

Received:
September 16, 2022

Accepted:
October 28, 2022

Published:
October 31, 2022

Mapping of risk areas in the Buritis and Castro Pires neighborhoods in Teófilo Otoni - MG

Rodrigo Esteves Ribeiro¹ , Núbia Aparecida de Aguiar¹ , Antônio Jorge de Lima Gomes¹ , Jorge Luiz dos Santos Gomes¹ 

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

E-mail address

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

nubia.aparecida@ufvjm.edu.br (Núbia A. Aguiar)

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

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

Abstract

The disorderly growth associated with population density has been the main factor causing the increase in areas of environmental and geological risk in recent years. The objective of this study is to identify and classify the main risk areas in the Buritis and Castro Pires neighborhoods located in Teófilo Otoni – MG/Brazil. Initially, a field survey was carried out to identify the main areas of risk. For the evaluation of the areas, the Mapping of Risks on Slopes and Margins manual was used, prepared by the Ministry of Cities, which classifies the risk factors in R1, R2, R3 and R4 into low, medium, high and very high risk, respectively. Six risk areas were identified: areas 1, 2 and 5, located on Ewald Middeldorf street, were classified as risk level R4; areas 3 and 4 on Sebastião Gomes de Matos Street with risk level R3; and area 6 on 8 de Janeiro Street with risk level R2.

Keywords: Risk Areas, Mapping, Teófilo Otoni.

1. Introdução

O crescimento desordenado associado ao adensamento populacional tem sido o principal fator causador do aumento de áreas de risco ambiental e geológico nos últimos anos. Esta é uma realidade que assola inúmeras cidades brasileiras, se tornando um grande problema a ser enfrentado pelo poder público e pela população (Santos, 2005).

Áreas de risco podem ser facilmente encontradas na região urbana do município de Teófilo Otoni - MG. A cidade apresenta grande quantidade de áreas em situação de risco geológico e ambiental em razão de seu crescimento sem planejamento (Ramos e Gomes, 2016).

A cidade está inserida em uma região de relevo bastante acidentado, fato que contribui demasiadamente para a ampliação de riscos ambientais e geológicos (Gomes et al. 2013). Os desastres ambientais que ocorrem com mais frequência pela cidade estão associados a deslizamentos, inundações e enchentes, aos quais

tem seu processo acelerado pelas ações antrópicas (Baur, 2014).

Segundo Gomes et al. (2013), a modificação antrópica de uma área estável para área de risco agrava ainda mais as ameaças de deslizamentos, erosões, enchentes e epidemias.

De acordo com Oliveira e Gomes (2021), intervenções antrópicas, tais como desmatamentos, cortes, aterros, alterações na drenagem e lançamento de resíduos sólidos contribuem para o aumento da desestabilização do solo e conseqüentemente para o aumento de riscos associados a deslizamentos.

Para que seja eficiente e executado com exatidão, é necessário que o planejamento territorial seja embasado no mapeamento geológico local, sendo necessária a avaliação de alguns fatores, como as peculiaridades gerais e específicas da região, o processo de ocupação, as práticas inadequadas do uso do solo que influenciam na ocorrência de desastres, as técnicas construtivas indevidas, as intervenções inadequadas em antigas

áreas de exploração, a deficiência na oferta de terras para o desenvolvimento formal em contraste com a necessidade por moradias populares (Vargas e Cortés, 2009).

2. Objetivo

O objetivo do presente trabalho consiste em identificar e classificar as principais áreas de risco nos bairros Buritis e Castro Pires localizados na cidade de Teófilo Otoni – MG.

3. Revisão Bibliográfica

Área de risco é aquela que pode sofrer processos ou fenômenos naturais e/ou antrópicos induzidos que acarretam efeitos adversos. A população residente que habita em áreas como esta está sujeita a sofrer com danos físicos e perdas materiais e patrimoniais. Normalmente, no contexto das cidades brasileiras, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda (assentamentos precários) (Brasil, 2007).

Para a identificação e mitigação de uma área de risco geológico, deve ser realizado seu mapeamento. Este trabalho consiste em ações voltadas à identificação de regiões críticas com possível risco de movimentação de solos e rochas associadas à geologia local (Bragança e Gomes, 2019; Santos, Gomes e Gomes, 2021). A metodologia mais empregada atualmente para a classificação de áreas de risco é utilizada pelo Ministério das Cidades, na qual define níveis classificados em risco baixo, médio, alto e muito alto, estes distribuídos respectivamente em R1, R2, R3 e R4.

O movimento de massa é definido como o deslocamento de solos, rochas ou detritos, ocasionado pela ação da gravidade, em terrenos inclinados, tendo como fator principal a infiltração de água, em especial, as pluviais. O processo em questão também é conhecido como escorregamento e deslizamento, e pode ser oriundo de ações antrópicas ou naturais (Brasil, 2007).

Segundo Bertoni e Neto (2008), a erosão consiste no processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas de solo causado pela água e pelo vento. No que tange à erosão hídrica, devido às chuvas, a água exerce sua ação erosiva sobre o solo mediante o impacto das gotas na superfície.

No Estado de Minas Gerais, a ocupação urbana apresenta conflitos recorrentes,

principalmente com as ocupações nas áreas de preservação permanentes (APPs) como: declividades superiores a 100%, bacias de inundação e topos de morro.

4. Caracterização da área de estudo

O município de Teófilo Otoni está inserido no Vale do Mucuri e possui uma área de aproximadamente 3.242,27 km². Sua população é estimada em torno de 140.000 habitantes, correspondendo à uma densidade demográfica de 41,56 hab/km² (IBGE, 2019).

A pedologia da região em que a cidade está situada constitui-se predominantemente por latossolos vermelho-amarelos e vermelhos, e uma parcela formada por argissolos e cambissolos vermelho-amarelos e vermelhos (Guimarães, Gomes e Gomes, 2021).

Dentre as formações geológicas da região, estão presentes as formações Tumiritinga e Tonalito São Vitor (Figura 2). A formação Tumiritinga pertence à classe dos granitos sintectônicos no Grupo Rio Doce, sendo caracterizada pela presença de Biotita gnaisse xistoso, cinza, ocasionalmente com cordierita, sillimanita e granada, por vezes migmatizado, com calcissilicática e biotita xisto intercalados, ocorre a presença de mármore (ma) localmente (CPRM, 2000). O Tonalito São Vitor está inserido na classe dos granitos sin-tarditectônicos na suite intrusiva Galiléia e caracteriza-se pela presença de Biotita tonalito, hornblenda-biotita tonalito e, subordinadamente, biotita granodiorito, de cor cinza, granulação varia de média a grossa, foliado e com megacristais de feldspato com textura de fluxo magmático (CPRM, 2000).

A região urbana do Município de Teófilo Otoni – MG é constituída por uma topografia acidentada, formada por encostas e morros de alta declividade por quase todo o perímetro urbano. As áreas centrais, apesar de serem menos declivosas, possuem pouco espaço para a expansão da população (Batella, 2018).

Os locais escolhidos para a avaliação de risco estão inseridos nos bairros Buritis e Castro Pires, pertencentes à região leste (L) da zona urbana de Teófilo Otoni, conforme a Figura (1). A escolha dos bairros em questão se deve ao fato de serem regiões vizinhas e possuírem características semelhantes.

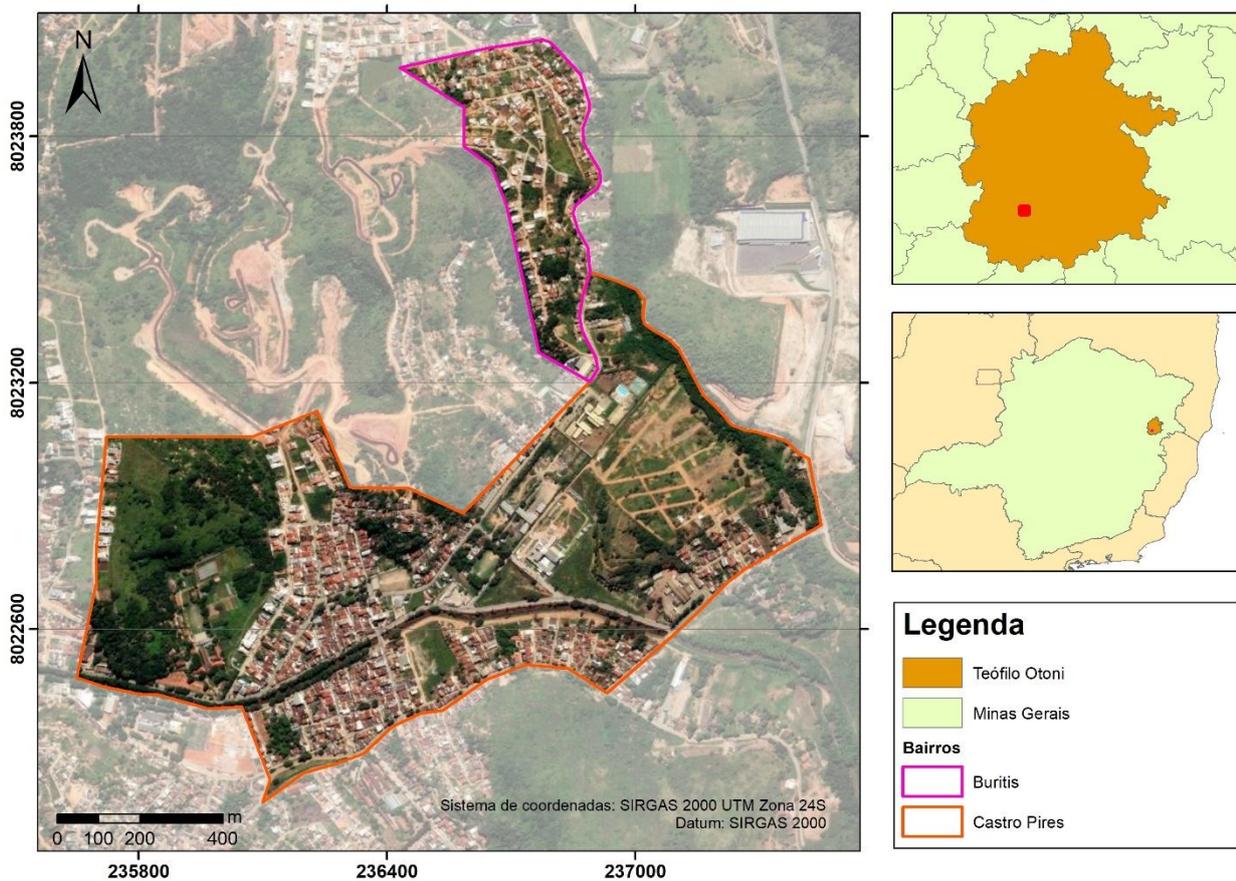


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo no município de Teófilo Otoni – MG, Brasil.

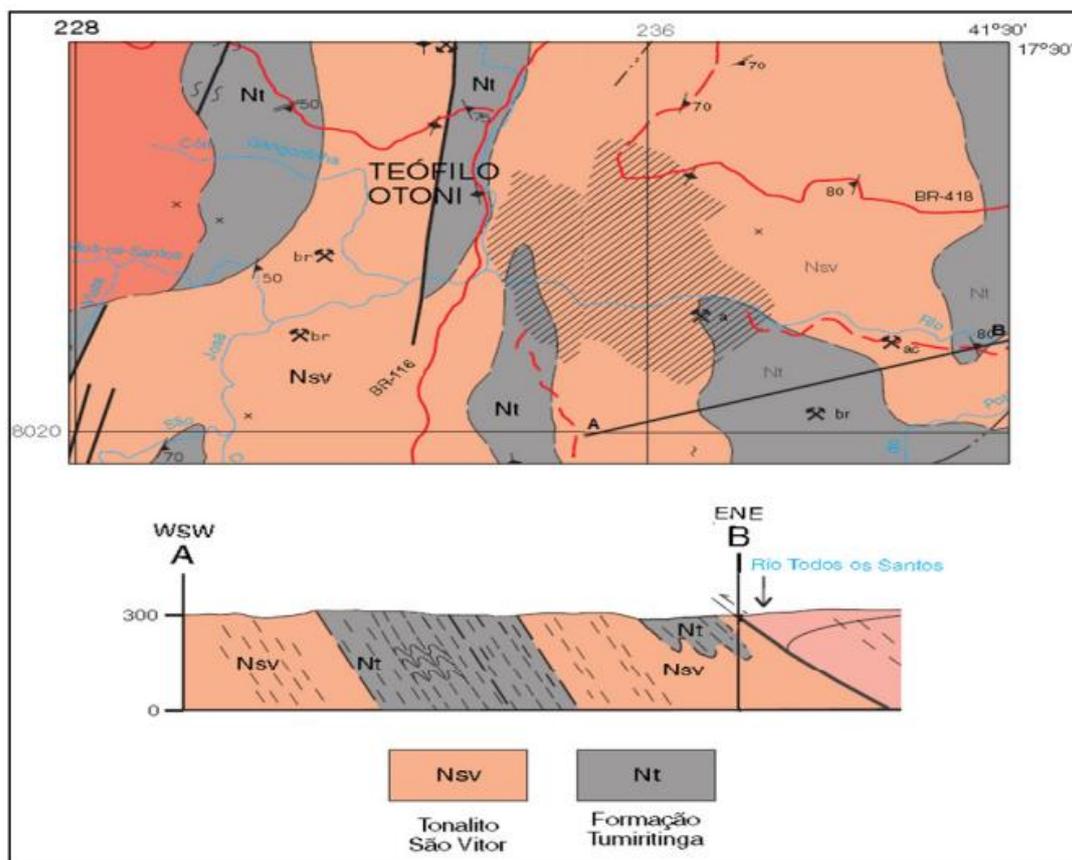


Figura 2 - Mapa Geológico Regional – Tonalito São Vitor e Formação Tumiritinga (Adaptado de COMIG, 2003 por GOMES et al., 2013).

5. Metodologia

Inicialmente foi realizado um levantamento de campo com o objetivo de identificar as principais áreas em situação de risco. Para a identificação destas áreas foram observadas as características das encostas, do solo, das rochas, da vegetação e da infraestrutura da região, as quais podem trazer riscos à população residente. Para registro dos locais, foram realizadas fotografias e anotações de descrição geral da área. Também foi utilizado o software ArcMap/ArcGIS 10.3 para o mapeamento geográfico da região de estudo.

Para a avaliação de risco foi utilizado o manual de Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios, elaborado pelo Ministério das Cidades (2007), no qual classifica os fatores de risco em R1, R2, R3 e R4 (Tabela 1) como risco baixo, médio, alto e muito alto, respectivamente.

Para a classificação do fator de risco, foi preenchida uma ficha cadastral, também presente no manual, com o objetivo de obter o máximo de informação das áreas de risco identificadas. A ficha conta com informações como número do ponto, coordenadas geográficas, localização, descrição do ponto, descrição do talude, tipo e eficiência da drenagem, tipo de vegetação, grau de ocupação, os tipos de ocorrência de acidente, causa provável ou agente potencial indutor, o grau de risco geológico-geotécnico, danos prováveis e, por fim, um croqui que visa obter a vista superior e de perfil da área.

6. Resultados

Realizou-se o levantamento de 6 locais distribuídos entre os bairros Buritis e Castro Pires. A Tabela a seguir contém as coordenadas de cada local.

6.1 Áreas 1 e 2

As áreas 1 e 2 foram as primeiras a serem identificadas, localizadas no bairro Castro Pires, na rua Ewald Middeldorf, próximas à residência de nº 341. Ambas consistem em casas construídas às margens de encostas e situadas em topos de morro com alta declividade.

Na Figura (3) é possível visualizar a área 1, que possui uma edificação cujos pilares da fundação são visíveis, estando apoiados sobre as extremidades de um talude de corte. Uma grande parcela da área é coberta por vegetação rasteira e não apresenta nenhum tipo de infraestrutura de drenagem e de contenção de taludes.

Tabela 1 – 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 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.

Tabela 2 – Coordenadas das áreas identificadas

Áreas	Longitude	Latitude
Área 1	41° 29' 9.934" W (236550,95 m W)	S 17° 51' 59.733" S (8022819,70 m S)
Área 2	41° 29' 9.411" W (236566,08 m W)	S 17° 51' 59.086" S (8022839,81 m S)
Área 3	41° 28' 59.059" W (236858,40 m W)	S 17° 51' 28.438" S (8023786,46 m S)
Área 4	41° 28' 59.438" W (236846,97 m W)	S 17° 51' 27.711" S (8023808,68 m S)
Área 5	41° 28' 59.399" W (236851,83 m W)	S 17° 51' 36.795" S (8023529,30 m S)
Área 6	41° 28' 58.159" W (236891,84 m W)	S 17° 51' 45.365" S (8023266,21 m S)

Na Figura (4) é mostrado um pequeno terreno que fica localizado à jusante do talude. É possível observar que o terreno conta com a fase inicial de uma fundação de edifício ao apresentar buracos e ferragens. A presença da vegetação rasteira bem desenvolvida mostra indícios de que o terreno se encontra abandonado. Na Figura (5), à jusante do terreno pode ser observada outra edificação também sem nenhum tipo de infraestrutura. A imagem também mostra a escadaria que fornece acesso às áreas 1 e 2.

serem atingidas pelo desabamento da edificação e pelo deslizamento do talude.



Figura 3 – Área 1: Edificação construída às margens da encosta.



Figura 5 – Área 1: Casa localizada à jusante do terreno.

Como observado na Figura (6), a área 2 trata-se de uma encosta com edificações à montante e à jusante de suas extremidades. Nota-se que o talude foi coberto com concreto para evitar eventuais deslizamentos. Foi feito um cercamento da área concretada para prevenir acidentes com os moradores locais.

Apesar das medidas empregadas, o local possui sérios problemas: a concretagem do talude não é uma medida adequada, uma vez que não conta com nenhuma estrutura de sustentação; além disso, os piquetes utilizados para o cercamento podem provocar rachaduras no concreto; estas rachaduras, associadas à percolação da água no solo, podem ocasionar rompimento do talude, colocando em risco as duas residências. Assim como a área 1, a área 2 não conta com sistema de drenagem, nem estrutura de contenção.



Figura 4 – Área 1: Terreno à jusante da casa construída na encosta.

Observadas as condições da área 1, nota-se que há um elevado grau de risco de escorregamento planar do talude e desabamento da edificação localizada à sua extremidade. Em épocas de chuva o risco se torna ainda maior, uma vez que não existe nenhum sistema de drenagem, fazendo com que a água escoe e se infiltre no solo, acarretando erosões e transporte de sedimentos. As residências à jusante do terreno também correm um grande risco de



Figura 6 – Área 2: Casa localizada à montante da encosta.



Figura 7 – Área 2: Encosta coberta com concreto.

Com base na metodologia indicada pelo Ministério das cidades (2007), a área 1 possui grau de risco R4, uma vez que, o talude no qual a fundação da residência à montante está apoiada não possui nenhuma estabilidade. Caso não forem tomadas medidas cabíveis, a qualquer momento poderá ocorrer o deslizamento do solo e, conseqüentemente, o desabamento da residência, atingindo também as residências à jusante do terreno.

A área 2 também é classificada em grau de risco R4, estando o talude em questão susceptível a um rompimento de sua estrutura, principalmente em épocas de chuva, colocando em risco a residência a montante, bem como as residências a jusante. É importante destacar que o desabamento da edificação da área 1 pode afetar o talude concretado.

6.2 Área 3, 4 e 5

A área 3 (residência n° 2580, rua Gustavo Leonardo), a área 4 (próxima à residência n° 45, rua Sebastião Gomes de Matos), e a área 5 (próxima à residência n° 90, rua Ewald Middeldorf), todas situadas no bairro Buritis. Assim como o bairro Castro Pires, é uma região que apresenta construções em áreas de elevado grau de declividade, sendo a maioria delas sem nenhuma estrutura adequada para prevenção de riscos.

A área 3 consiste em uma edificação próxima a um talude natural que já possui indícios de deslizamento, conforme Figura (8). A residência é acessada por uma escadaria construída nas extremidades do talude. Nota-se que já houve deslizamentos no local, uma vez que podem ser identificadas trincas no solo e sedimentos na base do talude. Para evitar que a infiltração acelerasse o

processo de erosão, foi inserida uma lona para interceptar a água em épocas de chuva.

Como mostrado na Figura (9), existe um muro, localizado à esquerda da residência, que teve parte de sua estrutura destruída por um deslizamento. Tais indícios reforçam a susceptibilidade da área à erosão do talude.



Figura 8 – Área 3: Residência próxima a um talude com indícios de instabilidade.



Figura 9 – Área 3: Talude com parte de sua estrutura erodida.

A área 4 possui um quadro semelhante à área 3, no qual conta com uma edificação construída próxima a um talude artificial que, como observado na Figura (10), é resultado da abertura de um lote. A área também apresenta sinais de erosão do solo, sendo observadas rachaduras nas laterais, conforme Figura (11).

A área 4, bem como a área 3, possui pouca vegetação em seus arredores e conta com uma lona para a proteção do talude contra a infiltração. Ambos os locais não possuem sistema de drenagem, o que facilita a infiltração da água no solo.



Figura 10 – Área 4: Construção próxima a um talude artificial.



Figura 12 – Área 5: Residência à beira de um talude em estágio de erosão avançado.



Figura 11 – Área 4: Lateral com indícios de erosão.

Como mostrado na Figura (12), a área 5 abriga uma residência em elevado grau de risco de desabamento, estando situada às margens de uma encosta em estágio avançado de seu processo erosivo. Nota-se que já houve um deslizamento da encosta ao observar a grande quantidade de sedimentos em sua base. Também são identificadas ravinas, acompanhadas de trincas no solo.

Considerando as condições atuais das áreas 3 e 4, as quais apresentam trincas no solo e evidências de deslizamentos já ocorridos, ambas possuem grau de risco R3, em razão de sua instabilidade e susceptibilidade a processos erosivos. Já a área 5 é classificada com risco R4, observado seu estado atual, onde parte do talude se encontra rompido e com ravinas e trincas, além do risco iminente de continuidade do deslizamento e, conseqüente, desabamento da residência localizada às margens da encosta.

6.3 Área 6

Na área 6, também localizada no bairro Buritis, encontra-se a rua 8 de Janeiro, sendo uma das principais vias de acesso ao bairro.

Observa-se na Figura (13) que a rua não possui nenhuma infraestrutura. A ausência de calçamento e rede de drenagem acarretou a formação de ravinas em sua extremidade direita. Em épocas de chuva, a erosão se torna mais intensa com o transporte dos sedimentos realizado pelo escoamento superficial. A mistura do solo erodido com a água da chuva produz uma lama que atinge a rua Ewald Middeldorf (Figura 14) e alaga um de seus trechos.

A erosão hídrica associada à presença de lama dificulta a circulação nas vias, trazendo risco de eventuais acidentes para a população.

O estado atual da área permite classificá-la em grau de risco R2. Todavia, caso não sejam tomadas medidas estruturais, o risco pode evoluir para R3.



Figura 13 – Área 6: Rua 8 de Janeiro.



Figura 14 – Área 6: Rua Edward Middeldorf

7. Conclusão

Por meio do trabalho de campo e da metodologia utilizada foi possível identificar 3 (três) áreas de risco R4, 2 (duas) áreas com risco R3 e 1 (uma) área de risco R2. Ressalta-se que estas não

são as únicas áreas de risco da região estudada, porém, fornecem um quadro geral do estado das moradias e da infraestrutura dos bairros em questão.

Durante a visita a campo foi observada uma quantidade considerável de construções em áreas declivosas na região, fato que evidencia o crescimento dos bairros Buritis e Castro Pires.

Tendo em vista os elevados graus de risco somados à expansão dos bairros, torna-se imprescindível a realização de ações mitigadoras para evitar perdas humanas, materiais e econômicas. Visando a melhoria da infraestrutura e proteção de população, é recomendado um estudo de custo-benefício entre obras de contenção, abatimento dos taludes e remoção dos habitantes residentes em áreas de risco. A ausência de drenagem urbana na região estudada também é um fator que contribui para o aumento das áreas de risco, sendo necessários investimentos em infraestrutura de drenagem.

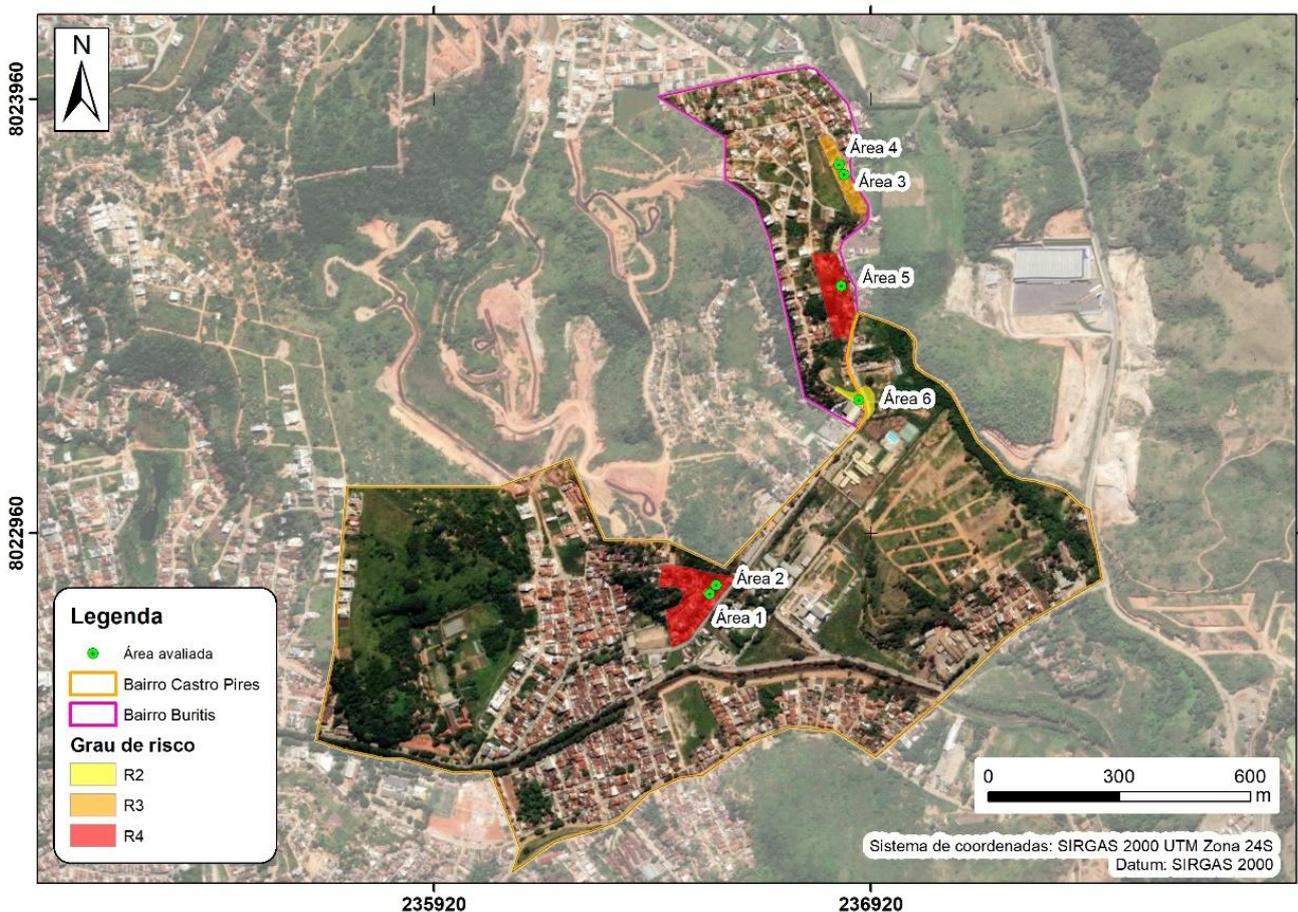


Figura 15 – Mapa de risco geológico e ambiental dos bairros Buritis e Castro Pires.

Referências

- Batella, W., 2018. *Estruturação urbana de Teófilo Otoni/MG: a topografia social de uma cidade média no Vale do Mucuri*. Revista Caderno de Geografia, 28(54), pp.793-811. <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2018v28n54p793-811>
- Baur, M. T., 2014. *Técnicas de contenção de voçorocas na Zona Sul da cidade de Teófilo Otoni-MG*. Teófilo Otoni: UFVJM, Trabalho de conclusão de curso (graduação). Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia. Universidade Federal dos vales do Jequitinhonha e Mucuri. Teófilo Otoni.
- Bertoni, J. e Neto, F.J., 2008. *Conservação do solo*. São Paulo: Ícone.
- Bragança, H.C. e Gomes, A.J.L., 2019. *Mapeamento de Áreas de Risco Geológico Na Bacia Hidrográfica da Rua do Riacho no Município de Nanuque-MG*. Vozes dos Vales, 16, pp.1-24.
- Brasil, Ministério das Cidades/Instituto de Pesquisa Tecnológica – IPT, 2007. *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios*. Brasília.
- 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 em 24 setembro 2022].
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2000. *Serviço Geológico do Brasil. Projeto Leste: Folha SE.24-V-C-IV – Teófilo Otoni*. Carta Geológica. Belo Horizonte.
- Gomes, A.J.L., Ferreira, B.E., Sena B.A. e Guedes, E.C., 2013. *Levantamento de Áreas de Risco Geológico e Ambiental dos Bairros Ipiranga, Manoel Pimenta e São Jacinto em Teófilo Otoni – MG*. In: X Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, Poços de Caldas.
- Gomes, A.J.L., Cardozo, T.G. e Mourão, A.O., 2013. *Análise das Áreas de Risco Geológicos e Ambientais nos Bairros Cidade Alta e Altino Barbosa em Teófilo Otoni*. In: Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas. 5(1).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. *População estimada*. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho. IBGE.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. *Área da unidade territorial*. Área territorial brasileira. Rio de Janeiro. IBGE.
- 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>
- Ramos, J.O. e Gomes, A.J.L., 2016. *Estratégias para Prevenção de Riscos Ambientais e Geológicos nos Espaços Urbanos da Cidade de Teófilo Otoni*. Revista Vozes dos Vales, 9, Ano V. 05/2016.
- 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>
- Vargas, D.M.R. e Cortés, F.R., 2009. *Incorporando la gestión del riesgo de desastres en la planificación y gestión territorial. Guía técnica para la interpretación y aplicación del análisis de amenazas y riesgos. Lineamientos generales para la formulación de planes a nivel local. Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina – PREDECAN*. Lima Perú.
- 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)