

Received:
March 30, 2023

Accepted:
April 29, 2024

Published:
April 30, 2024

Landslide Risk Analysis on Riccioti Míglio Street and Minervino de Castro Pinto Street in the city of Teófilo Otoni

Karine de Oliveira Santos¹ , Pedro Henrique Amaral Lima¹ , Antônio Jorge de Lima Gomes¹ 

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

Email address

karine.oliveira@ufvjm.edu.br (Karine O. Santos) – Corresponding author.

pedro.amaral@ufvjm.edu.br (Pedro H. A. Lima)

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

Abstract

The records of impacts resulting from disasters in risk areas point to the urgent need for protection measures, given that the prevention of this occurrence requires joint actions, especially for those involving civil protection, housing, infrastructure, education and health. However, human interventions and natural hazards collaborate to destabilize the soil and increase the degree of a phenomenon that causes adverse effects. In this context, this research aims to identify and classify the degree of risk in isolated points located in the central intermediates of the municipality of Teófilo Otoni, in the state of Minas Gerais, where there are signs of landslides. These points are located on Rua Riccioti Míglio (Point 1 and Point 2), in the Ipiranga neighborhood, and on Rua Minervino de Castro Pinto (Point 3), in the Centro neighborhood. The method used takes into account the availability of an emergency landslide risk registration script, made available by the Ministry of Cities to determine the degree of risk of the occurrence of land mass movement. The study involves the analysis of Point 1, Point 2 and Point 3, which were classified with risk level R4, falling into very high risk areas, and stabilization and safety measures must be taken. With regard to the occupation of urban territorial spaces under development, such as in the municipality of Teófilo Otoni, there is a lack or inefficiency in the application of norms aimed at monitoring the use and occupation of areas classified as at risk.

Keywords: Risk areas, Natural hazards, Interventions anthropogenic, Landslide.

1. Introdução

Os registros dos impactos em áreas de risco apontam para uma necessidade urgente de medidas de ações públicas, uma vez que a prevenção de movimentos de massa, os quais requerem uma ação conjunta, em especial para aquelas que envolvem a proteção civil, habitação, infraestrutura, educação e saúde. Ainda que medidas tenham sido providenciadas, como por exemplo, o Plano Nacional de Riscos e Respostas a Desastres, as ações complementares estão ausentes e as medidas necessárias não se mostraram eficientes para a atenuação da ocorrência de catástrofes no país (Saito et al., 2019).

O município de Teófilo Otoni, localizado no estado de Minas Gerais, apresenta-se como uma área de elevadas declividades e amplitudes

topográficas, característica de planaltos de profunda dissecação fluvial e a pluviosidade concentrada em um curto período chuvoso.

A análise espacial permite representar os fenômenos ambientais e antrópicos, e assim, compreender suas interações nos processos de apoderamento e transformação do espaço. Quando aplicada em estudos de áreas urbanas, a análise espacial estabelece relações diretamente proporcionais ao estágio do processo de urbanização e sua expansão (Bedê et al., 1994, Mendonça, 2004, Marques, Silva e Camargo, 2017).

A análise espacial também permite avaliar a adequação do planejamento para dimensionar problemas associados à carência de infraestrutura básica, poluição da água e ar, transporte, enchentes, desmatamento da superfície, escorregamentos de

massa, entre outros (Bedê et al., 1994, Mendonça, 2004, Marques, Silva e Camargo, 2017).

As intervenções antrópicas colaboram para a desestabilização do solo e ocasionam o aumento do grau de um fenômeno com efeitos adversos principalmente nas encostas da região. Em razão disso, tais intervenções envolvem ações prejudiciais ao meio ambiente, a saber: desmatamentos, cortes, aterros, alterações de drenagem, lançamento de resíduos sólidos e resíduos das construções (Oliveira e Gomes, 2021).

A ordem de ocupação e desenvolvimento urbano se orienta a partir dos cursos d'água devido à sua alta capacidade de utilização. Nesse sentido, os rios proporcionam transporte (modal aquaviário), abastecimento para o consumo humano, atuam como corpos receptores para o lançamento de dejetos após o efluente passar por um tratamento, além de outros. As áreas planas e mais baixas são atrativas e mais propícias à ocupação urbana, entretanto, quando há presença de rios e seus afluentes, essas localidades apresentam alto risco de inundação (Tucci, 2007).

Os movimentos de massa são definidos como o transporte de solo e/ou material rochoso por meio da ação gravitacional, podendo ser ou não impulsionados pela ação da água. Para o levantamento de características da ocorrência desses movimentos, deve-se levar em consideração o modo de formação, a declividade, o mecanismo do movimento, estrutura geológica, a velocidade, precipitações, intensidade, os tipos de materiais, entre outras propriedades locais (Amaral, 2017).

Para entendimento da ocorrência de escorregamentos e inundações, em especial no que diz respeito aos riscos, estes podem ser classificados como naturais e ambientais. Os riscos naturais são aqueles pressentidos, notados e resistidos por um indivíduo ou grupo social passível à ação possível de um processo físico. O risco ambiental, por sua vez, é resultante da associação entre os riscos naturais e os riscos oriundos de processos naturais agravados e/ou intensificados pela ação humana e pela ocupação territorial (Veyret, 2015).

Nesse cenário, a urbanização do município de Teófilo Otoni apresenta o uso e a ocupação do solo de modo irregular, além de áreas impróprias ou restritas em degradação, o que colabora com o aumento de áreas de risco e propicia a

suscetibilidade da ocorrência de inundações e deslizamentos de taludes (Ferraz, Valadão e Henrique, 2016).

2. Objetivo

O objetivo desta pesquisa consiste em identificar e classificar o grau de risco em pontos isolados situados nas intermediações centrais do município de Teófilo Otoni – Minas Gerais, Brasil, onde há evidências de escorregamentos de massa de solo.

Neste trabalho, os pontos estão localizados na Rua Riccioti Míglio, e na Rua Minervino de Castro Pinto na cidade de Teófilo Otoni.

3. Área de Estudo

A área de estudo compreende os entornos de pontos específicos localizados nas intermediações centrais no município de Teófilo Otoni nos endereços acima citados, onde há evidências claras de deslizamentos de massa de solo.

O município de Teófilo Otoni localizado no Vale do Mucuri, nordeste de Minas Gerais, em que se estima possuir uma população, de acordo com o IBGE, de 141.269 habitantes por uma área territorial de 3.242,270 km² (IBGE, 2022).

A fim de obter uma melhor compreensão, os pontos estão identificados conforme o Tabela (1), assim como as suas coordenadas geográficas, as quais foram identificadas por meio do *software* de Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Tabela 1 – Identificação dos pontos levantados em campo.

Ponto	Rua	Coordenadas Geográficas
1	Riccioti Míglio	17° 51' 58" S 41° 30' 09" W
2	Riccioti Míglio	17° 51' 58" S 41° 30' 07" W
3	Minervino de Castro Pinto	17° 51' 54" S 41° 30' 35" W

A Figura (1), a seguir, apresenta as ruas em que foram constatadas ocorrências de movimentações de massa de solo no relevo, os quais estão identificados pelos pontos 1, 2 e 3.

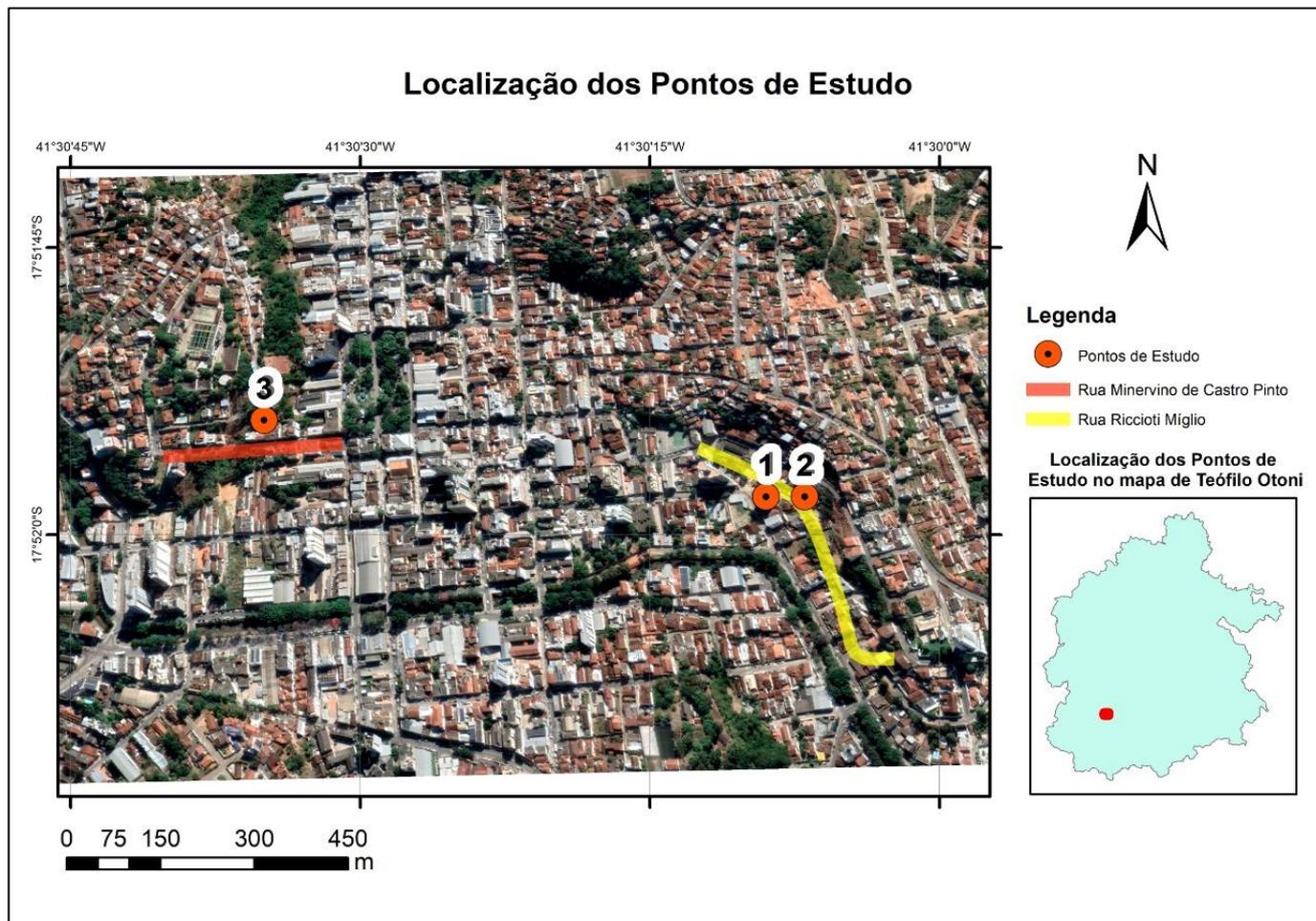


Figura 1 – Localização dos pontos de análise na área de estudo.

O Ponto 1 e o Ponto 2 encontram-se na Rua Riccioti Míglio em frente à residência de numeração 162 e o Ponto 2, situado também na Rua Riccioti Míglio, nos limites da residência de numeração 211, ambos no Bairro Ipiranga. O Ponto 3 está localizado na rua Minervino de Castro Pinto, no entorno das residências de numeração 112, 124, 126 e 136 no Bairro Centro em Teófilo Otoni.

2. Geologia Regional

O município de Teófilo Otoni localizado no Vale do Mucuri, nordeste de Minas Gerais, em que se estima possuir uma população, de acordo com o IBGE, de 141.269 habitantes por uma área territorial de 3.242,270 km² (IBGE, 2022).

Os autores Silva, Gomes e Gomes (2022) apresentam que o clima da cidade é caracterizado como sendo tropical quente semiúmido, com invernos secos e verões chuvosos, a pluviosidade média entre o período dos anos de 2008 a 2017,

respectivamente, 829 mm/ano, Ferraz (2019) expõe que a estação chuvosa compreende entre os meses de outubro a março.

Os autores Silva e Gomes (2020) apresentam características geomorfológicas de Teófilo Otoni, as quais se encontram envolvidas em parte do Cinturão Araçuaí e da Província Mantiqueira (Vieira, 2007).

Em síntese, Teófilo Otoni apresenta formações litológicas que variam conforme a estratigrafia, sendo pertencentes ao Grupo Rio Doce (formação Tumiritinga) e a Suíte Intrusiva Galiléia (Tonalito São Vitor), como apresenta os autores Durães et al. (2021) na Figura (2) a seguir. Na Tumiritinga, predominam a biotita gnaisse xistoso, constituindo no seu arranjo os minerais essenciais, tais como o quartzo, plagioclásio, biotita, ortoclásio e cordierita. Enquanto no Tonalito São Vitor predominam rochas características graníticas, sendo estas as dominantes no município de estudo (CPRM, 1997).

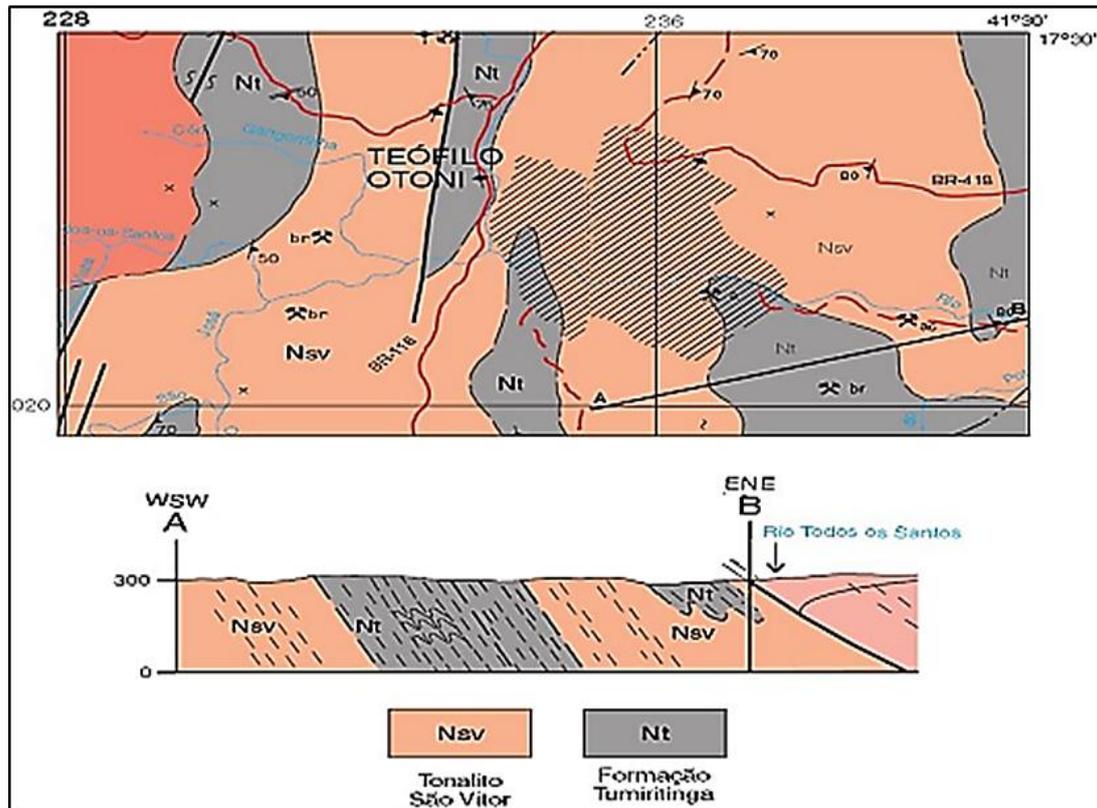


Figura 2 – Principais formações geológicas do município de Teófilo Otoni (Adaptado de CPRM, 1996; Ramos e Gomes, 2016).

4. Referencial Teórico

4.1. Conceito de Áreas de Risco

Compreende-se que a vulnerabilidade é determinada por uma área que apresenta um potencial de ocorrência de fenômenos naturais ou induzidos. Portanto, determinada área está suscetível ao risco da ocorrência de escorregamentos e inundações. A vulnerabilidade certifica para os residentes de uma área de risco se ela é passível de ser comprometida e/ou afetada por um fenômeno. Assim, a vulnerabilidade é um indicativo de risco da área. Para a compreensão da apropriação em uma área de risco, deve-se considerar os aspectos sociais, históricos e físicos (Ministério das Cidades, 2007).

A percepção de uma ameaça, perigo ou previsão da ocorrência de uma catástrofe é compreendida como risco. Uma determinada área tornar-se-á de risco se ali houver intervenções antrópicas destrutivas e for submetida à ocupação. Os fatores econômicos, culturais, sociais e ambientais estão vinculados a esta realidade de suscetibilidade (Saito, Soriano e Londe, 2015).

De acordo com Veyret (2015), perigo é o estado ou ocorrência de um fenômeno capaz de ocasionar consequências negativas sobre um conjunto de pessoas, estando estes ordenados em um território ou meio ambiente.

A área de risco pode ser entendida como aquela que é suscetível de ser alcançada por fenômenos naturais e/ou aqueles ocasionados por interferência humana que induzem a um efeito danoso. Os indivíduos que ocupam essas áreas estão passíveis, sobretudo, aos danos à integridade física, além de perdas materiais e patrimoniais. Comumente, no que tange às cidades brasileiras, as áreas de riscos abrangem ocupações por pessoas de baixa renda.

A fim de compreender os termos e a homogeneidade dos conceitos empregados nesse tópico da pesquisa, o Tabela (2) apresenta as terminologias utilizadas pelas equipes técnicas que atuam em áreas de risco (Ministério das Cidades, 2007).

Tabela 2 – Conceitos referentes às áreas de conhecimentos de riscos naturais (Ministério das Cidades, 2007).

Termo	Definição
Evento	Fenômeno com características, dimensões e localização geográfica registrada no tempo, sem causar danos econômicos e/ou sociais.
Perigo (Hazard)	Condição ou fenômeno com potencial para causar uma consequência desagradável.
Vulnerabilidade	Grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo.
Suscetibilidade	Indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em uma dada área, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência.
Risco	Relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno, e a magnitude de danos ou consequências sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade. Quanto maior a vulnerabilidade, maior o risco.
Área de Risco	Área passível de ser atingida por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais. Normalmente, no contexto das cidades brasileiras, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda (assentamentos precários).

4.2. Desastres Naturais

Os riscos geológicos são ordenados em dois tipos de processos: os processos endógenos, que envolvem terremotos, vulcanismos e tsunamis, e os processos exógenos, que envolvem a erosão, movimentos de massa, enchentes e assoreamento. Quanto à origem, os desastres podem ser classificados como riscos naturais, os quais são ocasionados por fenômenos ou desestabilização da natureza sem a interferência humana, ou riscos induzidos, ocasionados por ações ou omissões humanas que cooperam para originar ou intensificar um desastre natural (Roque, 2013).

Hodiernamente, os desastres são distinguidos em três tipos, sendo eles: naturais, humanos e mistos. Os desastres naturais ocorrem por fenômenos naturais intensos sobre uma determinada área ou região. Os desastres humanos são oriundos de ações humanas ou da omissão de atos, tais como incêndios industriais, contaminação dos rios, além de outros.

Os desastres mistos correspondem às atividades antrópicas e intensificadas por algum agente natural. É válido salientar que embora a maior parte dos desastres sejam registrados como sendo naturais, esses se referem na verdade como desastres mistos. O Tabela (3), a seguir, apresenta as categorias de desastres quanto à sua tipologia (Campos, 2011).

Tabela 3 – Classificação dos desastres quanto à tipologia (adaptado de Tobin e Montz, 1997; Roque, 2013).

Categoria	Tipos de Desastres
Meteorológicos	Furacões Ciclones Tufões Vendaval Granizos Tornados Nevascas Geadas Ondas de Frio Ondas de Calor
Hidrológicos	Inundações Secas/Estiagens Incêndios Florestais
Geológicos	Vulcanismo Terremotos Tsunami Escorregamentos Subsidência

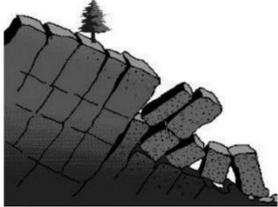
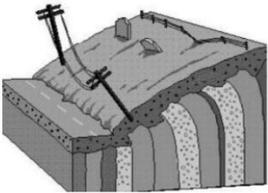
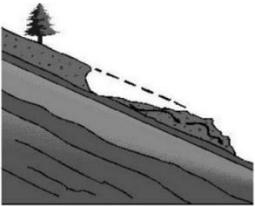
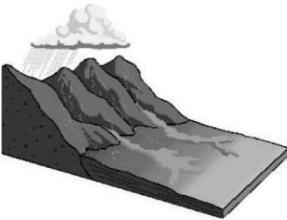
4.3. Movimentos Gravitacionais de Massa

O conceito “movimentos de massa” é amplo e envolve outros fenômenos além do deslizamento, tais como rastejos, quedas e corridas. Tal terminologia pode ser compreendida como o movimento de rochas ou de solo que tende a seguir os caminhos conduzidos por onde correm as águas ou até mesmo os caminhos de uma encosta (Tominaga, Santoro e Amaral, 2009).

Com relação à identificação dos movimentos gravitacionais de massa, a proposta de Augusto Filho (1992) mostra-se a mais condizente se comparada às circunstâncias brasileiras. Assim, os movimentos de massa relacionados às encostas são agrupados em quatro grandes classes de processos, sendo eles: rastejos, escorregamentos, quedas e corridas.

O Tabela (4) faz referência à classificação dos desastres ambientais quanto à sua tipologia.

Tabela 4 – Classificação dos desastres quanto à tipologia (adaptado de Augusto Filho, 1992).

Processos	Dinâmica / geometria / material
<p>Quedas (<i>falls</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Sem planos de deslocamento; • Movimentos do tipo queda livre ou em plano inclinado; • Material rochoso; • Pequenos e médios volumes; • Geometria variável: lascas, placas, blocos, entre outros. • Rolamento de matacão; e • Tombamento.
<p>Rastejos (<i>creep</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Vários planos de deslocamento; • Velocidade muito baixa (cm/ano) a baixa e decrescente com a profundidade; • Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes; e • Solo, depósitos e rocha alterada/fraturada.
<p>Deslizamentos (<i>slides</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Poucos planos de deslocamento (externos); • Velocidade média (m/h) a alta (m/s); • Pequenos a grandes volumes de material; e • Geometria e materiais variáveis: • Planares: solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza; • Circulares: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas; e • Em cunha: solos
<p>Corridas (<i>flows</i>)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Muitas superfícies de deslocamento; • Movimento semelhante ao de um líquido viscoso; • Desenvolvimento ao longo das drenagens; • Velocidade média a alta; • Mobilização de solo, rocha, detritos e água; e • Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.

4.4. Condicionantes dos Movimentos de Massa

Os movimentos gravitacionais de massa podem ser ocasionados por condicionantes naturais, antrópicos ou por ambos. O entendimento desses fatores é extremamente importante, pois colabora para que se possa evitar e controlar o acontecimento dos movimentos gravitacionais de massa (Roque, 2013).

Os fatores naturais são divididos em agentes predisponentes e agentes efetivos. Os agentes predisponentes são aqueles que abrangem as características intrínsecas do meio físico natural, tais como o complexo geológico-geomorfológico, perfil e espessura do solo, complexo hidrológico-climático, a gravidade e a vegetação natural. Os agentes efetivos são elementos diretamente responsáveis pelo desencadeamento dos movimentos de massa, sendo estes diferenciados em preparatórios e imediatos outros (Ministérios das Cidades, 2007, Roque, 2013).

Os preparatórios abrangem a pluviosidade, erosão pela água e vento, congelamento e degelo, variação de temperatura e umidade, dissolução química, ação de fontes e mananciais, oscilação do nível de lagos e marés e do lençol freático, ação de animais e humana, inclusive desflorestamento; e imediatos, tais como a chuva intensa, vibrações, fusão do gelo e neves, erosão, terremotos, ondas, vento, ação do homem, entre outros (Roque, 2013).

4.5. Taludes

Talude é a denominação que se dá a uma superfície inclinada, sendo constituído pelas seguintes partes: pé, talude, topo ou crista e superfície de ruptura. Os taludes podem ser classificados como naturais ou construídos por intervenções antrópicas (cortes e aterros). Os taludes naturais estão mais sujeitos à instabilidade devido à gravidade e podem ser formados por dois tipos de solos: residual, originado por alterações do intemperismo e permanecendo no mesmo local de origem, ou coluvionar, produzido a partir do carregamento/transporte de solos que sofreram intemperismo e quebra mecânica (Gerscovich, 2016; Fritscher, 2016).

Os taludes construídos são resultantes de processos de corte em encostas, de escavação ou de lançamentos de aterros. Os taludes providos de cortes devem ser executados com cuidado, atentando-se para garantir adequadamente os

parâmetros de altura e inclinação no intuito de preservar a estabilidade. Em contrapartida, os taludes constituídos de aterros apresentam maior estabilidade, uma vez que as características do solo empregado são conhecidas e possuem elevada resistência (Gerscovich, 2016; Fritscher, 2016).

5. Metodologia

O Ministério das Cidades (2007), em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas, apresenta um roteiro de cadastro emergencial de riscos de deslizamentos. Esse método possibilita a determinação acerca de um grau de risco da área em análise e permite também ao usuário a conclusão sobre o nível de risco de um determinado local, independente da sua formação técnica em geologia ou engenharia, sendo este roteiro o método para análise em campo.

Primordialmente, essa pesquisa envolve a natureza descritiva em virtude da observação e análise de fenômenos e fatos. Por conseguinte, o delineamento foi estruturado a partir de uma revisão bibliográfica na literatura acadêmica. Quanto aos métodos aplicados, estes consistem na pesquisa qualitativa, a qual compreende-se como aquela que privilegia o significado dado ao fenômeno através do detalhamento verbal (Gil, 2007).

Os métodos adotados são qualitativos, tendo sido desenvolvidos a partir do levantamento de um referencial teórico para conhecimento dos significados e conceitos utilizados na abordagem de áreas de risco suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de massa, além de proporcionar a análise e interpretação das informações levantadas em campo quanto ao grau de probabilidade da ocorrência de riscos.

Para mais, a pesquisa envolve conhecimentos da área de engenharias, sendo considerada como uma pesquisa aplicada voltada à aquisição de conhecimentos com vistas a situações atreladas às áreas de risco no município de Teófilo Otoni. Os locais foram determinados pelos autores com propósitos descritivos para a caracterização da ocorrência de fenômenos envolvendo movimentos gravitacionais de massa.

O Tabela (5) apresenta o grau de probabilidade e a descrição das características para cada situação de risco em um cenário de movimentação de massa de solo, de acordo com a classificação do Ministério das Cidades (2007).

Tabela 5 – Classificação das áreas de risco (Ministério das Cidades, 2007).

Grau de Probabilidade	Descrição
R1 Baixo ou sem risco	Não há indícios de desenvolvimento de processos destrutivos em encostas e margens de drenagens. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos.
R2 Médio	Observa-se a presença de alguma (s) evidência (s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente (s). Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.
R3 Alto	Observa-se a presença de significativa (s) evidência (s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.
R4 Risco Muito Alto	As evidências de instabilidades (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação ao córrego, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número e/ou magnitude. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.

6. Levantamento de Dados

O levantamento de dados em campo consistiu em visitas aos locais determinados, registros fotográficos e preenchimento do roteiro de acordo com as instruções do manual disponibilizado pelo Ministério das Cidades, com enfoque na avaliação para a classificação quanto ao grau de probabilidade de risco das áreas suscetíveis aos movimentos de massa.

No primeiro momento, as análises tiveram como objetivo a análise dos pontos selecionados cujas características apresentam feições de deslizamentos, e o preenchimento do roteiro em campo com base na metodologia proposta pelo Ministério das Cidades (2007). Posteriormente foi realizada uma análise das características dos pontos designados, e, a partir disso, a determinação do grau

de probabilidade do risco em que esses se encontram suscetíveis à movimentação de massas de solo.

A Figura (3) corresponde à situação referente ao Ponto 1. Neste caso, pode ser visualizado um talude em corte em que na proximidade da sua base encontram-se três residências unifamiliares, como pode ser verificado através da Figura (4).



Figura (3) – Talude em corte na Rua Riccioti Miglio (Ponto 1).

No Ponto 1 também é possível identificar a presença de um talude em corte apresentando visualmente a ocorrência de processos de instabilização, os quais são característicos de rastejos (*Creep*). Devido à dificuldade de acesso, não foi possível realizar a medição da distância entre as residências próximas, construídas em alvenaria, até a base do talude. Observa-se que o corte realizado no talude tornou propício o escoamento superficial de água da chuva. No que diz respeito à coleta das águas servidas, existe a canalização pela rede coletora de esgoto, entretanto, não há nenhum dispositivo de drenagem superficial.

No Ponto 1 temos ainda a vegetação do local encontra-se removida, e, além disso, há feições de instabilidade de trincas em torno do terreno.

Conforme relatos da vizinhança, em dias chuvosos um volume de material considerável proveniente do deslizamento atinge os quintais das residências. Como forma de medida protetiva emergencial, os próprios moradores adicionaram uma lona plástica sobre o talude.

A Figura (4), por sua vez, corresponde à situação referente ao Ponto 1.



Figura 4 – Vista superior do talude em corte na Rua Riccioti Míglio (Ponto 1).

A Figura (5), por sua vez, corresponde à situação referente ao Ponto 2.



Figura 5 – Vista lateral superior do talude em corte na Rua Riccioti Míglio (Ponto 2).

Neste caso, no Ponto 2 pode ser visualizado um talude em corte em que na proximidade da sua base encontra-se um sobrado unifamiliar, a situação descrita corresponde a Figura (6).



Figura 6 – Talude em corte na Rua Riccioti Míglio (Ponto 2).

Deste modo, o Ponto 2 apresenta condições semelhantes ao Ponto 1, uma vez que é possível identificar um talude em corte, o qual apresenta a ocorrência de processos de instabilização, característicos de escorregamentos (*Slids*), conforme a Figura (6). Devido à dificuldade de acesso, também não foi possível realizar a medição da distância entre a residência próxima, construída em alvenaria, até a base do talude.

A Figura (7) expõe do deslizamento ocorrido no Ponto 2.



Figura 7 – Blocos de concreto delimitando o entorno da Rua Riccioti Míglio atingida por deslizamento de massa de solo (Ponto 2).

De acordo com a Figura (7), nota-se que o deslizamento ocorrido no Ponto 2 atingiu a lateral da Rua Riccioti Míglio, sendo obstruídos aproximadamente 70 centímetros (cm) da sua largura total. Pode-se identificar também a disposição de blocos de concreto instalados no entorno da feição de ruptura como forma de delimitar a área remanescente. Nota-se ainda nesse local a ausência de sinalizações que identificam a existência do deslizamento próximo à via, assim como a falta de uma barreira protetiva para veículos e pedestres e nenhuma estrutura de engenharia (contenção e drenagem) para reparação dos danos ocorridos.

A Figura (8), por sua vez, faz referência a análise do Ponto 3.



Figura 8 – Deslizamento do talude em corte na Rua Minervino de Castro Pinto (Ponto 3).

Nesse caso, pode ser identificado um talude em corte, onde na proximidade da sua base encontra-se um prédio unifamiliar com quatro pavimentos.

No Ponto 3 é possível verificar a presença de um talude em corte, com interferência antrópica para a construção de uma edificação com quatro pavimentos. A localidade apresenta a ocorrência de

processos de deslizamento de solo, sendo característicos de escorregamentos (*Slids*), apresentando geometria planar. Não foi possível medir a distância da edificação devido restrição ao acesso.

Com base na análise, foi possível notar que o corte realizado no talude tornou propício ao escoamento superficial de água da chuva, além que no topo desse perfil há a presença de uma grande vala devido o percurso de água da chuva, segue mostrado na Figura (9). No que diz respeito à coleta das águas servidas, existe a canalização pela rede coletora de esgoto, entretanto, não há nenhum dispositivo de drenagem superficial para águas pluviais.

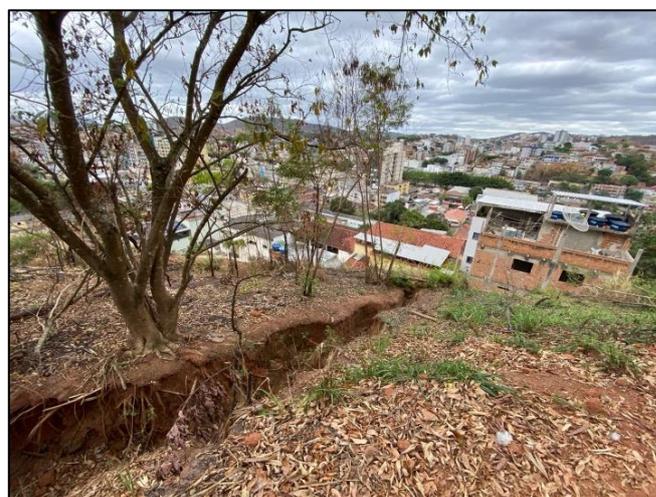


Figura 9 – Ravina no topo do talude situado na Rua Minervino de Castro Pinto (Ponto 3).

Quanto à vegetação, nesse respectivo ponto há a presença de árvores com algumas delas apresentando tronco inclinado, o que evidencia sinais de instabilidade. Além disso, devido à degradação e exposição do talude em análise, constatou-se a presença de ravinas, as quais são identificadas como crateras no relevo provocadas por uma combinação de fatores e, também, o sinal mais evidente de extrema degradação do solo, com consequência direta no problema de assoreamento dos cursos de água.

7. Resultados e Discussões

A Figura (10) apresenta a localização exata dos pontos de análise estudados (Ponto 1, Ponto 2 e Ponto 3) juntamente com a classificação do grau de risco de deslizamentos da massa de solo para cada um deles.

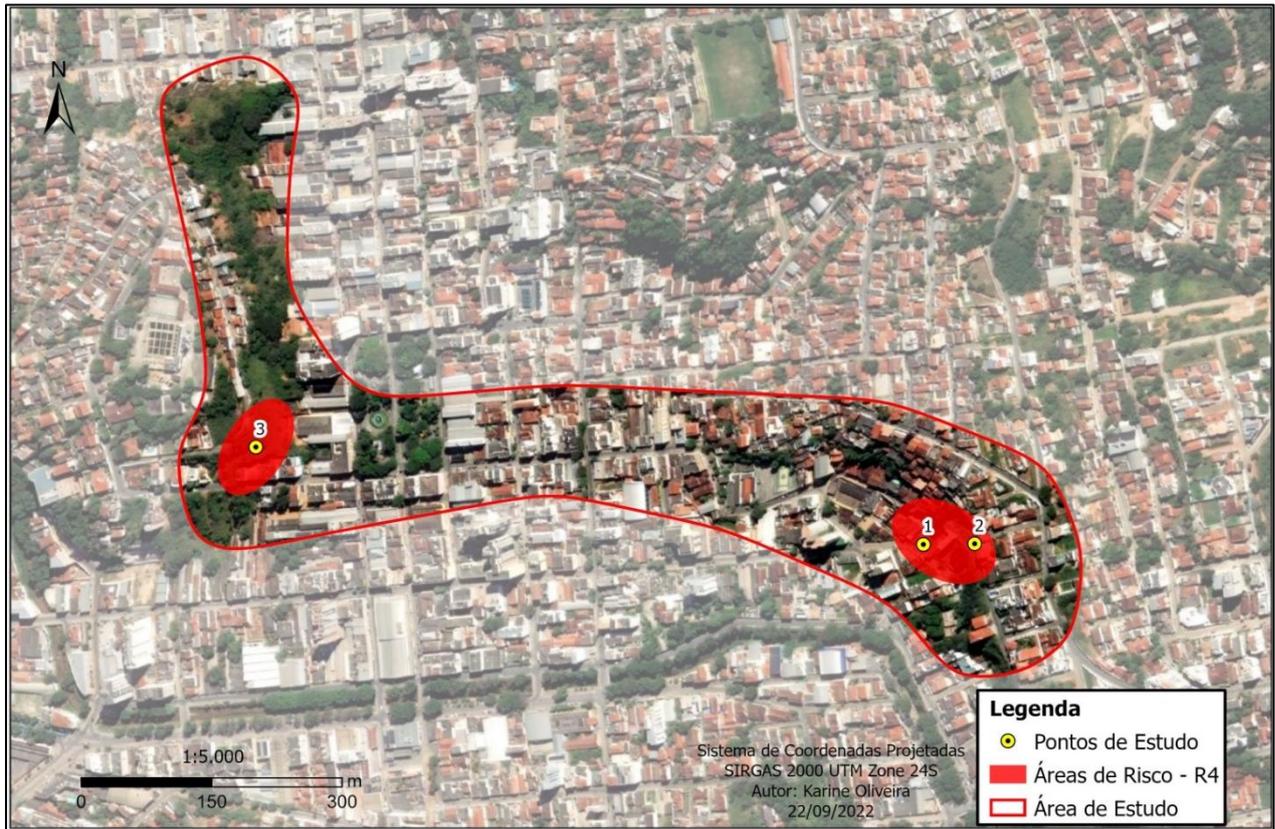


Figura 10 – Mapa de risco dos 3 (três) pontos da área de estudo

No que se refere à determinação do grau de risco, o Tabela (6) apresenta a classificação do grau de probabilidade da ocorrência de deslizamentos nos pontos analisados, em conformidade às diretrizes do Ministério das Cidades (2007).

Tabela 6 – Determinação do grau de risco dos pontos analisados (Ministério das Cidades, 2007).

Ponto	Grau de Probabilidade
1	R4 Risco Muito Alto – Providência imediata
2	R4 Risco Muito Alto – Providência imediata
3	R4 Risco Muito Alto – Providência imediata

O Ponto 1 situado na Rua Riccioti Míglio no bairro Ipiranga, enquadra-se na classificação R4 – Risco Muito Alto, devido às residências no local e o registro de deslizamentos de massa de solos, e no presente há evidências de instabilidade no perfil.

Constata-se que nenhuma técnica técnica foi realizada no Ponto 1, apenas a disposição de lonas pelos moradores a fim de conter a saturação do solo.

O Ponto 2 situado na Rua Riccioti Míglio no Bairro Ipiranga, também apresenta classificação R4 – Risco Muito Alto, mediante residências no local, e a presença de instabilidades como trincas no solo, deslizamentos de massa de solo, inclusive obstruindo 70 centímetros da rua neste ponto, e é possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas marcadas pela exposição e desgaste do solo.

O Ponto 3 localizado na Rua Minervino de Castro Pinto Bairro Centro, classifica-se como R4 – Risco Muito Alto, providencias imediatas devem ser tomadas, nesse local consta erosão do solo, a formação de ravina no perfil do talude, além de que no topo desse, há a presença de uma grande vala devido a obstrução de um sistema drenagem urbana sob cuidados da administração municipal, hodiernamente, nenhum reparo foi executado.

Através do estudo de campo, é válido destacar que o corte feito nos taludes para a realização das construções residenciais não apresenta nenhuma técnica de engenharia para a sua estabilização.

7. Conclusão

A metodologia nesta pesquisa possibilitou a agilidade na verificação de áreas de risco. Os roteiros são de fácil compreensão, inclusive para serem utilizados por usuários que não possuam formação técnica em geologia ou engenharia, sendo uma medida protetiva de classificação, apta para ser adotada pela gestão governamental, além de contribuir na disseminação de conhecimentos para a sociedade quanto aos riscos iminentes de ocupações em áreas de risco.

A partir da visita em campo e da aplicação metodológica, os pontos referentes às áreas de estudo, respectivamente, Ponto 1 e Ponto 2 (ambos na Rua Riccioti Míglio), o Ponto 3 (na Rua Minervino de Castro Pinto) foram classificados com o grau R4 – Risco Muito Alto, devido aos sinais de instabilidade do perfil de massa de solo, pela ocorrência de deslizamento e presença de residências com moradores na base dos taludes (sem qualquer tipo de estrutura de contenção). Dessa forma, tais locais necessitam de providências imediatas e devem ser mantidos em monitoramento para que se antecedam contra qualquer ocorrência de deslizamentos que venham a acarretar efeitos adversos.

No que diz respeito à ocupação de espaços territoriais urbanos em desenvolvimento, conclui-se que no município de Teófilo Otoni há uma carência e ineficiência de aplicação de normas que visem à fiscalização do uso e ocupação do solo e das áreas classificadas de risco, estando suscetíveis a desastres naturais ou àqueles decorrentes das interferências antrópicas.

Nesse sentido, é válido destacar que proporcionar à população o entendimento a respeito do perigo habitacional em áreas de risco, assim como quais atitudes devem ser tomadas diante dessa situação são consideradas medidas protetivas que contribuem para a redução da vulnerabilidade

Referências

Amaral, C.M., 2017. *Áreas de risco e vulnerabilidade social em áreas urbanas: soluções de mapeamento com técnicas de geotecnologias para Viçosa*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Fluminense.

Augusto Filho, O., 1992. *Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de*

encostas: uma proposta metodológica. Conferência Brasileira Sobre Estabilidade de Encostas, 1(2), pp. 721-733.

Bedê, L.C., Weber, M., Resende, S., Piper, W. e Schulte, W., 1994. *Manual para Mapeamento de Biótopos no Brasil: base para um planejamento ambiental eficiente*. Belo Horizonte: Brandt Meio Ambiente.

Campos, L.C., 2011. *Proposta de reanálise de risco geológico-geotécnico de escorregamentos em Belo Horizonte – Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1996. *Carta Geológica. Folha SE.24-V-C-IV - Teófilo Otoni*. Escala 1:100.000. Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1997. *Relatório do Projeto Leste: SE 24 –V-CIV – Teófilo Otoni*. Carta Geológica. Belo Horizonte: CPRM.

Durães, R.C.F., Guimarães, L.S., Rocha, C.A.M., Sousa, G.M. e Gomes, A.J.L., 2021. *Mapping of geological and environmental risks from the Aécio Cunha dam to the Teófilo Otoni bus station*. International Journal of Geoscience, Engineering and Technology, 4 (1), pp. 37-63. <https://doi.org/10.70597/ijget.v4i1.448>

Ferraz, C.M.L.A., 2006. *Evolução do relevo Adjacente à Margem Continental Passiva Brasileira: das “Chapadas” do Jequitinhonha à Planície Costeira do Sul da Bahia*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

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.

Ferraz, C.M.L., Valadão, R.C. e Henriques, R.J., 2016. *Geomorfologia do espaço urbano de Teófilo Otoni (MG): contribuições ao ordenamento territorial*. Simpósio Nacional de Geomorfologia, Londrina.

- Fristcher, E.C., 2016. *Análise de Estabilidade de Talude: Estudo de caso no Município de Teutônia / RS*. Monografia. Centro Universitário Univates.
- Gerscovich, D.M.S., 2016. *Estabilidade de taludes*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Gil, A.C., 2017. *Como elaborar projetos de pesquisa*. Atlas.
- Guimarães, L.S., Gomes, A.J.L., e Gomes, J.L.S., 2021. *Identificação e Classificação de áreas de risco em espaços urbanos da Zona Sul de Teófilo Otoni*. Reserch, Society and Development, 10(15), pp. 1-16. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i15.22754>
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. *Censo Demográfico*. Brasília: IBGE.
- Machado, R.R. e Zacarias, G.M., 2016. *Análise de risco de deslizamento*. Revista de ordem Pública, 9(1), pp. 1-14.
- Marques, M.L., Silva, M.C. e Camargo, D.M., 2017. *Análise espacial da vulnerabilidade socioambiental no município de Campinas, SP, Brasil*. Revista Brasileira de Cartografia, 69 (9), pp. 1-13. <https://doi.org/10.14393/rbcv69n9-44081>
- Mendonça, F., 2004. *Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba*. Desenvolvimento Meio ambiente, v. 10, pp. 139-148. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v10i0.3102>
- Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), 2007. *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios*. Brasília.
- Oliveira, C.H.T. e Gomes, A.J.L., 2021. *Survey of geological and environmental risk areas in the city of Itambacuri – MG*. International Journal of Geoscience, Engineering and Technology, 3 (1), pp. 31-40. <https://doi.org/10.70597/ijget.v3i1.430>
- Ramos, J.O. e Gomes, A.J.L., 2016. *Estratégias de Prevenção de Riscos Ambientais e Geológicos nos Espaços Territoriais Urbanos da cidade de Teófilo Otoni*. Revista Vozes dos Vales, 9(5), pp. 1-17.
- Ramos, J., 2017. *Prevenção De Riscos Ambientais e Geológicos nos Espaços Territoriais Urbanos da cidade de Teófilo Otoni*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.
- Roque, L.A., 2013. *Áreas de risco geológico-geotécnico associadas a movimentos de massa no núcleo urbano de Viçosa-MG*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa.
- Saito, S.M., Dias, M.C.A., Alvalá, R.C.S., Stenner, C., Franco, C.O., Ribeiro, J.V.M., Souza, P.A.S. e Santana, R.A.S.M., 2019. *População urbana exposta aos riscos de deslizamentos, inundações e enxurradas no Brasil*. Revista Sociedade & Natureza, v(31), pp.1-25. <https://doi.org/10.14393/SN-v31-2019-46320>
- Saito, S.M., Soriano, E. e Londe, L.R., 2015. *Desastres Naturais*. In: Sausen, T.M. e Lacruz, M.S.P. (Org). *Sensoriamento Remoto para desastres*. Oficina de Textos.
- Santos, J.H.G., Vieira, E.I. e Silva, G.B., 1987. *Pedologia: levantamento exploratório de solos*. In: Brasil. *Projeto Radam Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1987. Levantamento de recursos naturais, 34.
- Silva, B.A. e Gomes, J.L.S., 2020. *The influences of geological formations on water flow in wells in the municipality of Teófilo Otoni*. International Journal of Geoscience, Engineering and Technology, 1(1), pp. 27-42. <https://doi.org/10.70597/ijget.v1i1.365>
- Silva, B.A., Gomes, A.J.L. e Gomes, J.L.S., 2022. *Erosão hídrica e antropogênica na formação de voçorocas na cidade de Teófilo Otoni*. Research, Society and Development, 11(9), pp. 1-17. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i9.32312>
- Tobin, G.A., Montz, B.E., 1997. *Natural hazards: explanation and integration*. New York: The Guilford Press.
- Tominaga, L.K., Santoro, J. e Amaral, R., 2009. *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo: Instituto Geológico.
- Tucci, C.M., 2007. *Inundações Urbanas*. Porto Alegre: ABRH.

Veyret, Y., 2015. *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. 2 ed. São Paulo: Contexto.

Vieira, V.S., 2007. *Significado do Grupo Rio Doce no contexto do Orógeno Araçuaí*. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais.