

DOI: 10.47094/COBRAMSEG2024/177

# Aplicação de Geotecnologias no Mapeamento de Áreas Suscetíveis a Eventos Geodinâmicos em Teófilo Otoni - MG

Breno Alcântara Silva

Docente do Bacharelado em Engenharia Civil, IFNMG, Pirapora, Brasil, breno.silva@ifnmg.edu.br

Thiago Bomjardim Porto

Pós-Doutorando, UFMG, Belo Horizonte, Brasil, thiagoportoeng@gmail.com

Antônio Jorge de Lima Gomes

Docente do Bacharelado em Engenharia Civil, UFVJM, Teófilo Otoni, Brasil, antonio.gomes@ufvjm.edu.br

Jorge Luiz Gomes

Docente do Bacharelado em Engenharia Civil, UFVJM, Teófilo Otoni, Brasil, jorge.gomes@ufvjm.edu.br

**RESUMO:** Os desastres condicionados por fatores naturais estão cada vez mais frequentes em um mundo cada vez mais urbanizado. Destacam-se, no caso do Brasil, os desastres envolvendo movimentos de massa, deflagrados através de um conjunto de fatores, tais como: declividade, geologia dos materiais da encosta, precipitação, uso e cobertura do solo. Esses eventos ocorrem principalmente em regiões de risco geológico, que acabam sendo, em muitos casos, regiões com uma população vulnerável. Devido a isso, torna-se necessária a identificação e mapeamento dessas áreas suscetíveis a esses eventos geodinâmicos, com consequente classificação do grau de risco, visando o apoio nas tomadas de decisão por parte do poder público. O presente estudo utilizou de técnicas de geoprocessamento, análise multicritério e cartografia geotécnica para produção do mapa de suscetibilidade ao deslizamento para a cidade de Teófilo Otoni – MG.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desastres, Movimentos de Massa, Risco, Mapeamento, Suscetibilidade.

**ABSTRACT:** Disasters conditioned by natural factors are becoming increasingly frequent in an increasingly urbanized world. In the case of Brazil, disasters involving mass movements stand out, triggered by a set of factors such as slope, geology of the slope materials, precipitation, land use, and land cover. These events mainly occur in regions of geological risk, which often end up being areas with a vulnerable population. Because of this, it becomes necessary to identify and map these areas susceptible to these geodynamic events, with consequent classification of the degree of risk, aiming to support decision-making by the public authorities. The present study used geoprocessing techniques, multicriteria analysis, and geotechnical cartography to produce a landslide susceptibility map for the city of Teófilo Otoni – MG.

**KEYWORDS:** Disasters, Mass Movements, Risk, Map, Susceptibility.

## 1 INTRODUÇÃO

Os desafios ambientais decorrentes das mudanças climáticas e do rápido crescimento da urbanização têm desencadeado impactos significativos, tanto em âmbito local quanto global. Essas questões assumem proporções consideráveis, afetando comunidades atuais e futuras. Os eventos catastróficos estão intimamente ligados ao desenvolvimento urbano, dada a complexidade dos problemas socioambientais locais que afetam especialmente as populações em áreas urbanas consideradas vulneráveis.

Dentre os vários eventos geodinâmicos catastróficos, os deslizamentos estão entre os que mais causam prejuízos socioambientais no Brasil, devido à grande energia envolvida na movimentação abrupta de solo e/ou rocha. Tecnicamente, os deslizamentos são conhecidos como movimentos de massa. Porém, o primeiro termo é bastante utilizado, não apenas na literatura, mas pela comunidade em geral, facilitando o entendimento sobre o assunto. Os deslizamentos são movimentos de solo, rocha e/ou vegetação ao longo da vertente sob a ação

direta da gravidade, sendo responsáveis pela dinâmica das vertentes, provocando alteração da geomorfologia. (Tominaga, 2009).

Os fatores responsáveis pela ocorrência de deslizamentos podem ser divididos em dois grupos: os condicionantes e os desencadeadores (gatilhos). No grupo dos condicionantes, destacam-se: declividade, altitude, falhas geológicas, litologia, drenagem, uso da terra e o tipo de solo. No grupo dos desencadeadores, destacam-se: precipitação, terremotos e intervenção antrópica. (Crozier, 1986; Abuzied *et. al.*, 2016 e Pourghasemi *et. al.*, 2018).

Com isso, há uma crescente necessidade de realizar trabalhos de mapeamento de riscos, visando identificar regiões suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa. Essa necessidade aumentou ainda mais após a criação da Lei Federal nº 12.608/2012, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC e o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais, impondo à União, Estados e Municípios a responsabilidade pela elaboração e atualização do mapeamento das áreas suscetíveis a desastres. (Brasil, 2012; Coutinho *et. al.*, 2023).

Assim, a cartografia geotécnica se torna uma importante ferramenta de política pública para que o governo possa tomar decisões, priorizando problemas e avaliando os custos envolvidos na prevenção, mitigação ou futura recuperação de áreas atingidas. (Coutinho *et. al.*, 2023). O termo cartografia geotécnica é comumente utilizado de forma abrangente para se referir aos produtos cartográficos que refletem a aplicação do conhecimento geológico na abordagem dos desafios decorrentes do uso e ocupação do solo. (Prandini *et. al.*, 1995; Souza e Sobreira, 2015).

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo produzir o mapa de suscetibilidade ao deslizamento para a cidade de Teófilo Otoni – MG, utilizando metodologias de análise multicritério, método de máxima sobreposição e álgebra de mapas com seguintes temas referentes à área de estudo: geologia, geomorfologia, pedologia, uso e ocupação do solo, declividade e pluviosidade, com auxílio do Sistema de Informações Geográficas (SIG) QGIS.

## **2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

### **2.1 LOCALIZAÇÃO**

Teófilo Otoni é um município brasileiro no interior do estado de Minas Gerais, localizado no Vale do Mucuri, a nordeste da capital Belo Horizonte, distando cerca de 450 km. Possui uma população de 137.418 habitantes (IBGE, 2022), e possui na região central a latitude 17°51'15" S e longitude 41°30'23" W, com uma altitude média de 334 m. O clima é o tropical quente semiúmido, com invernos secos e verões chuvosos.

### **2.2 GEOLOGIA E PEDOLOGIA**

Do ponto de vista estrutural, Teófilo Otoni está inserida entre as Províncias Mantiqueira e São Francisco, representadas em Minas Gerais pelos Orógenos Araçuaí e Ribeira, com idades que remontam ao Arqueano. (Almeida *et. al.*, 1973; Campos-Neto, 2000; Silva, 2022). No contexto regional/local, Teófilo Otoni está compreendida entre as unidades estratigráficas Grupo Rio Doce, através da Formação Tumiritinga, e a Suíte Intrusiva Galiléia, através do Tonalito São Vitor. A Formação Tumiritinga apresenta rochas metamórficas do tipo quartzo-biotita gnaisse, e está aflorada em alguns pontos da cidade. No Tonalito São Vitor, predominam rochas ígneas do tipo tonalito, mais presentes na região urbana de Teófilo Otoni. (CPRM, 1997; Vieira, 2007; Novo *et. al.*, 2015; Kawata, 2018 e Silva, 2022).

De acordo com os dados do mapeamento dos solos de Minas Gerais (UFV *et. al.*, 2010) o solo predominante na área de estudo é o latossolo vermelho-amarelo distrófico.

### **2.3 GEOMORFOLOGIA**

De acordo com o Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009), a classificação da geomorfologia de uma região leva em conta 5 grandezas, sendo elas: Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas, Unidades Geomorfológicas, Modelados e Formas de Relevo. A caracterização geomorfológica de Teófilo

Otoni pode ser caracterizada como um modelado dissecado homogêneo com topos convexos, espalhados por 97% da área da cidade, com formas de relevo características de pontões, que apresentam-se como “mares de morros”.

Cerca de 16,12 km<sup>2</sup> da cidade de Teófilo Otoni (área urbana) correspondem a terrenos cuja declividade está acima de 20%, caracterizando o relevo de ondulado a montanhoso, de acordo com a classificação da Embrapa. Essas, entre outras características, fizeram com que várias regiões da cidade se tornassem suscetíveis a processos erosivos e deslizamentos. A Figura 1 apresenta uma voçoroca presente na rua Godofredo Mollendorff no bairro Funcionários. A Figura 1A, lado esquerdo, apresenta uma aerofotografia com drone da voçoroca em 2018, e no lado direito, uma imagem da voçoroca georreferenciada em 2024.



Figura 1. Voçoroca no bairro Funcionários. A) Ano 2018. B) Ano 2024

## 2.4 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO e PLUVIOSIDADE

O local de estudo apresenta uma área de 32,67 km<sup>2</sup>, de acordo com levantamentos feitos no *Google Earth* no ano de 2024. Desse total, 18,80 km<sup>2</sup> (57,54%) representam a área urbanizada; 2,45 km<sup>2</sup> (7,5%) representam a formação florestal; e o restante são áreas não vegetadas, de acordo o mapa de uso e cobertura do solo da Coleção 2022 do MapBiomias (2022).

Na área urbanizada, há predominância de moradias em alvenarias, com presença de redes de esgoto e abastecimento de água. Nos bairros situados nas encostas, há presença de edificações precárias, com pouca infraestrutura e saneamento, inclusive, com a existência de barracões.

De acordo com a normal climatológica obtida através do INMET para os anos de 1991 a 2020 no estado de Minas Gerais, a pluviosidade média anual em Teófilo Otoni está compreendida entre 1.045 a 1.063 mm/ano. Cabe ressaltar, que para a realização desse cálculo foram descartadas as estações pluviométricas que apresentaram pelo menos um valor nulo.

## 3 METODOLOGIA

Este trabalho consistiu no aperfeiçoamento do mapeamento de risco ao deslizamento através de abordagem quantitativa hierarquizada utilizando de análise multicritério para verificar o grau de importância das variáveis responsáveis pela ocorrência desses eventos geodinâmicos. Para isso, foi utilizado como referência, o documento Suscetibilidade a Deslizamentos do Brasil: primeira aproximação do IBGE (2019a). Nesse documento, constam os atributos (pesos) utilizados para produção do mapa de suscetibilidade a deslizamentos do Brasil.

### 3.1 Análise Multicritério

Em certas situações de tomadas de decisão, existem muitas variáveis envolvidas, cada uma com a sua importância (peso) tornando difícil a análise individual, uma vez que esse problema exige uma análise simultânea. É esse o contexto da avaliação de áreas suscetíveis aos deslizamentos, uma vez que existem

múltiplos fatores condicionantes e desencadeadores desses eventos, cada um com o seu peso. A análise multicritério é utilizada justamente nessas situações complexas onde é necessária uma estruturação do problema, para escolher a melhor opção com base nessas avaliações, diminuindo a subjetividade na tomada de decisão.

Nesse contexto, inicialmente, foram gerados os mapas temáticos das variáveis que influenciavam a ocorrência de deslizamentos utilizando-se de bases de dados diversas, as quais serão mencionadas adiante. Na segunda etapa, após a integração das informações temáticas e os devidos ajustes nos sistemas de coordenadas desses mapas, os mesmos foram reclassificados através dos pesos encontrados na literatura, mais especificamente, no manual supracitado do IBGE (2019). Por último, esses mapas foram algebricamente hierarquizados através do algoritmo de cálculo para a geração do mapa de suscetibilidade ao deslizamento utilizando a ferramenta calculadora de raster do QGIS.

Os temas escolhidos para este trabalho foram: geologia, geomorfologia, declividade, pedologia, uso e ocupação do solo e pluviosidade. As informações dos pesos utilizados serão apresentados a seguir. Será apresentado apenas o modelo do mapa temático da geologia, como exemplo.

- **Geologia**

Foi utilizado o mapa geológico de Minas Gerais na escala 1:1.000.000 produzido pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB, 2020) e disponibilizado no Repositório Institucional de Geociências (RIGeo). Para a geologia, a variável utilizada foi a litologia. A Figura 2 apresenta o mapa temático recortado e reclassificado e a Tabela 1 apresenta os pesos dados.

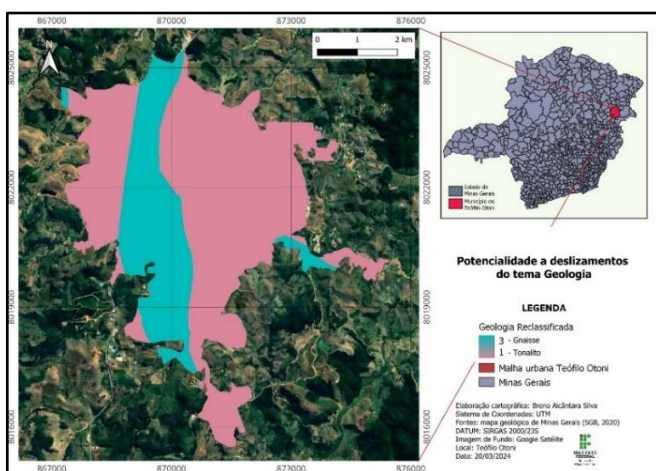


Figura 2. Potencialidade a deslizamentos do tema Geologia

Tabela 1. Atribuição dos pesos para a Geologia

<b>Litologia</b>	<b>Peso</b>	<b>Importância</b>
Gnaisses	3	Muito baixa
Tonalito	1	Muito baixa

- **Geomorfologia e Declividade**

Foram utilizados os dados vetoriais provenientes do mapeamento geomorfológico, na escala 1:250.000 do IBGE (2019b), e a variável utilizada foi a forma dos modelados. A Tabela 2 apresenta os pesos atribuídos.

Tabela 2. Atribuição dos pesos para a Geomorfologia

<b>Modelados</b>	<b>Peso</b>	<b>Importância</b>
Homogênea Convexa	6	Alta
Homogênea Aguçada	7	Muito baixa
Estrutural Convexa	7	Muito baixa

- **Declividade**

Foi produzido através do Modelo Digital de Elevação extraído do Copernicus Global com resolução de 30 m. O MDE foi acessado diretamente do QGIS pelo plugin *OpenTopography DEM Downloader*. A

declividade foi calculada em porcentagem pela própria ferramenta de análise de raster no QGIS e classificada de acordo com a EMBRAPA e reclassificada de acordo com os pesos. A Tabela 3 apresenta os dados.

Tabela 3. Atribuição dos pesos para a Declividade

Declividade %	Peso	Importância
0 - 3	1	Muita baixa
3 - 8	3	Muita baixa
8 - 20	5	Média
20 - 45	8	Muito Alta
45 - 75	9	Muito Alta
> 75	10	Muito Alta

- **Pedologia**

Foram utilizados os dados vetoriais do mapa de solos de Minas Gerais produzido em 2010 na escala 1:500.000 através de convênio entre a Universidade Federal de Viçosa (UFV), o Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) e disponibilizado no portal IDE-SISEMA. O IBGE não divulgou no seu trabalho o peso para cada classe de solo. O valor utilizado foi retirado de Danelon e Pedrosa (2020). A Tabela 4 apresenta os dados.

Tabela 4. Atribuição dos pesos para a Pedologia

Solo	Peso	Importância
Latosolo Vermelho-Amarelo Distrófico	3	Muito Baixa

- **Uso e Ocupação do Solo**

Como já mencionado, o mapa de uso e cobertura do solo foi produzido através dos dados raster retirados da rede colaborativa MapBiomas, que utiliza dos mosaicos *Landsat* para as classificações. Foi utilizado a Coleção 8, a mais recente, do ano de 2022. A Tabela 5 apresenta os dados.

Tabela 5. Atribuição dos pesos para o Uso e Cobertura do Solo

Tipo	Peso	Importância
Área urbanizada	10	Muito Alta
Pastagem	8	Muito Alta
Mosaico de Usos	6	Alta
Outras áreas não vegetadas	5	Média
Formação Florestal e Rio	1	Muito Baixa

- **Pluviosidade**

Os dados vetoriais para a pluviosidade foram obtidos através das normais climatológicas do Brasil (1991-2020) do INMET, acessados via plataforma IDE-SISEMA. Esses dados vetoriais representam a posição das estações climatológicas em Minas Gerais e os dados obtidos das suas medições ao longo do intervalo temporal citado.

Optou-se por excluir as estações que possuíam valores nulos, ou seja, sem dados de medição. Após o recorte para a área de estudo, utilizou-se a ferramenta nativa do QGIS, GRADE (inverso da distância ao quadrado), para gerar uma grade de interpolação, e obter a precipitação média anual para o local de interesse. Depois, o resultado foi reclassificado com os pesos conforme Tabela 6.

Tabela 6. Atribuição dos pesos para a Pluviosidade

Classes de precipitação média anual (mm)	Peso	Importância
1000 - 1500	6	Alta

#### 4 RESULTADOS

Após a preparação de todos os mapas temáticos e ajustes necessários, como transformação das camadas vetoriais em camadas raster, foi procedida a álgebra de mapas através da calculadora raster do QGIS. Para cada tema principal foi dado um peso que representava a simultaneidade da importância dele em função dos outros temas. A Tabela 7 apresenta os pesos dados, que foram os mesmos usados pelo IBGE (2019a).

Tabela 7. Pesos atribuídos aos temas utilizados na avaliação

Tipo	Peso
Geologia	15
Geomorfologia	20
Pedologia	15
Uso e Cobertura do Solo	10
Declividade	35
Pluviosidade	5
Total	100

O resultado da álgebra de mapas é o mapa de suscetibilidade a deslizamentos para a cidade de Teófilo Otoni apresentado na Figura 3. Para verificação da precisão desse produto cartográfico, foram sobrepostos os locais vistoriados por Silva (2019) na sua dissertação de mestrado, onde trabalhou com o mapeamento das áreas de risco ao escorregamento na cidade de Teófilo Otoni, utilizando abordagem qualitativa através do método heurístico, que fazia parte da metodologia do antigo Ministério das Cidades.

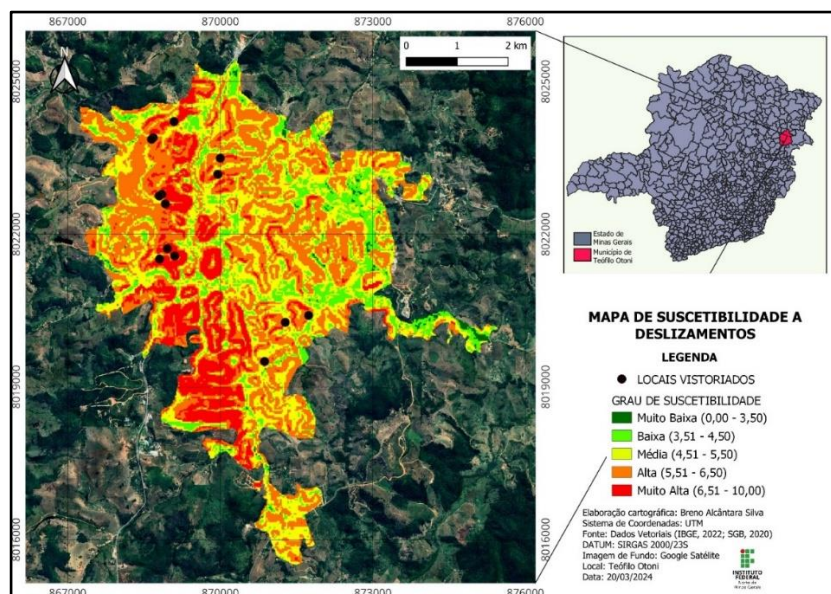


Figura 3. Mapa de Suscetibilidade a Deslizamentos

Esse autor identificou e mapeou 14 áreas de risco do tipo R4 (muito alto) em diferentes bairros da cidade. Após a sobreposição da camada vetorial com esses pontos no mapa de suscetibilidade produzido, constatou-se que: 35,71% estavam na zona de risco Muito Alta; 57,14% na zona de risco Alta; e 7,15% na zona de risco Média. Comprovou-se então, a eficiência dessa metodologia através de dados obtidos em campo.

## 5 CONCLUSÃO

Os deslizamentos são fenômenos condicionados por fatores naturais presentes em várias regiões do país, e afetam principalmente as pessoas mais vulneráveis, pelo fato de que essas pessoas geralmente residem em regiões suscetíveis a esses eventos, evidenciando um quadro de exclusão socioespacial. Por isso, qualquer ferramenta que possa vir a colaborar com a redução de desastres dessa magnitude, são bem-vindas. Por conseguinte, esse trabalho buscou ser mais uma opção para a tomada de decisão dos gestores de Teófilo Otoni, em relação ao planejamento urbano.

A produção do mapa de suscetibilidade a deslizamentos de Teófilo Otoni visou diminuir o caráter subjetivo das metodologias aplicadas outrora, para classificação de áreas de risco. Porém, ficou evidenciado com a sobreposição dos locais vistoriados, que o trabalho de campo feito por profissionais técnicos capacitados, sempre será necessário.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abuzied, S., Ibrahim, S., Kaiser, M., Saleem., T. (2016) Geospatial susceptibility mapping of earthquake-induced landslides in Nuweiba area, Gulf of Aqaba, Egypt. *Journal of Mountain Science*, 13(7), p.1286-1303.
- Almeida, F. F. M., Amaral, G., Cordani, H. G., Kawashita K. (1973) The Precambrian evolution of South American cratonic margin, South of Amazon River. In *The ocean basins and margins*, vol. I, p.411-446.
- Brasil (2012). *Lei 12.608*. Diário Oficial de Brasília. Brasília.
- Campos Neto, M. C. (2000) Orogenic systems from southwestern Gondwana: An approach to Brasiliano-Pan African cycle and orogenic collage in southwestern Brazil. In *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro, 31st International Geological Congress, p. 335-365.
- Coutinho, R. Q., Henrique., H. M., Souza Neto, D. P de., Lucena, R. (2023) Mapeamento de áreas de risco de deslizamento na comunidade Lagoa Encantada, Recife-PE. *Contribuciones A Las Ciencias Sociales*, 16(10), p.23106-23124.
- CPRM (1997). Projeto Leste: folha Teófilo Otoni. Disponível em:< <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/8419> >. Acesso em: 10 mar. 2024.
- Crozier, M. J. (1986) Landslides: causes, consequences and environment. *Journal Of The Royal Society Of New Zealand*, 18(3), p.343-343.
- Danelon, J. R. B., Pedrosa, A. de S. (2020) A Importância dos Movimentos de Massa na Dinâmica de Vertentes no Triângulo Mineiro/Alto Parnaíba: o emprego da análise multifatorial para a sua compreensão. Ensaio Metodológico. In *Territórios em Risco*, 1ª ed, p.9-46. Disponível em:< [https://www.riscos.pt/wp-content/uploads/2018/SEC/7/SEC\\_v7\\_cap01.pdf](https://www.riscos.pt/wp-content/uploads/2018/SEC/7/SEC_v7_cap01.pdf)>. Acesso em: 05 mar. 2024.
- Faria, D. G. M., Augusto Filho, O. (2013) Aplicação do Processo de Análise Hierárquica (AHP) no Mapeamento de Perigo de Escorregamentos em Áreas Urbanas. *Revista do Instituto Geológico*, 34(1), p.23-44.
- Kawata, M. T. (2018) *Evolução tectono-metamórfica da Formação São Tomé, Grupo Rio Doce, Faixa Araçuaí* [Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo]. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44141/tde-17072018-144805/pt-br.php>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022). *Censo Brasileiro de 2022*. Rio de Janeiro. Disponível em:< <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/teofilo-otoni.html>>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2009). *Manual Técnico de Geomorfologia*. Rio de Janeiro, 2ª ed, 175 p.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019a). *Suscetibilidade a Deslizamentos do Brasil: primeira aproximação*. Rio de Janeiro, 56 p.

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019b). Base temática vetorial 1:250.000 - Brasil - Geomorfologia. In *IBGE: Catálogo de metadados*. Rio de Janeiro, 2018.
- MapBiomias (2022). *Coleção [8] da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil*. Disponível em: < <https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>>. Acesso em: 05 mar. 2024.
- Novo, T. A., Soares, A. C. P., Degler, R., & Schulz, B. (2015) Termobarometria de metapelitos granadíferos do Grupo Rio Doce, Orógeno Araçuaí. *Geonomos*, 23(1). Disponível em: <https://doi.org/10.18285/geonomos.v23i1.658>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- Tominaga, L. K. (2009) Escorregamentos. In *Desastres Naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo: Instituto Geológico. Cap 2. ISBN: 978-85-87235-09-1.
- Pourghasemi, H. R., Yansari, Z. T., Panagos, P., Pradhan, B. (2018) 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(193), p.1-12.
- Prandini, F. L., Nakazawa, V. A., Freitas, C. G. L., Diniz, N. C. (1995) *Cartografia geotécnica nos planos diretores regionais e municipais*, In: Bitar, O. Y. (Coord.). Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo: ABGE/IPT, p. 187-202.
- Serviço Geológico do Brasil (2020). *Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais*. Brasília. Disponível em: < Repositório Institucional de Geociências: Mapa geológico do estado de Minas Gerais ([cpm.gov.br](http://cpm.gov.br)) >. Acesso em: 05 mar. 2024.
- Silva, B. A., Gomes, A. J. de Lima. (2022) Erosão hídrica e antropogênica na formação de voçorocas na cidade de Teófilo Otoni. *Research, Society and Development*, 11(9), p.1-17.
- Silva, B. A. (2019) *Mapeamento das Áreas de Risco de Escorregamento de Massa da Cidade de Teófilo Otoni* [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri].
- Souza, L. A. De., Sobreira, F. G. (2015) Procedimentos para Elaboração de Cartas Geotécnicas no Planejamento Urbano. *Revista Brasileira De Cartografia*, 67(1), p.141-156. <https://doi.org/10.14393/rbcv67n1-44736>.
- UFV, CETEC, UFLA, FEAM. (2010) *Mapa de Solos de Minas Gerais*. Disponível em: < Mapa de solos de Minas Gerais ([meioambiente.mg.gov.br](http://meioambiente.mg.gov.br))>. Acesso em: 09 mar. 2024.
- Vieira, V. S. (2007) *Significado do grupo Rio Doce no contexto do Orógeno Araçuaí* [Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais]. Disponível em: < Repositório Institucional de Geociências: Significado do grupo Rio Doce no contexto do Orógeno Araçuaí ([cpm.gov.br](http://cpm.gov.br))>. Acesso em: 10 mar. 2024.