

Received:
October 22, 2024

Accepted:
April 29, 2025

Published:
April 30, 2025

Creeping Trends and Risk Assessment in Teófilo Otoni: A Case Study on Presidente Prudente Street

Luiz Felipe Amaral Silva¹ , Antônio Jorge de Lima Gomes¹ , Jorge Luiz dos Santos Gomes¹ 

¹ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni, Brasil.

Email address

felipe.amaral@ufvjm.edu.br (Luiz F. A. Silva) – Corresponding author.

antonio.gomes@ufvjm.edu.br (Antônio J. L. Gomes)

jorge.gomes@ufvjm.edu.br (Jorge L. S. Gomes)

Abstract

This study investigated the creeping phenomena on Presidente Prudente Street, Jardim São Paulo neighborhood, in Teófilo Otoni – MG, using an approach that combined literature review, field analysis, and the application of guidelines from the Ministry of Cities for risk mapping. During the field survey, various indicators of creeping were observed, such as trees with abnormal inclinations, soil cracks, and abandoned buildings with signs of structural deformation. Based on these observations, the area was preliminarily classified as Medium Risk (R2), although this assessment is an initial interpretation. The instability of the terrain and the presence of mass movements indicate potential risks to the safety of constructions in the studied area. This research identified physical signs of these geological phenomena, demonstrating the vulnerability of this location and warning against unplanned urbanization. The study contributes to understanding the geological processes affecting Teófilo Otoni, providing a basis for future studies and interventions aimed at safety and sustainable urban planning in the region.

Keywords: Creeping, Mass movements, Urban geology, Risk analysis.

1. Introdução

Teófilo Otoni teve sua origem vinculada inicialmente às hidrovias com o objetivo de interligar os núcleos urbanos da região nordeste de Minas Gerais ao litoral. No entanto pela impossibilidade de navegação, anos mais tarde, foi construída a ferrovia Estrada de Ferro Bahia e Minas, que ganhou destaque como principal meio de transporte de pessoas e mercadorias, sendo gradualmente substituída pelo modal rodoviário em meados do século XX e fechada por Decreto presidencial no ano de 1966 (Gomes, 2024; Santos, Lima e Gomes, 2024).

O sistema de transporte não apenas molda a expansão urbana, mas também espelha a complexidade das relações interurbanas da cidade em sua região e na rede urbana como um todo (Batella, 2018).

Segundo Tavares, a Vila Filadelfia, antigo nome da cidade de Teófilo Otoni, teve seu início em

setembro de 1853, quando Theóphilo Benedicto Ottoni ordenou a abertura de uma rua no sentido norte-sul e a implantação de duas praças (Tavares, 2009).

A partir de 1900, com a criação da ferrovia Bahia-Minas, a cidade experimentou um significativo crescimento, consolidando-se como um centro comercial na região norte e nordeste do estado (Batella, 2018).

Atualmente, a urbanização de Teófilo Otoni configura um cenário dinâmico de crescimento e transformação. Nesse contexto, desafios e oportunidades se entrelaçam na busca por um desenvolvimento urbano equilibrado e pela melhoria da qualidade de vida dos seus habitantes. Contudo, há significativas interferências no setor ambiental, resultando na transformação de certas áreas em zonas de risco para moradias (Batella, 2018).

As áreas de risco em Teófilo Otoni são exacerbadas pelo descaso da administração pública,

que negligencia questões sociais e ambientais. Este estudo foca na Rua Presidente Prudente, localizada no bairro Jardim São Paulo, região sul do município, onde o crescimento desordenado e a falta de planejamento urbano adequado contribuem significativamente para a formação dessas áreas de risco, principalmente devido a ações humanas. Além disso, o solo predominante na região é o latossolo vermelho-amarelo, que agrava ainda mais a instabilidade (Gomes, 2020).

Foi identificado nesse local o fenômeno de rastejo. Segundo Ministério das Cidades (2007) os rastejos são movimentos geológicos de baixa velocidade, caracterizados pelo deslocamento gradual de grandes volumes de materiais ao longo do tempo, com taxas que variam de milímetros a centímetros por ano. Esse processo afeta tanto os horizontes superficiais do solo quanto as transições entre solo e rocha, podendo ocorrer em profundidades maiores, inclusive em terrenos de tálus, onde há uma disposição caótica de solos e blocos rochosos devido a movimentos gravitacionais. Diferente de outros tipos de movimentos de massa, os rastejos não possuem uma superfície de ruptura claramente definida, sendo identificados por fissuras que se desenvolvem gradualmente ao longo do terreno natural. Árvores e outros marcos fixos inclinados são sinais visíveis desse processo. As atividades humanas, como a execução de cortes no terreno, contribuem significativamente para a instabilidade desses movimentos.

2. Objetivo

Este trabalho tem como objetivo identificar uma área onde ocorre o fenômeno de rastejo e classificar o grau de risco associado, especificamente na zona sul de Teófilo Otoni, no bairro Jardim São Paulo.

3. Área de Estudo

3.1. Localização

A cidade está localizada no nordeste de Minas Gerais, é um município estratégico situado na microrregião que leva seu nome, parte da mesorregião do Vale do Mucuri. A cidade está posicionada de maneira centralizada nesta microrregião, o que a torna um importante polo econômico e de serviços. Servida pela BR-116, uma

das principais rodovias do país, Teófilo Otoni se conecta eficazmente a grandes centros urbanos, facilitando o escoamento de produtos e promovendo o desenvolvimento econômico local. Esta localização estratégica favorece a cidade como um núcleo de integração regional, dinamizando o comércio e a logística na área (Batella, 2013).

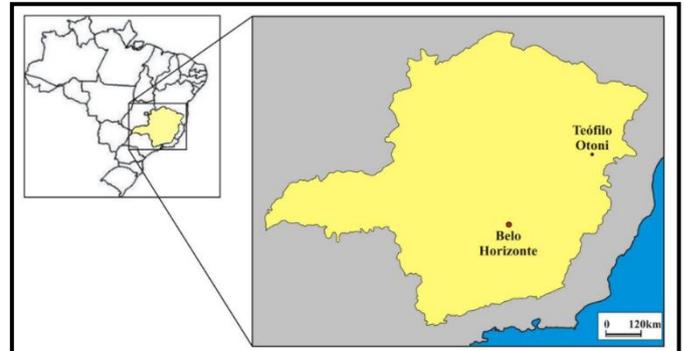


Figura 1 – Localização de Teófilo Otoni no nordeste de Minas Gerais, com relação a Belo Horizonte, capital do estado (Ferraz, 2019).

A área de estudo está localizada na zona urbana de Teófilo Otoni, especificamente na Rua Presidente Prudente, no bairro Jardim São Paulo, na região sul da cidade. Esta área faz divisa com os bairros Vila Barreiros e Vila Esperança. Segundo Carvalho (2022), no seu zoneamento morfológico funcional da cidade de Teófilo Otoni, o local de estudo está inserido numa zona periférica integrada desorganizada.

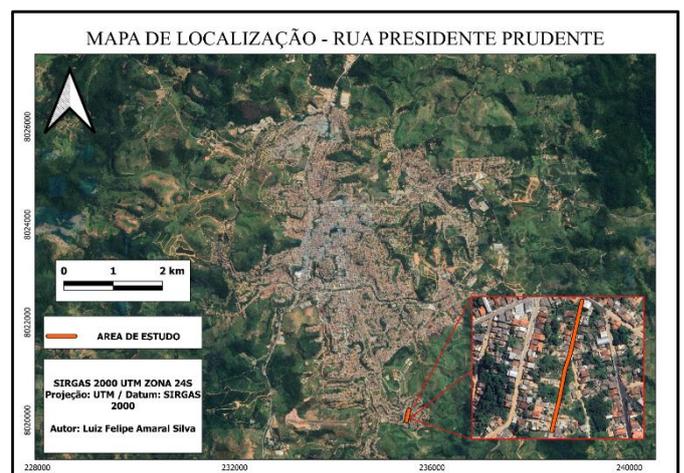


Figura 2 – Localização da área de estudo.

3.2. Clima

Teófilo Otoni tem um clima tropical. No inverno existe muito menos pluviosidade que no verão. De acordo com a Köppen e Geiger o clima é classificado como Aw. 22.8 °C é a temperatura

média. A média anual de pluviosidade é de 1011 mm. O mês mais seco é agosto com 26 mm. A maioria da precipitação cai em dezembro, com uma média de 199 mm. 173 mm é a diferença de precipitação entre o mês mais seco e o mês mais chuvoso. As temperaturas médias, durante o ano, variam 5.4 °C. O mês mais seco é agosto com 26 mm. A maioria da precipitação cai em dezembro, com uma média de 199 mm. 173 mm é a diferença de precipitação entre o mês mais seco e o mês mais chuvoso. As temperaturas médias, durante o ano, variam 5.4 °C. (INMET, 2025).

3.3. Vegetação

A região é caracterizada pela presença do Bioma Mata Atlântica, especificamente pela fitofisionomia da Floresta Estacional Semidecidual. Essa vegetação exibe uma notável diversidade de espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas, abrigando uma rica fauna associada (Pereira, 2018).

3.4. Hidrografia

O município está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri. De acordo com Pereira (2018), a dinâmica de ocupação e uso do solo na bacia hidrográfica do Rio Mucuri-MG, revela que a ocupação humana ao longo dos anos tem sido influenciada por uma série de fatores históricos, econômicos e sociais.

A bacia hidrográfica do rio Mucuri (figura 3) é uma importante bacia situada na bacia do Atlântico Leste, estende-se por 17 municípios, sendo que destes, 13 mineiros (95% da área da bacia) e outros quatro capixabas e baianos. Compõe uma área de cerca de 15.400 km², sendo responsável por uma população de aproximadamente 450.000 habitantes. Faz divisa com as bacias dos rios Jequitinhonha, Peruíbe, São Mateus e Doce. Possui vasta atividade mineradora, principalmente na cidade de Teófilo Otoni, além das atividades de agricultura, pecuária e reflorestamento (IGAM, 2010).

3.5. Geologia da área de estudo

Segundo Guimarães, Gomes e Gomes (2021) a região de Teófilo Otoni, predominantemente pré-cambriana, é geologicamente composta pelo Complexo Juiz de Fora, que inclui as formações Tumiritinga e Tonalito São Vitor (Figura 3), isso é

evidenciando na folha SE.24-V-C-IV Projeto Leste (CPRM, 1996). O solo da cidade é majoritariamente de latossolos vermelho-amarelos e vermelhos nas partes superiores das vertentes, enquanto áreas mais inclinadas possuem argissolos e cambissolos. A formação Tumiritinga é composta por biotita gnaisse xistoso com intercalados de mármore, enquanto o Tonalito São Vitor inclui biotita tonalito e granodiorito com megacristais de feldspato.

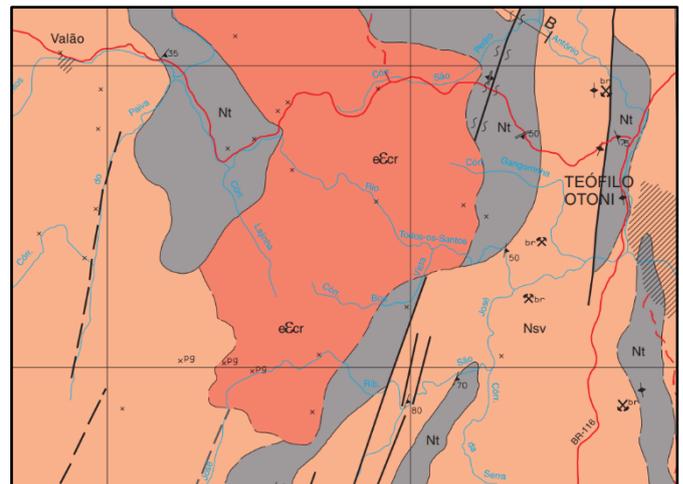


Figura 3 – Formações geológicas de Teófilo Otoni - MG (Adaptado de COMIG, 2003 por Gomes, Cardozo e Mourão, 2013).

4. Metodologia

A metodologia deste trabalho começa com uma revisão bibliográfica, essencial para fundamentar teoricamente a pesquisa sobre o fenômeno de rastejo e sua classificação de risco. A revisão bibliográfica envolve a análise crítica de estudos, artigos, livros e outras fontes relevantes, permitindo identificar conceitos-chave, metodologias anteriores e as principais conclusões já estabelecidas sobre o tema. Este processo proporciona uma visão geral do estado da arte, situando o pesquisador no contexto acadêmico e científico existente, além de identificar lacunas de conhecimento que a presente pesquisa possa preencher (Barros, 2011).

Para a revisão bibliográfica foi utilizado pesquisas em base de dados científicos. Os artigos e livros selecionados foram analisados criticamente para garantir uma base teórica sólida e atualizada, essencial para a compreensão aprofundada do fenômeno de rastejo e a classificação dos graus de risco na área de estudo.

Após a revisão bibliográfica, foi realizado um levantamento de campo para coletar dados empíricos, onde foram efetuados registros

fotográficos, observações diretas e anotações detalhadas das características do local de estudo. Este trabalho de campo é crucial, pois permite uma compreensão mais detalhada e precisa das condições geológicas e ambientais da área em análise. As observações in loco complementam as informações obtidas na literatura, fornecendo evidências visuais e contextuais sobre o fenômeno de rastejo e outros movimentos de massa que contribuem para a formação de áreas de risco.

Durante as visitas ao bairro Jardim São Paulo, na zona sul de Teófilo Otoni, foram documentadas características específicas do terreno, como afloramentos rochosos, cicatrizes de escorregamentos e a vegetação local.

A importância do trabalho de campo reside na sua capacidade de validar e enriquecer os dados teóricos com informações práticas e observacionais, tornando a pesquisa mais robusta e aplicável.

Para avaliar os fatores de risco na área de estudo, utilizamos as diretrizes definidas pelo Ministério das Cidades, conforme detalhado no livro "Mapeamento de Risco em Encostas e Margens de Rios". Os fatores R1, R2, R3 e R4 representam os níveis de risco: baixo, médio, alto e muito alto, respectivamente (conforme tabela 1).

A tabela 1 utiliza cores para indicar diferentes níveis de risco: verde para Risco Baixo ou Sem Risco (R1), amarelo para Risco Médio (R2), laranja para Risco Alto (R3) e vermelho para Risco Muito Alto (R4).

Tabela 1 – Critérios para a determinação dos graus de risco – Adaptado do Ministério das Cidades (2007).

Grau de Probabilidade	Descrição
R1 Baixo ou Sem Risco	1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa ou nenhuma potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. 2. não se observa(m) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens. 3. mantidas as condições existentes não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
	1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno,

Grau de Probabilidade	Descrição
R2 Médio	etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. 2. observa-se a presença de algum(s) sinal/feição/ evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento. 3. mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.
R3 Alto	1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. 2. observa-se a presença de significativo(s) sinal/ feição/ evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo. 3. mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.
R4 Muito Alto	1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. 2. os sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de deslizamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento. 3. mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa

5. Resultado e Discussão

Neste estudo, foi realizada uma avaliação de risco na Rua Presidente Prudente, situada no bairro Jardim São Paulo, na região sul de Teófilo Otoni – MG, onde relatou-se o fenômeno de rastejamento, foram mensurados 7 pontos, apresentados na tabela 2 e figura 4.

Tabela 2 – Pontos visitados e suas respectivas coordenadas em SIRGAS 2000, Zona 24S.

Pontos	Longitude (UTM) m W	Latitude (UTM) m S
A	235490,383	8020020,272
C	235494,848	8020046,849
F	235495,486	8020061,094
G	235497,612	8020077,571
B	235502,289	8020090,009
D	235511,644	8020115,097
E	235520,999	8020163,147

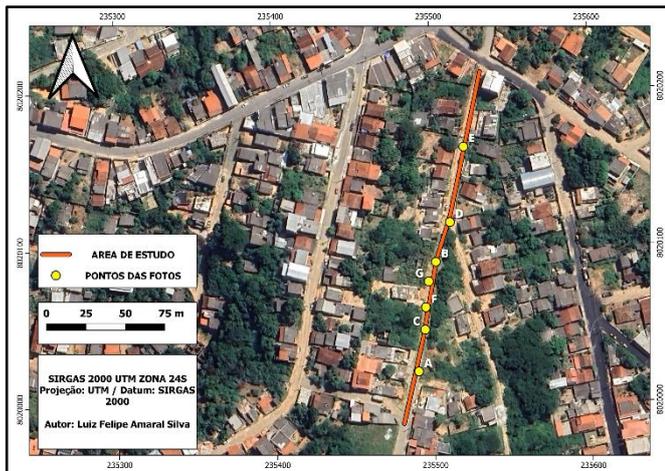


Figura 4 – Mapa de localização dos pontos mensurados (Autor, 2024).

Durante a análise de campo, foram identificados diversos indicadores de rastejo, incluindo árvores com inclinações anômalas, observadas desde a base do tronco até a copa (Figura 5). De acordo com Guimarães (2022), esses sinais são característicos do fenômeno de rastejo. Em seu estudo anterior, que abrangeu uma área maior, mas também localizada na região sul da área urbana de Teófilo Otoni, a autora avaliou três

pontos de amostragem no bairro Jardim São Paulo, mesmo bairro deste estudo, classificando todos como Risco Muito Alto (R4).

Os pontos geográficos apresentados na Figura 4 (Mapa de localização dos pontos mensurados) são representados no campo conforme demonstrado nas figuras 5 e 6.

Nos pontos A, B, C e D, observam-se árvores com troncos tortuosos, muito provavelmente devido ao efeito do rastejo (Figura 5).



Figura 5 – Os pontos A, B, C e D demonstram árvores com inclinação anômala, observada na Rua Presidente Prudente, bairro Jardim São Paulo, Teófilo Otoni – MG, indicando sinais de movimento de rastejo.

Para os pontos E, F e G é possível notar a ação do fenômeno em questão, através das fissuras visíveis no solo e nas edificações, mesmo abandonadas, exibindo paredes inclinadas com ramychaduras, sugerindo possíveis desabamentos (Figura 6).

O solo predominante na rua em questão é o Latossolo. Segundo Gomes (2020), o Latossolo é o tipo de solo mais abundante na área urbana de Teófilo Otoni, caracterizando a cidade por um relevo dissecado. Lima, Avanzi e Silva (2021) discutem os movimentos de massa em dois tipos de solo, concluindo que o Cambissolo é mais suscetível a esses efeitos. No entanto, devido ao relevo, à pluviometria e à antropização sem planejamento, o Latossolo também apresenta grande desgaste estrutural, o que acarreta riscos significativos.



Figura 6 – Os pontos E, F e G apresentam as fissuras no solo e paredes de edificações inclinadas com rachaduras, evidenciando sinais de movimentos de rastejo na área estudada.

6. Conclusão

Após uma análise detalhada da área na Rua Presidente Prudente, localizada no bairro Jardim São Paulo, Teófilo Otoni – MG, diversos indicadores de movimentos de rastejo foram observados, incluindo árvores com inclinações anômalas, fissuras no solo e edificações abandonadas com paredes tortas e rachaduras evidentes. Esses sinais são consistentes com fenômenos geológicos que podem indicar instabilidades no terreno.

Considerando esses aspectos, o presente estudo classifica a área como Risco Médio (R2), uma avaliação que reflete a percepção do autor com base nas diretrizes utilizadas. No entanto, é essencial reconhecer que essa é uma interpretação inicial e que outras análises poderiam justificar uma classificação mais elevada, como Risco Alto (R3). Esta possibilidade não seria descabida, dada a complexidade dos processos geológicos e as condições visíveis na área de estudo, que sugerem potenciais ameaças à estabilidade das estruturas locais.

Referências

Barros, J.D., 2011. *A revisão bibliográfica – uma dimensão fundamental para o planejamento da pesquisa*. Instrumento: Revista de Estudo e Pesquisa em Educação, 11(2), pp.103-111.

Batella, W.B., 2013. *Os limiares das cidades médias: reflexões a partir da cidade de Teófilo Otoni-MG*. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

Batella, W.B., 2018. *Estruturação urbana de Teófilo Otoni/MG: a topografia social de uma cidade média no Vale do Mucuri*. Caderno de Geografia, 28(54), pp. 793-811. <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2018v28n54p793-811>

Carvalho, C.O., 2022. Zoneamento morfológico funcional da Cidade de Teófilo Otoni – Minas Gerais. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, 8 (4), pp. 30662–30682. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n4-513>

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1996. *Projeto Leste: Folha SE 24 - V-CIV – Teófilo Otoni*. Carta Geológica. Serviço Geológico do Brasil. Belo Horizonte.

COMIG – Companhia Mineradora de Minas Gerais, 2003. *Mapa Geológico de Minas Gerais*. Governo de Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.comig.com.br/site/content/parcerias/>> [Acessado 24 setembro 2022].

Ferraz, C.M.L., 2019. *Inundações e escorregamentos em Teófilo Otoni, Minas Gerais: uma situação de risco ambiental em continuada construção, segundo indicadores geomorfológicos*. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Belo Horizonte.

Gomes, A.J.L., 2020. *Geological formations of the Mucuri river path in the State of Minas Gerais*. *International Journal of Geoscience, Engineering and Technology*, 1(1), 7-16. <https://doi.org/10.70597/ijget.v1i1.362>

- Gomes, A.J.L., 2024. *A carta perdida de Pierre Victor Renault confirmando a sua expedição ao Vale do Mucuri*. Revista do Instituto Histórico e Geográfico de Minas Gerais, 51, pp. 27-36.
- Gomes, A.J.L., Cardozo, T.G. and Mourão, A.O., 2013. Análise das áreas de risco geológicos e ambientais nos bairros Cidade Alta e Altino Barbosa em Teófilo Otoni. In: *Anais congresso nacional de meio ambiente de Poços de Caldas*, 5.
- Guimarães, L.S., 2022. *Identificação e classificação dos movimentos de massa na zona sul da cidade de Teófilo Otoni – MG*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Ambiente e Sociedade.
- Guimarães, L.S.; Gomes, A.J.L. and Gomes, J.L.S., 2021. *Identificação e classificação de áreas de risco em espaços urbanos da Zona Sul de Teófilo Otoni*. Research, Society and Development, 10(15), p. e254101522754. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i15.22754>
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. *Normais Climatológicas*. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/VariacoesClimaticas/1961-1990/diferenca_precipitacas> [Acessado 21 abril 2025].
- Lima, V.H.R., Avanzi, J.C. and Silva, M.L.N., 2021. *Áreas de risco de erosões do tipo movimento de massa do solo em Lagoa Dourada, Minas Gerais – Brasil*. Brazilian Journal of Development, 7(1), pp. 3603-3620. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-244>
- Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios*. Carvalho, C. S., Macedo, E. S. and Ogura A. T. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT.
- Pereira, R.S., 2018. *Avanços e desafios em áreas protegidas: Um estudo da APA do Alto do Mucuri no município de Ladainha - MG*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Programa de Pós-Graduação em Administração Pública.
- IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2010. *Conheça a bacia MUI*. Portal Dos Comites. Disponível em: <<https://comites.igam.mg.gov.br/conheca-a-bacia-mu1>> [Acessado 9 julho 2024].
- Santos, K.O., Lima, P.H.A. and Gomes, A.J.L., 2024. *Landslide Risk Analysis on Ricciotti Míglio Street and Minervino de Castro Pinto Street in the city of Teófilo Otoni*. International Journal of Geoscience, Engineering and Technology, 9(1), pp. 59-72.
- Tavares, I.S., 2009. *O Mucuri e seus contrários: como ser Gauche na Rua Direita*. In: Santos, M.A., 2009. *As Gerais Distantes das Minas: Fragmentos da História do Vale do Mucuri*. Teófilo Otoni: Frota, pp.41-51.
- Yasuda, N., Takagi, S.I. and Toriumi, A., 1997. *Spectral shape analysis of infrared absorption of thermally grown silicon dioxide films*. Applied Surface Science, 117-118, pp.216-220. [https://doi.org/10.1016/S0169-4332\(97\)80082-7](https://doi.org/10.1016/S0169-4332(97)80082-7)