuch der Klimatologie*, Verlag Gebrüder Borntraeger, Berlin (DE). Disponível em: <https://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Koppen_1936.pdf>. Acesso em: 12 Abr. 2024.
- Lima, S. T.; Souza, J. B. (2008) O geoprocessamento aplicado na identificação de áreas com susceptibilidade a movimento de massas no Parque das Mangabeiras em Belo Horizonte – MG. *Revista Científica de Saúde do Centro universitário de Belo Horizonte (UNIBH)*. e-Scientia. v. 1, n. 1. p 1-18. Disponível em: <<https://revistas.unibh.br/dcbas/article/view/118>>. Acesso em: 12 Abr. 2024.
- Menezes, L. O.; Parisi, M. G.; Ruchkys, U, A.; Jardim, A. H. (2021) Comunicação em Geociências na Gestão de Riscos e Desastres Ambientais. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, v. 44, p. 01-12, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/37273>. Acesso em 01 Abr. 2024.
- Meteoblue (2024) Dados históricos simulados de clima e tempo para Belo Horizonte. Disponível em: <https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled/contagem_brasil_3465624>. Acesso em: Mar. 2024.
- Oliveira M. T. (2009) *Estudo de movimentos de massa gravitacionais no município de Belo Horizonte, MG*. Tese de Doutorado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Viçosa – UFV. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/815/1/texto%20completo.pdf>>. Acesso em: 1 Abr. 2024.
- Parizzi, M. G. (2004) *Condicionantes e mecanismos de ruptura em taludes da região metropolitana de Belo Horizonte, MG*. 211p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP. Ouro Preto – Minas Gerais. Brasil.
- Parizzi, M. G. (2014) *Desastres naturais e induzidos e o risco urbano*. *Geonomos*, p. 1-9. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11705>>. Acesso em: 21 mar. 2024.
- Parizzi, M. G. (2021) *Riscos Geológicos e Hidrológicos no Município de Belo Horizonte, MG*. *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (RBGEA)*. v.11. p. 145-161. Disponível em:

<https://www.abge.org.br/downloads/3%20-%20RISCOS%20GEOLOGICOS%20E%20HIDROLOGICOS%20NO.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024.

- Parizzi, M. G. (2022) *Panorama dos desastres climatológicos, hidrológicos, meteorológicos e geológicos durante o período de 2010 - 2019*. Derbyana, v. 43, p. 01-18. Disponível em: <<https://revistaig.emnuvens.com.br/derbyana/article/view/766>>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- Parizzi, M. G. et al. (2006) *A aplicação do GPR na análise de estabilidade de taludes*. Geotecnia (Lisboa), Portugal, v. 106, p. 23-53. Disponível em: <<https://impactum-journals.uc.pt/geotecnia/article/view/10780/7977>>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- Parizzi, M. G. et al. (2011) Processos de movimentos de massa em Belo Horizonte, MG. GEOGRAFIAS (UFMG), v. 7, n.1, p. 58-87, 2011. DOI: <https://doi.org/10.35699/2237-549X..13309>, Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13309>>. Acesso em: 21 mar. 2024.
- Parizzi, M. G.; Sebastião, C. S.; Viana, C. de S.; Pflueger, M. de C.; Campos, L. de C.; Cajazeiro, J. M. D.; Tomich, R. S.; Guimarães, R. N.; Abreu, M. L. de; Sobreira, F. G.; Reis, R. dos. Correlações entre chuvas e movimentos de massa no município de Belo Horizonte, MG. Revista Geografias, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 49–68, 2010. DOI: 10.35699/2237-549X.13296. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13296>>. Acesso em: 12 abr. 2024.
- Parizzi, M.G. et al. (2013) *Retroanálise de Escorregamento de Talude na Área de Risco do Taquaril, Belo Horizonte, MG*. Geonomos, p. 2-39. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11759>>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- Porto, D. S. G. F., Azevedo, R. C., Villar, L. F., Santos, H. A., Porto, T. B. (2024) *Metodologias para mapeamento do deslizamento de taludes: uma revisão bibliográfica*. CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES, [S. l.], v. 17, n. 3, p. e5074. DOI: 10.55905/revconv.17n.3-168. Disponível em: <<https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/5074>>. Acesso em: 1 abr. 2024.
- Porto, T. B. (2024) *Mapeamento de Suscetibilidade à Deslizamentos nos Municípios de Belo Horizonte, Contagem, Nova Lima e Sabará*. Relatório Técnico de Atividades da Residência Pós-Doutoral. Programa de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (IGC UFMG). Supervisão: Maria Giovana Parizzi. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.
- Pourghasemi, H. R.; Teimoori Yansari, Z.; Panagos, P.; Pradhan, B. Analysis and evaluation of landslide susceptibility: a review on articles published during 2005–2016 (periods of 2005–2012 and 2013–2016). Arabian Journal of Geosciences, 11 (9). 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12517-018-3531-5>>. Acesso em: 1 Abr. 2024.
- Sebastião, C. S. (2010) *Correlação entre pluviosidade e movimentos de massa para o município de Belo Horizonte/MG*. Dissertação (Mestrado em Geotecnia). Núcleo de Geotecnia da Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto.
- Silva, D. F. S.; Parisi, M.G.; Silva, E. A. S.; Silva, G. A. R. (2023) *Natural Disasters in the Metropolitan Region of Belo Horizonte: A Summary of Events Occurred in the Rainfall Period of 2019/2020*. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ, v. 46, p. 1-13. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/48923>>. Acesso em: 01 Abr. 2024.