

Received:  
September 29, 2022

Accepted:  
April 03, 2023

Published:  
October 30, 2023

## Survey of geological and environmental risk areas in the Filadélfia neighborhood, city of Teófilo Otoni-MG

Celso Amaral Cordeiro<sup>1</sup> , Fernanda Andrade Dutra<sup>1</sup> , Rodrigo Esteves Ribeiro<sup>1</sup> ,  
Antonio Jorge de Lima Gomes<sup>1</sup> , Jorge Luiz dos Santos Gomes<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, ICET, Teófilo Otoni, Brasil.

### Email address

celso.amaral@ufvjm.edu.br (Celso A. Cordeiro) – Corresponding author.

fernanda.andrade@ufvjm.edu.br (Fernanda A. Dutra)

rodrigo.ribeiro@ufvjm.edu.br (Rodrigo E. Ribeiro)

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

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

### Abstract

With the urbanization process, anthropic procedures occur so that it can carry out construction of roads and buildings, in which they can use inappropriate areas for this occupation. The present investigation aimed to identify and understand the behavior of the geological risk areas of Filadélfia neighborhood, in the well-known expansion Alegria De Teófilo Otoni-Minas Gerais, which has land with irregular topography and slopes even greater than 100%. In view of this situation, the brief literature review was carried out seeking theoretical and technical basis to carry out the survey of 3 specific points in the place, carrying out an on-site visit and classifying as to the existing risks. The situation in the 3 points in common with risk R3 (High Risk) was notorious, having fissures, cracks and even ravines in specific points of the slopes analyzed, which can cause landslides in the event of rainy periods.

**Keywords:** Risk Areas, Neighborhood Filadélfia, Teófilo Otoni City.

## 1. Introdução

Com o processo de urbanização nota-se um aumento da densidade populacional em um ritmo acelerado, na qual uma das consequências é o aumento da ocupação de espaços sem planejamento adequado, na qual fatores potenciais como as interferências topográficas realizada de maneira inadequada podem contribuir para desastres (Costa Júnior e Cabral, 2019).

No município de Teófilo Otoni em Minas Gerais na qual apresenta topografia com muito locais com altas declividades e ocupação destes espaços por residências, onde muitas das vezes são necessários realizar o desmatamento, cortes e aterros para construção de edificações, porém interferências antrópicas podem ocasionar a desestabilização do solo na qual tende aumentar o risco de deslizamento do solo conforme descrito por Oliveira e Gomes (2021).

De acordo com Marcelino, Nunes e Kobiyama (2006) uma das maneiras mais eficiente

de análise de risco é a realização do levantamento e mapeamento de áreas de riscos, em que é possível prever e realizar possíveis medidas preventivas e inclusive planos de emergências para que possa promover ações em conjunto com a comunidade e poder público em relação a desastres naturais.

Mediante a situação de topográfica e de ocupação do solo de Teófilo Otoni-MG na qual Ferraz, Valadão e Henrique (2016) ressalta os riscos eminentes na cidade devido as construções impropria somado a altas declividades, favorecendo para a ocorrência de desastres naturais. Inclusive em mapa síntese de áreas de risco apresentado por Ferraz, Valadão e Henrique (2016) é possível observar o risco de movimento de massa em diversos bairros da cidade.

## 2. Objetivos

O principal objetivo da investigação deste trabalho é identificar e classificar os principais locais de área de risco do bairro Filadélfia na área

de expansão conhecida como Alegria em Teófilo Otoni-MG.

### 3. Área de Estudo

#### 3.1. Localização

De acordo com o censo realizado por IBGE (2010) o município de Teófilo Otoni em 2010 possuía uma população de aproximadamente 135 mil pessoas e estima-se que em 2021 esse número tenha crescido para aproximadamente 141 mil pessoas, sendo uma das principais cidades da Mesorregião do Vale do Mucuri com uma Área da Unidade Territorial de 3.242,270 km<sup>2</sup>, a região está localizada no Nordeste mineiro conforme Figura (1).

O Bairro de estudo denominado, na expansão Alegria, localizado nas dos bairros Marajoara e Dr. Laerte Laender, pode ser identificado pela Figura (1). É notório em diversos locais dos bairros edificações construídas em locais impróprios, de acordo com as inclinações recomendadas pelo Ministério das Cidades (2007.).

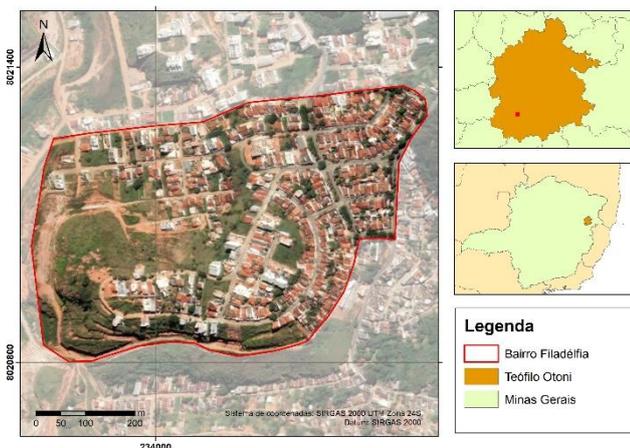


Figura 1 – Localização do Bairro Filadélfia em Teófilo Otoni.

#### 3.2. Geologia local

Com base no mapeamento disponibilizado no levantamento geológico realizado pelo Projeto Leste, nota-se que as formações geológicas predominantes em Teófilo Otoni são Tonalito de São Vitor e Tumiritinga (CPRM,1996; COMIG, 2003), na qual possui estas duas formações distintas em sua área territorial, como pode-se observar na Figura (2), conforme ressalta Costa Júnior e Cabral (2019) são características mais complexas e distintas de solo em comparação com outras regiões.

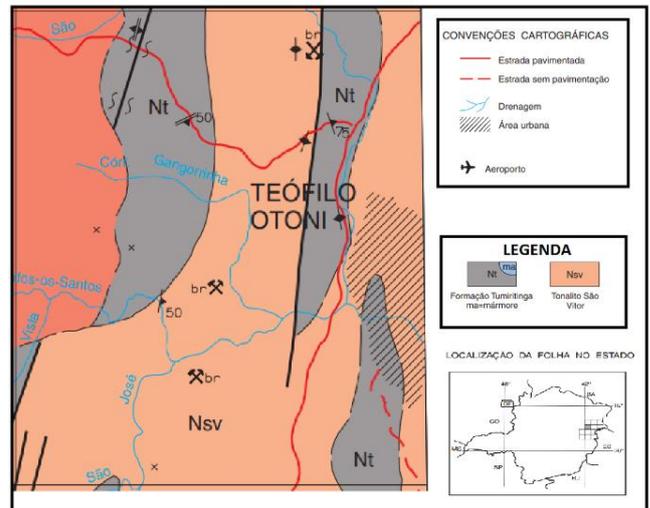


Figura 2 – Carta geológica do município de Teófilo Otoni – MG (Adaptado de COMIG, 2003).

Por meio da análise da ciência do solo de Teófilo Otoni, na qual observa-se que predominam latossolo vermelho-amarelo e vermelho. Na qual os locais com maior declividade predominam-se argilosos e cambissolos, vermelhos-amarelos (Guimarães, Gomes e Gomes, 2021).

### 4. Embasamento Teórico

De acordo com Tominaga, Santoro e Amaral (2009) os desastres naturais podem ser derivados por diversas possibilidades tais como, inundações, escorregamentos, erosão, terremotos, tornados, furacões, tempestades, estiagem, etc. Além disto dependerá da intensidade dos fenômenos naturais, e inclusive ocupação impropria destas áreas.

Nota-se que a um expressivo número de pessoas com as suas moradias localizadas em áreas com risco de deslizamento, enchente e inundações devido a uma das consequências negativas do crescimento sem o devido planejamento das cidades do Brasil (Ministério das cidades,2007).

Em Minas Gerais a ocupação de áreas inadequadas devido à ação humana apresenta conflitos inclusive em ocupações de áreas de preservação permanente. Além de ocupação de locais com declividades maiores que 100% (maior que 45°), bacias de inundação e topos de morro (Oliveira e Gomes, 2021).

Lana, Jesus e Antonelli (2021) define movimento de massa como “deslocamento descendente de solo, rocha ou detritos sob ação da força da gravidade.”, em que são mecanismos erosivos, realizando o transporte de partículas existe

diferenciação em relação dos movimentos de massa, conforme Tabela (1).

Tabela 1 – Principais tipos de movimentos de massa em encostas (Adaptado de Augusto Filho, 1995).

Processo	Características do Movimento/ Material/ Geometria
Rastejo	<ul style="list-style-type: none"> <li>vários planos de deslocamento (internos)</li> <li>velocidades muito baixas a baixas (cm/ano) e</li> <li>decrecentes com a profundidade</li> <li>movimentos constantes, sazonais ou intermitentes</li> <li>solo, depósitos, rocha alterada/fraturada</li> <li>geometria indefinida</li> </ul>
Escorregamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>poucos planos de deslocamento (externos)</li> <li>velocidades médias (m/h) a altas (m/s)</li> <li>pequenos a grandes volumes de material</li> <li>geometria e materiais variáveis:</li> </ul> <p>PLANARES: solos poucos espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza; CIRCULARES: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas;</p> <p>EM CUNHA: solos e rochas com dois planos de fraqueza;</p>
Quedas	<ul style="list-style-type: none"> <li>sem planos de deslocamento</li> <li>movimento tipo queda livre ou em plano inclinado</li> <li>velocidades muito altas (vários m/s)</li> <li>material rochoso</li> <li>pequenos e médios volumes</li> <li>geometria variável: lascas, placas, blocos, etc</li> <li>ROLAMENTO DE MATAÇÃO</li> <li>TOMBAMENTO</li> </ul>
Corridas	<ul style="list-style-type: none"> <li>muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação)</li> <li>movimento semelhante ao de um líquido viscoso</li> <li>desenvolvimento ao longo das drenagens</li> <li>velocidades médias a altas</li> <li>mobilização de solo, rocha, detritos e água</li> <li>grandes volumes de matéria extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas</li> </ul>

## 5. Metodologia

O presente trabalho foi dividido em duas etapas, sendo a primeira com aspectos metodológicos qualitativos e a segunda etapa com aspectos metodológicos quantitativos para classificação e identificação de possíveis áreas de risco, conforme metodologia semelhante aplicada pelos autores Oliveira e Gomes (2021) & Santos, Gomes e Gomes (2021), na qual mostra-se uma combinação eficaz para tal aplicação.

Inicialmente o levantamento *in loco* (fase inicial) foi realizado para auxiliar na identificação das áreas com maior tendência de risco. A área foi percorrida e analisada de forma qualitativa, com intuito de identificar as regiões com pontos mais propícios a eventos de riscos, para classificar com auxílio da metodologia quantitativa proposto pelo Ministério das cidades (2007) na qual correlaciona o fator de riscos com as características apresentadas no local, que é possível observar através da Tabela (2).

Além disto foram realizados registros fotográficos por meio de aparelho celular *smartphone* e anotações em caderneta de campo juntamente com formulário auxiliar para identificação e classificação dos riscos proposto por Ministério das Cidades (2007), com intuito de mostrar o comportamento dos indícios de riscos analisados, além disto utilizou-se a ferramenta computacional Google Maps para localização e realização de aerofotografias.

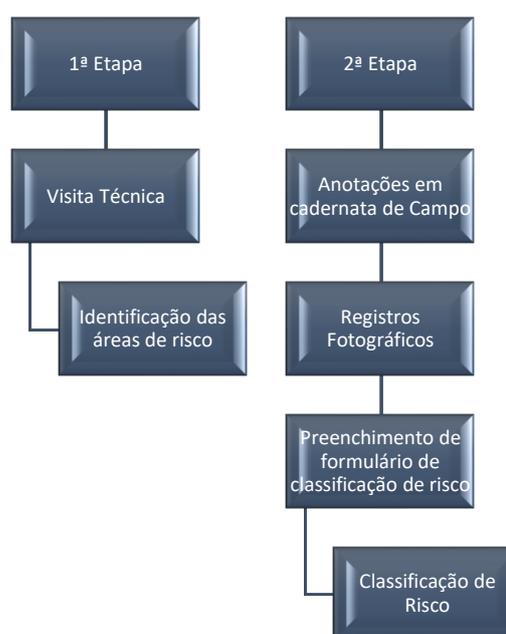


Figura 3 – Etapas da metodologia classificação de área de risco em Bairro Filadélfia de Teófilo Otoni

Tabela 2 – Classificação das áreas de risco (Adaptado de Ministério das Cidades, 2017).

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 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

expansão Alegria, área em processo de desenvolvimento urbanístico, com construções de edificações e via relativamente mais recentes, em que se nota interferências antrópicas no local.

No talude é possível identificar instabilidade devido à presença de deslizamento no corte realizado a mais tempo, na qual é possível visualizar perda de material derivado do corte vertical.

O comportamento apresentado pelas características analisadas do ponto 01 é de risco R3(Risco Alto), pois de acordo com Ministério das Cidades (2007), a características de instabilidade como inclinação do terreno, intervenção antrópica que ocasionou um processo de deslizamento, porém encontra-se em estágio inicial do processo de instabilização, mas o local possui diversas edificações que podem vir a colapso em períodos chuvosos onde se aumenta a probabilidade de ocorrer eventos como a movimentação de massa.



Figura 4 – Talude com interferências Antrópicas.

## 6 Resultados

### 6.1. Pontos identificados

Foram levantados 03 pontos de áreas de risco do bairro Filadélfia da cidade de Teófilo Otoni-MG. A Tabela (3) apresenta a identificação dos pontos, assim como suas coordenadas geográficas.

Tabela 3 – Pontos levantados e suas coordenadas.

Pontos	Longitude (WGS84)	Latitude (WGS84)
01	-41.50886000	-17.88145667
02	-41.51134500	-17.88106833
03	-41.50910833	-17.88149333

### 6.2 Ponto 01

O ponto 01 situado na Rua Francisco Mendes de Anchieta pertencente ao bairro Filadélfia, na

### 6.3 Ponto 02

O ponto 02 situado na Rua Sd. Quarenta e Nove pertencente ao bairro Filadélfia, na qual se nota interferência antrópicas no local, em que se nota indícios de instabilidade. Em que o ponto 2 apresenta corte no talude com inclinação imprópria conforme a Figura (5), além de fissuras presente no corte vertical, e perda de solo no sentido de escoamento da água caracterizando a presença de ravinas conforme é possível observar na Figura (6).

Portanto, o Ponto 02 apresenta risco R3 (Risco Alto), pois se nota indícios de instabilidade, devido a fissuras e presença de ravinas que podem levar a evento destrutivo em períodos chuvosos, conforme classificação do Ministério das Cidades (2007).



Figura 5 – Talude com indícios de instabilidade.



Figura 7 – Degraus e tricas no talude.



Figura 6 – Ravinas presente no maciço do talude.

#### 6.4 Ponto 03

O ponto 03 situado na Rua Francisco Mendes de Anchieta pertencente ao bairro Filadélfia, apresenta degraus de cortes realizados no talude propiciando uma declividade impropria (por volta de 90° de inclinação), em que o local predomina residências unifamiliar e multifamiliar em suas proximidades.

O local apresenta moderado as evidências de instabilidade, em que possui marcas de corte e pequenos deslizamento, porém é cercado de residências que podem vir a colapso em caso de movimentação de massa do talude, levando risco aos moradores. Mediante a tal situação e analisando a classificação do Ministério das Cidades (2007) classifica-se o local como risco R3 (Risco Alto). Assim é possível identificar os pontos e riscos através da Tabela (4) e da Figura (8).

Tabela 4 – Classificação e identificação dos setores de risco.

Pontos	Classificação de Risco	Bairro	Rua
01	R3	Filadélfia	Rua Francisco Mendes de Anchieta
02	R3	Filadélfia	Rua Sd. Quarenta e Nove
03	R3	Filadélfia	Rua Francisco Mendes de Anchieta

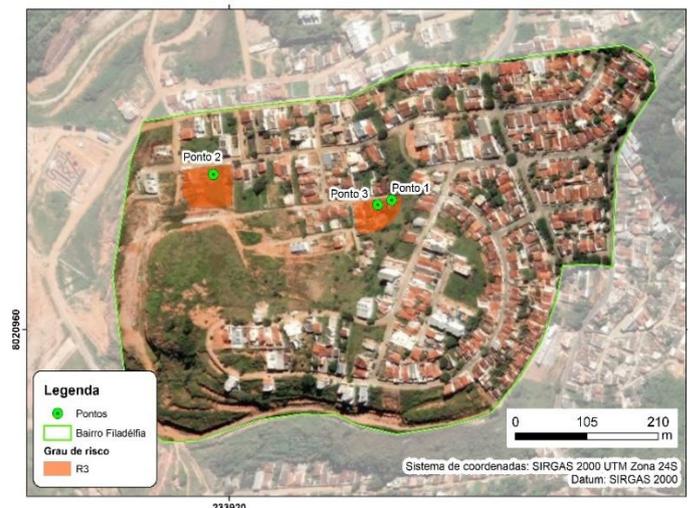


Figura 8 – setores de risco mapeados no bairro Filadélfia na área conhecida como Alegria.

## 7. Considerações Finais

Mediante as visitas técnicas realizadas nos locais e as características observadas com fotografias e com as classificações de risco do Ministério das cidades (2007). Foi possível identificar a presença de áreas de risco no Bairro Filadélfia de Teófilo Otoni-MG, em que foram classificados como risco R3 em todos os pontos analisados.

O bairro Filadélfia no setor de expansão Alegria encontra-se em constante desenvolvimento de novas edificações, que conforme o caso do ponto 01 e 03, ações antrópicas realizadas recentemente podem levar a colapso diversas residências, aumentando esse risco em períodos chuvosos. Já no ponto 02 é notório a degradação do solo devido à ação do escoamento de águas pluviais, que com o solo em corte sem proteção de vegetação ou estrutura de estabilização de talude, realiza o carreamento de solo no sentido do escoamento, com tendência de aumentar as dimensões das ravinas com o decorrer do tempo, caso não haja medidas de estabilização adequada.

Vale ressaltar que ações como estabilização de talude por meio de estruturas adequadas e projetadas por profissionais capacitados podem, diminuir os riscos para os moradores locais, que podem evitar danos econômicos e ambientais após medidas de estabilização e drenagem adotadas.

## Referências

Augusto Filho, O., 1992. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: *Conferência Brasileira Sobre Estabilidade De Encostas*, 1, 1992, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: ABMS/ABGE. p. 721-733.

Brasil, Ministério das Cidades/Instituto de Pesquisa Tecnológica – 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.

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

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

Ferraz, L. M. C.; Valadão, C. R. and Henrique, J. R., 2016. Geomorfologia do espaço urbano de Teófilo Otoni (MG): contribuições ao ordenamento territorial. In: *Simpósio Nacional de Geomorfologia (XI SINAGEO)*, 11. Geomorfologia: Compartimentação de paisagem, processo e dinâmica. Maringá – PR.

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), pp. e254101522754. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i15.22754>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. *Censo Brasileiro*. Rio de Janeiro: IBGE.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. *Suscetibilidade a deslizamentos do Brasil: primeira aproximação*. Rio de Janeiro: IBGE.

Costa Júnior, H. and Cabral, S. C., 2019. *Tecnologias no mapeamento de áreas de risco de deslizamento em Teófilo Otoni*. Research, Society and Development, 8(1)2, pp. e018121353. <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i12.1353>

Lana, J. C.; Jesus, D.; Antonelli, T., 2021. *Guia de procedimentos técnicos do departamento de gestão territorial: setorização de áreas de risco geológico*. Brasília: CPRM, 3.

Marcelino, E. V., Nunes, L. H. And Kobiyama, M., 2006. *Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina. Caminhos de Geografia*, 7(17), pp. 72-84. <https://doi.org/10.14393/RCG71715273>

Oliveira, C.H.T. And 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>

Santos, J.G.; Gomes, A.J.L And Gomes, J. L.S., 2021. *Geological and Hydrological Risk Areas in the city of Nanuque-MG*. International Journal of Geoscience, Engineering and Technology, 4(1), pp. 85-95. <https://doi.org/10.70597/ijget.v4i1.452>

Tominaga, L. K.; Santoro, J. And Amaral, R., 2009. *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. 3rd ed. São Paulo: Ed. Instituto Geológico.