

Received:
March 30, 2021

Accepted:
Abril 27, 2021

Published:
Abril 30, 2021

Survey of geological and environmental risk areas in the city of Itambacuri - MG

Caio Herman Teixeira de Oliveira¹ , Antonio Jorge de Lima Gomes¹ 

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

Email address

caio.teixeira@ufvjm.edu.br (Caio H.T. Oliveira) – Corresponding author.
antonio.gomes@ufvjm.edu.br (Antonio J.L. Gomes)

Abstract

The objective of this study was to identify and classify geological and environmental risk areas in the city of Itambacuri - MG. It was realized that the city was developed in a natural flood basin region of the Itambacuri River and Engenho and Fortuna streams, which cross the city of Itambacuri. The geological formation is characterized principally by alluvial soils. The survey consisted of going through neighborhoods and observing the characteristics of slopes and signs of carriage of soil, cracks, or gulch in soil. Based on technical visits to the sites and the methodology used, seven risk areas in the city of Itambacuri were found. Were found in points 01 and 02, risk areas of type R4 (Very High Risk), in points 03 and 04, risk areas of type R3 (High Risk), and in points 05, 06, and 07, risk areas of type R2 (Medium Risk).

Keywords: Mapping, Risk Areas, Itambacuri City.

1. Introdução

O município de Itambacuri em Minas Gerais apresenta muitos locais com alta declividade e devido à drenagem superficial, possui solos aluvionares quaternários que tendem a se desagregar com muita facilidade, sobretudo durante o período de chuvas intensas.

Intervenções antrópicas, tais como, desmatamentos, cortes, aterros, alterações de drenagem, lançamento de resíduos sólidos e construções, aumentam a desestabilização do solo e por consequência aumentam os riscos relacionados aos deslizamentos de solo.

A ocupação da paisagem é similar à grande maioria das cidades brasileiras, ocorrendo de forma predatória, sem a necessária conservação dos recursos naturais, com plantação de florestas de eucalipto em áreas de recarga e próximo a barragens de captação de água de abastecimento. A ocupação de terrenos declivosos ou regiões de bacias de inundação aumentam as situações de risco para os habitantes locais.

A expansão da malha urbana, o processo de urbanização e ocupação do solo de forma

desordenada, trazem expressivos danos para o meio ambiente (Oliveira, Pereira Júnior & Macedo, 2017).

O crescimento desordenado da malha urbana das cidades brasileiras traz consigo riscos associados ao mau uso e principalmente a ocupação do solo.

Durante os eventos destrutivos, sobretudo durante temporais e enchentes, os mais prejudicados são os que vivem nas periferias das cidades, que inclusive são os locais mais propensos às enchentes em função da falta de planejamento territorial e urbano.

Quando há um adensamento populacional destas áreas por moradias precárias, os desastres associados aos escorregamentos e inundações assumem proporções catastróficas causando perdas econômicas e sociais (Fernandes et al, 2001; Carvalho & Galvão, 2006; Tominaga, 2009).

2. Objetivo

O objetivo deste trabalho é identificar e classificar as principais áreas de risco geológico e ambiental no município de Itambacuri – MG.

3. Área de Estudo

O município de Itambacuri está inserido entre as bacias hidrográficas do Mucuri, São Mateus e Rio Doce, na região nordeste de Minas Gerais.

Sua população apresenta 22.809 habitantes e conta com uma área total estimada de 1.409,21 km², de acordo com o último censo do IBGE (2010).

A área de estudo está localizada na zona urbana do município de Itambacuri. A nordeste (NE) da área de estudos estão localizados os bairros Pedreira e Santa Clara. O bairro Laguna está localizado à Oeste (O), enquanto os bairros Coqueiros e Vila Baiana se apresentam a Sudoeste (SO) do município, conforme o mapa apresentado na Figura (1).

As principais formações geológicas que compreendem a área de estudo no município de Itambacuri são: Formação Tumiritinga e Tonalito

São Vítor, além de regiões aluvionares ao longo do rio Itambacuri (Figura 2).

O Tonalito São Vítor apresenta litoestratigrafia compreendida no período neoproterozóico (1000 Ma) nos grupos de granitos Sin- a tarditectônicos na suíte intrusiva Galiléia, e granito sintectônico no grupo Rio Doce, no que compreende a Formação Tumiritinga (CPRM, 2000).

A formação aluvionar é formada a partir do intemperismo regional e complementado por ações antrópicas no município.

De acordo com a CPRM (2000) o solo aluvião é formado por depósitos de areia, silte, argila e esporádicos brancos de cascalho sendo mais expressivos às margens do Rio Itambacuri. Nos terraços mais elevados, predominam as frações areno-argilosas e argilosas.

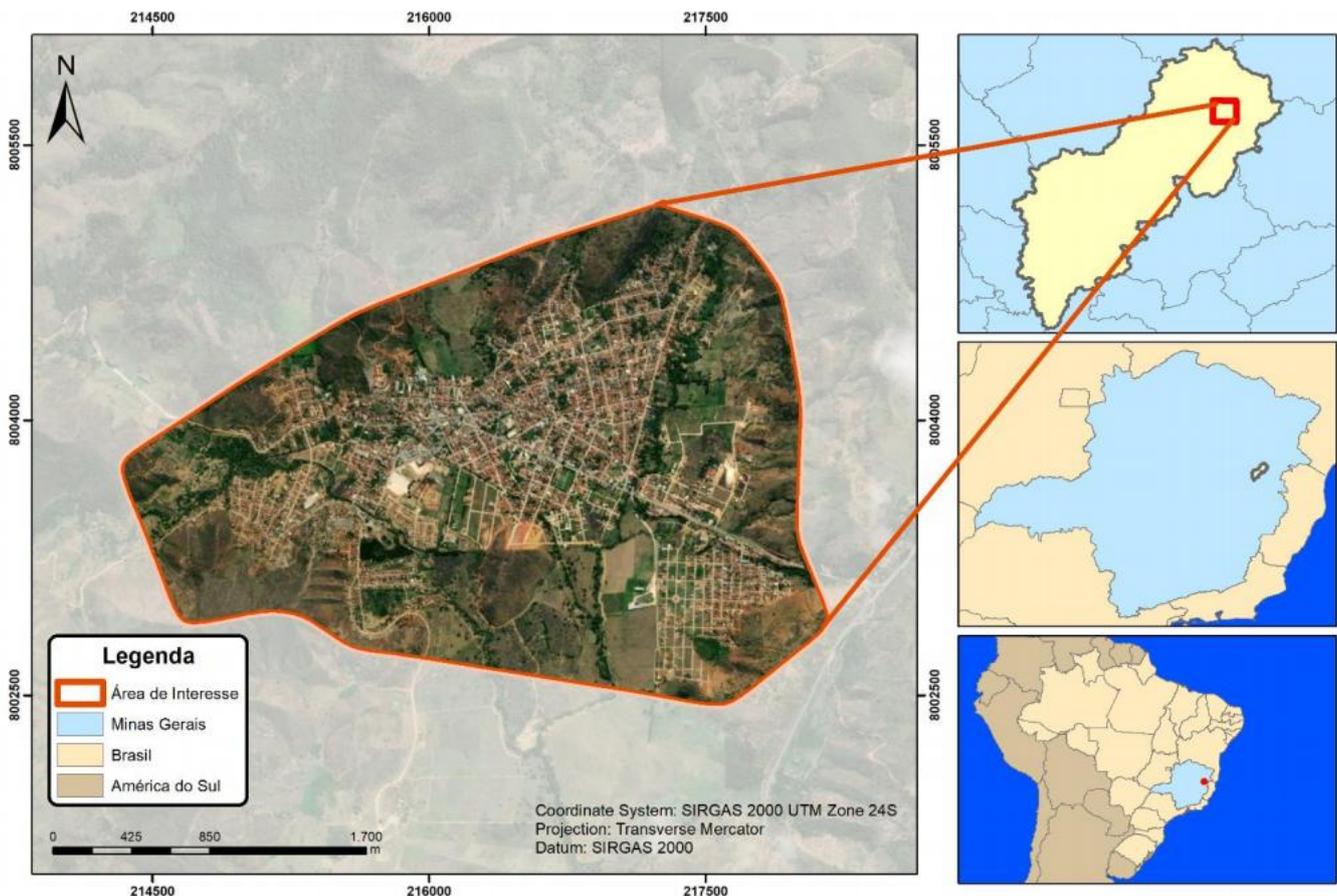


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo no município de Itambacuri – MG, Brasil.

A Formação Tumiritinga está presente aos arredores da área de estudo, sentidos Leste (L) e Oeste (O) do município. Ao Norte (N), em pequena parte, notamos a presença do Tonalito São Vítor.

Os aluviões estão presentes nas áreas baixa declividade, o que inclui a área urbanizada do município, bem como a extensão dos cursos hídricos e podem ser vistos na Figura (2).

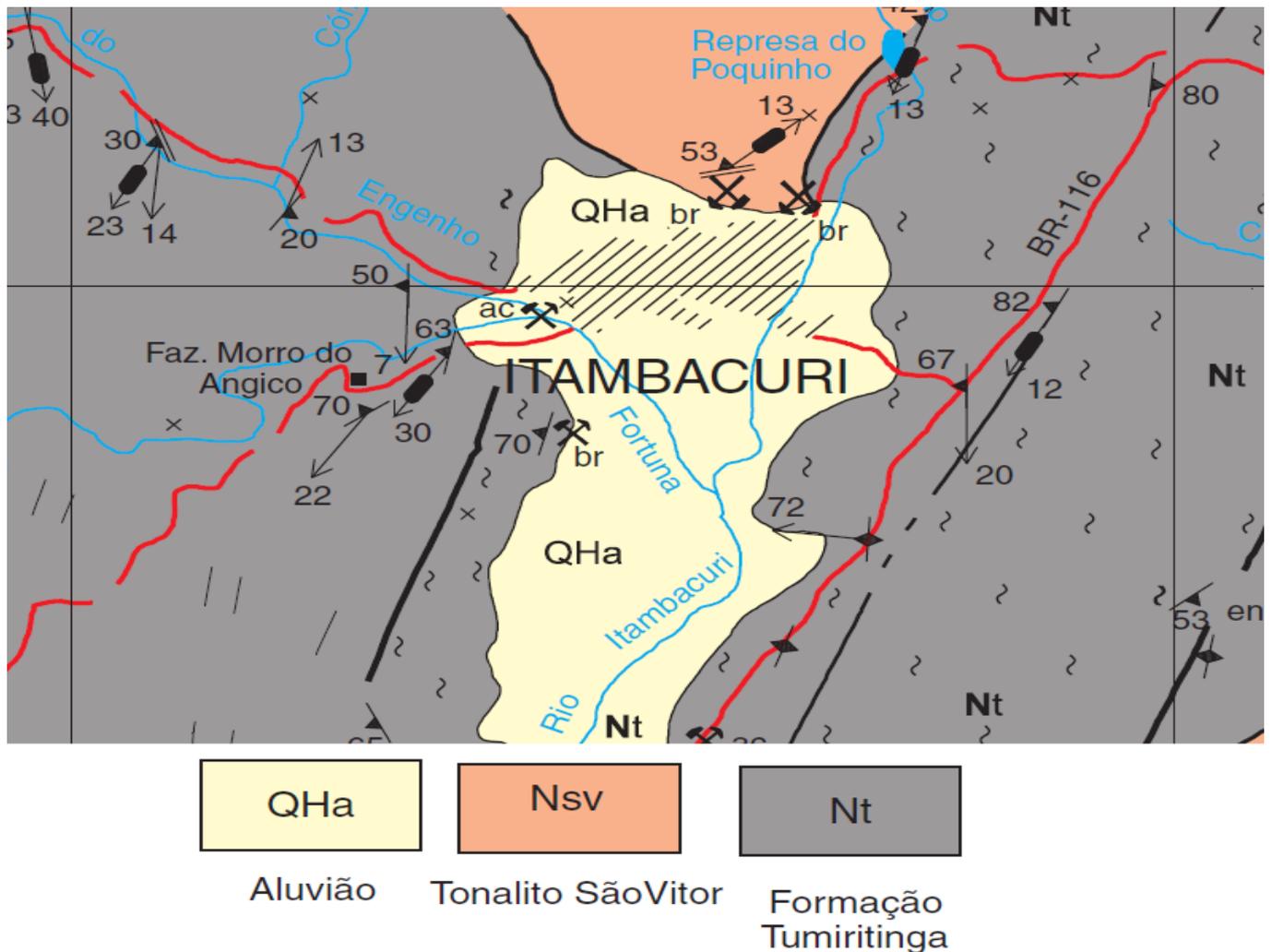


Figura 2 – Carta geológica do município de Itambacuri – MG (adaptado de CPRM, 2000).

3.1. Revisão bibliográfica

A ocupação antrópica do solo está diretamente relacionada com as condições de estabilidade das áreas urbanas, pois dependendo do local ocupado, podem surgir novos riscos, onde anteriormente não existiam. Neste sentido, o mapeamento de áreas de risco geológico é resultante de um conjunto de ações que visam identificar regiões críticas com possível risco de movimentação de solos e rochas associadas à geologia local (Bragança & Gomes, 2019).

A erosão do solo é um fator natural e de suma importância para a formação dos solos. Ocorre em três etapas, a desintegração do solo, o transporte desta substância pelo agente erosivo, e a terceira etapa corresponde apenas à deposição da substância transportada, que ocorre quando não há energia

suficiente para dar continuidade ao transporte (Melo Moura et al., 2017). O principal fator de erosão são as chuvas, pois concentram um grande número de eventos sazonais de alta intensidade, que aumentam sua capacidade de erosão (Guerra et al., 2017).

Santos (2020) apresenta as principais consequências da erosão hídrica: a perda água e solo, matéria orgânica e nutrientes, além do alto custo da restauração da área degradada. Destaca ainda o assoreamento de corpos hídricos e a alta concentração de nutrientes presentes nos mesmos, prejudicando a qualidade da água.

Em Minas Gerais, a ocupação humana apresenta constantes conflitos principalmente, com as ocupações nas áreas de preservação permanentes (APPs) referentes a declividades superiores a 100%, bacias de inundação ou topos de morro.

As ocupações nesses locais devem ser planejadas, pois construções em talvegues e em encostas de alta declividade implicam em elevados custos para que essas áreas não se transformem em áreas de risco. Entretanto, essas são as áreas geralmente costumam ser invadidas e ocupadas irregularmente, por falta de fiscalização e principalmente pelo acesso à moradia da população de baixa renda (Oliveira, Pereira Junior & Macedo, 2017).

O sistema de drenagem de áreas de ocupação irregular se destaca no processo de expansão urbana, por ser o primeiro a comprovar sua ineficiência, imediatamente após as precipitações significativas, quando causa o carreamento de solos, enchentes e alagamentos.

4. Metodologia

As visitas técnicas em campo são recursos metodológicos qualitativos. O levantamento de campo consistiu em percorrer os setores de risco, tanto a porção onde foram realizadas as intervenções para mitigação do risco quanto nas áreas onde não houve nenhuma intervenção e existem moradias. Observou-se, de forma expedita, as características das encostas e a presença de solos ou rochas que possam promover riscos à população local.

Os registros foram feitos por fotografias e anotações em caderneta de campo. Também foi realizado um sobrevoo com drone para se ter uma visão ampla da área e obter imagens de regiões inacessíveis, bem como observar a localização e ter noção da quantidade de construções em risco.

Utilizou-se prioritariamente o método quantitativo, que considera na avaliação das áreas de movimento de massa de acordo com as diretrizes do Ministério das Cidades (2007), que é fundamental para a determinação do fator de risco, classificados como R1, R2, R3 e R4 (ver Tabela 1), respectivamente definidos como risco baixo, médio, alto e muito alto (Bragança & Gomes, 2019).

Prieto et. al. (2017) realizavam um estudo de previsão de movimentação de massas no município de Campos do Jordão, em São Paulo, e afirmaram que esta metodologia se aplicaria também a outros municípios brasileiros pela frequência com que ocorrem estes eventos e que deve ser desenvolvida localmente uma metodologia preventiva, no sentido de evitar a amplificação de áreas de risco.

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.

Segundo Ramos e Gomes (2016) um levantamento de cunho técnico-científico das principais áreas de risco presentes nas cidades podem promover uma maior integração da prevenção de riscos ambientais e geológicos, bem como na proteção do meio ambiente.

Quando há a existência de áreas de risco que envolvam enchentes, inundações e alagamentos, o Ministério das cidades (2007), utiliza a classificação que é apresentada na Tabela (2), a seguir:

Tabela 2 – Classificação de áreas de risco sujeitas a inundações, enchentes e alagamentos (Ministério das cidades 2007).

Grau de Probabilidade	Descrição
R1 Baixo ou sem risco	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com baixo potencial de causar danos. Baixa frequência de ocorrência (sem registros de ocorrências nos últimos cinco anos).
R2 Médio	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com médio potencial de causar danos. Média frequência de ocorrência (registro de uma ocorrência significativa nos últimos cinco anos).
R3 Alto	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos. Média frequência de ocorrência (registro de uma ocorrência significativa nos últimos cinco anos) e envolvendo moradias de alta vulnerabilidade.
R4 Muito Alto	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos. Alta frequência de ocorrência (pelo menos três eventos significativos em cinco anos) e envolvendo moradias com alta vulnerabilidade.

5. Resultados

5.1. Pontos identificados

Foram levantados 07 pontos de risco na cidade de Itambacuri - MG. Na tabela 3, a seguir, podemos observar como os pontos foram identificados, bem como as suas respectivas coordenadas geográficas.

Tabela 3 – Pontos levantados e suas coordenadas.

Pontos	Longitude (UTM)	Latitude (UTM)
01	41°40'20,2"W (217061.97 m W)	18°1'37,6"S (8004772.10 m S)
02	41°40'34,0"W (216659.29 m W)	18°1'38,7"S (8004734.79 m S)
03	41°41'21,3"W (215275.98 m W)	18°1'59,7"S (8004065.78 m S)
04	41°41'22,9"W (215234.06 m W)	18°2'2,8"S (8003960.09 m S)
05	41°41'18,8"W (215348.77 m W)	18°1'53,7"S (8004252.58 m S)
06	41°41'22,3"W (215260.06 m W)	18°2'26,0"S (8003254.99 m S)
07	41°41'21,1"W (215291.56 m W)	18°2'22,0"S (8003382.26 m S)

5.1.1. Pontos 01 e 02

Os primeiros pontos analisados foram os bairros Pedreira e Santa Clara (também conhecido como antigo Britador), respectivamente os pontos 01 e 02. Os bairros possuem esses nomes pela presença de uma pedreira que existiu no local e foi, posteriormente, desativada. Na Figura (3) temos uma visão geral da encosta presente no bairro Pedreira.



Figura 3 – Ponto 01: Visão geral da morfologia da encosta e residências em risco no bairro Pedreira. Coordenadas geográficas: 41°40'20,2"W e 18°1'37,6"S.

Nas Figuras (4), (5) e (6) podemos ver de perto o paredão rochoso e o risco iminente de queda de blocos por sobre as residências próximas. É possível perceber fraturas no maciço rochoso, presença de vegetação entre as fraturas, evidências de destacamento de blocos no passado.

É importante ressaltar o risco potencial de deslizamento planar de solo na superfície do maciço, devido à camada de solo presente diretamente sobre a rocha sã.



Figura 4 – Ponto 01: Vista do alto da encosta e moradias sujeitas a queda de blocos no bairro Pedreira.



Figura 5 - Ponto 01: Evidências de mobilização de blocos no local.



Figura 7 - Ponto 02: Visão geral da morfologia da encosta e residências em risco no bairro Santa Clara. Coordenadas geográficas: 41°40'34,0"W e 18°1'38,7"S.



Figura 6 - Ponto 01: Descontinuidades na parte mais alta do paredão com raízes de vegetação presentes entre as fraturas do maciço rochoso do bairro Pedreira.



Figura 8 - Ponto 02: Nota-se evidências de mobilização de blocos rochosos no passado.

De acordo com o relatório de Silva & Lopes (2020), é de suma importância a realização de inspeção visual do maciço rochoso com certa frequência, pois novas lascas de blocos rochosos podem ser formadas em função do crescimento de raízes nas descontinuidades da rocha e mesmo pela dilatação e contração térmica, dado o clima quente da região.

A presença dessas raízes por entre as trincas facilita a percolação da água pelas fraturas na rocha e até mesmo o descolamento e início da movimentação do bloco.

No bairro Santa Clara as considerações são semelhantes. Paredões inclinados com alta declividade e cicatrizes de mobilização de blocos rochosos, além de presença de raízes por entre as fraturas existentes nos blocos e solo jovem por sobre a rocha sã.

As figuras 6, 7 e 8 representam os locais de risco do bairro Santa Clara, logo ao lado do bairro Pedreira, onde existe a extensão da formação geológica supracitada.



Figura 9 - Ponto 02: Local da antiga Pedreira, onde foram construídas residências.

Seguindo a metodologia indicada por (Ministério das cidades 2007), os pontos 01 e 02 classificam-se em R4 (Risco Muito Alto), uma vez que existem evidências de instabilidade expressivas e estão presentes em grande magnitude para que em chuvas intensas haja o desmonte de blocos ou carreamento de solo onde se encontra uma série de residências.

5.1.2. Pontos 03, 04 e 05

Os pontos 03, 04 e 05 encontram-se localizados no bairro Laguna. O ponto 03 (Figura 10), refere-se a cortes realizados no talude natural do solo para construção de residências. Embora seja prática comum na cidade e região, destaca-se que cortes e aterros devem ser estabilizados para evitar potenciais danos às construções, ao ambiente e principalmente, riscos à vida dos residentes.



Figura 10 – Ponto 03 localizado no bairro Laguna em Itambacuri. Coordenadas geográficas: 41°41'21,3"W e 18°1'59,7"S.

No ponto 04 (Figuras 11 e 12), é possível observar estruturas de estabilização do solo que foram construídas, com o intuito de mitigar os efeitos erosivos causados, principalmente pela ação de chuvas intensas e prolongadas. É evidente que há um processo erosivo avançado no local e pode-se perceber nas regiões próximas à construção do sistema de estabilização, que esse processo tende a estender por toda a região onde a vegetação for suprimida ou possuir baixa densidade.



Figura 11 – Ponto 04: Estruturas construídas no bairro e ravinas no solo devido a erosão. Coordenadas geográficas: 41°41'22,9"W e 18°2'2,8"S.



Figura 12 – Ponto 04: Sistema de estabilização do solo.

Os pontos 03 e 04 foram classificados como R3 (Risco Alto), por apresentar evidências de eventos erosivos, taludes inclinados, além de ravinas no solo que indicam que é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas. Algumas ações de mitigação já foram tomadas, entretanto, com a ação natural de processos de erosão hídrica é possível a piora do quadro de risco nas áreas vulneráveis.

O ponto 05 foi classificado como R2 e é referente a uma bacia de inundação, em que há o transbordo das águas do curso hídrico próximo para as ruas e casas do bairro Laguna, construídas às margens do mesmo. Os arredores do bairro possuem pontos de elevada altimetria, que direcionam todo o fluxo de escoamento superficial para a área de menor cota altimétrica, como pode ser visto na Figura (13).



Figura 13 – Ponto 05: Bacia de inundação do Córrego do Córrego do Fortuna, localizada no bairro Laguna. Coordenadas geográficas: 41°41'18,8"W e 18°1'53,7"S.

5.1.3. Pontos 06 e 07

Os pontos 06 e 07 estão localizados nos bairros Coqueiros e Vila Baiana e também apresentam áreas de risco por ocupação irregular do solo e possuem áreas degradadas. As áreas podem ser vistas nas figuras (14, 15, 16 e 17) a seguir:



Figura 14 - Ponto 06: trincas e ravinas na Estrada. Coordenadas geográficas: 41°41'22,3"W e 18°2'26,0"S.



Figura 25 - Ponto 06: Evolução de ravinas para voçorocas.



Figura 36 – Ponto 06: Trincas e ravinas.

Percebe-se que é uma região que foi antropizada com corte de taludes naturais, porém ainda não completamente ocupada. Pode-se observar a presença de formação de ravinas, trincas, além de apresentar solo exposto no local. É sabido que chuvas intensas são as responsáveis pela criação das ravinas e voçorocas, principalmente em solos expostos e são intensificadas pela ausência de sistemas de drenagem de águas pluviais.

No ponto 07 (Figura 17) é notório a construção de edificações próximas a áreas de risco como regiões antropizadas, locais de alta declividades e baixa densidade de vegetação.

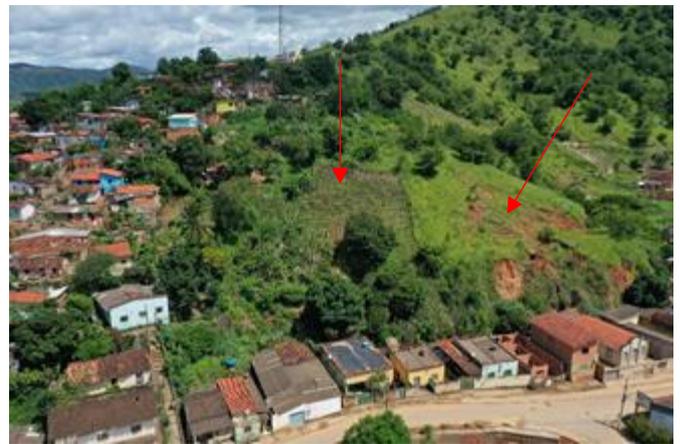


Figura 47 – Ponto 07: Áreas com vegetação de baixa densidade. Coordenadas geográficas: 41°41'21,1"W e 18°2'22,0"S.

Mesmo que em fase inicial do processo de erosão, os pontos 06 e 07 apresentam ravinas e evidências fortes de carreamento de solo e, portanto, receberá a classificação R2 (Risco Médio). Se não tomadas providências mitigar os efeitos da erosão hídrica, é provável que a situação retratada evolua para R3 ao longo do tempo com a presença de precipitações significativas.

6. CONCLUSÃO

Com base nas visitas técnicas aos locais e de acordo com a metodologia utilizada, constatou-se a existência de áreas de risco no município de Itambacuri-MG. Foram encontradas nos pontos 01 e 02 áreas de risco do tipo R4, nos pontos 03 e 04 áreas de risco tipo R3 (Risco Alto) e áreas de risco tipo R2 (Risco Médio).

Por se tratar de um município cuja expansão urbana ocorreu inicialmente com a ocupação da população em sua bacia de inundação, são

recorrentes as situações envolvendo inundações durante eventos hidrológicos mais bruscos, conforme histórico das inundações da cidade.

A distribuição hidrográfica da área de estudo mostra uma quantidade significativa de trechos que foram ocupados no passado e que atualmente seriam configurados como áreas de preservação permanente.

Como forma de prevenir vítimas e danos ambientais e econômicos, recomenda-se realizar a

avaliação de custo-benefício entre a construção de obras de contenção, remoção e abatimento de blocos ou a desocupação das moradias presentes nas áreas de risco. Estabilização de taludes e ações de mitigação da erosão hídrica são necessárias para evitar a evolução do quadro de risco e o assoreamento de corpos hídricos. Por fim, a elaboração e implantação de um plano municipal de drenagem pluvial urbana.

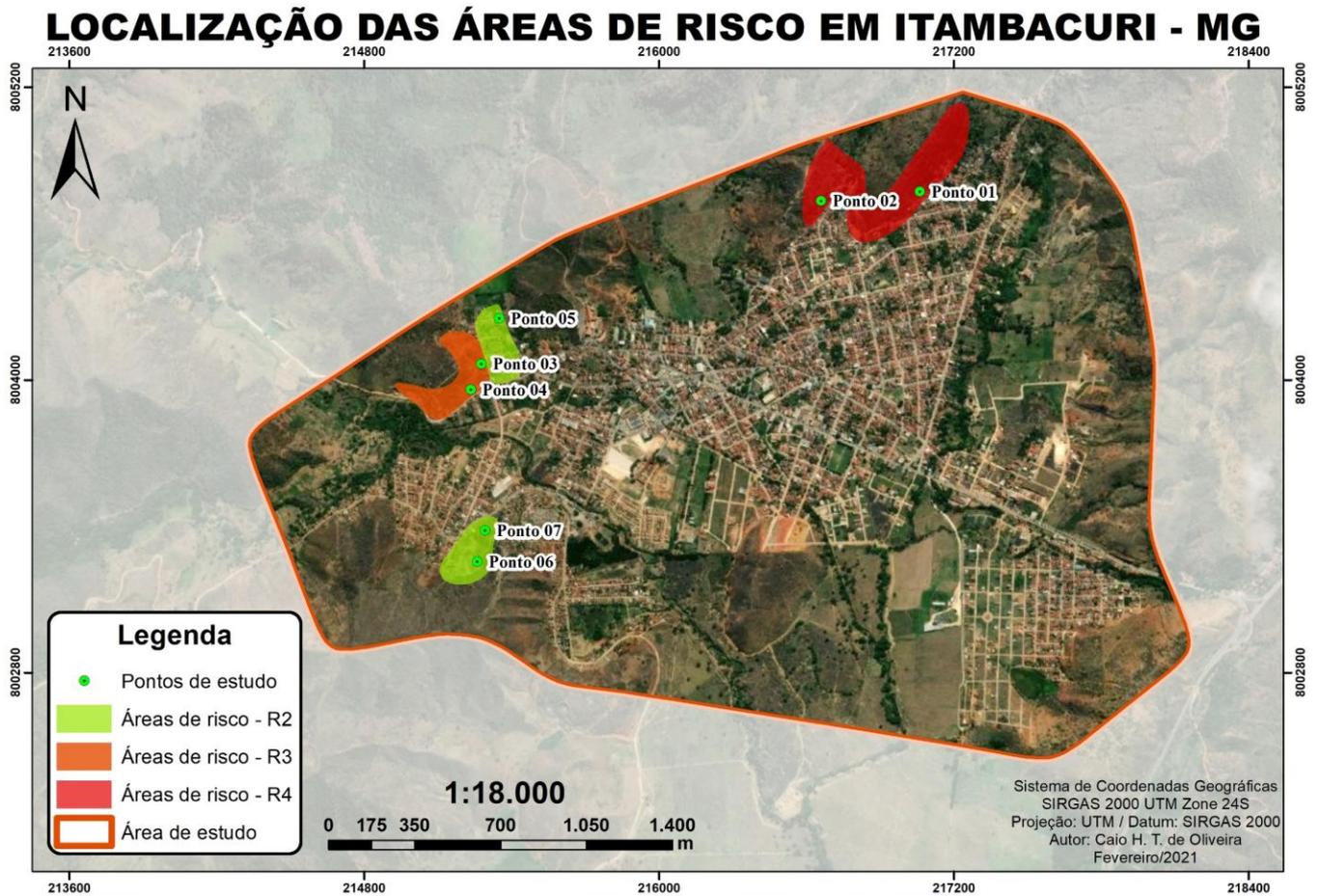


Figura 18: Mapa de risco geológico e ambiental do município de Itambacuri – MG.

Referências bibliográficas

- 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.
- Carvalho, C.S. e Galvão, T., 2006. *Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para elaboração de Políticas Municipais*. Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance.
- CPRM – Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais – Serviço Geológico do Brasil, 2000. *Projeto Leste: Itambacuri – Folha 24-Y-A-I*. 43p, 8. Belo Horizonte: SEME/COMIG/CPRM.
- Fernandes, N.F., Guimarães, R.F., Gomes, R.A.T., Vieira, B.C., Montgomery, D.R. e Greenberg, H., 2001. *Condicionantes geomorfológicos dos deslizamentos nas encostas: avaliação de metodologias e aplicação de modelo de previsão de áreas susceptíveis*. Revista brasileira de Geomorfologia, UGB, 2(1), pp.51-71. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v2i1.8>.
- Guerra, A.J.T., Fullen, M.A., Jorge, M.C.O., Bezerra, J.F.R. and Shokr, M.S., 2017. *Slope Processes, Mass Movement and Soil Erosion: A Review*. Pedosphere, 27, pp.27-41. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(17\)60294-7](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(17)60294-7).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Portal Cidades*, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itambacuri>> [Acessado 22 março 2021].
- 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.
- Moura, M.M., Fontes, C.S., Santos, M.H., Filho, R. N.A. e Holanda, F.S.R., 2017. *Estimativa de perda de solo no baixo São Francisco sergipano*. Scientia Agraria, 18(2), pp.126-135 Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil. <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v18i2.50143>.
- Oliveira, C.H.T., Pereira Junior, M.A.S. e Macedo, M.M., 2017. *Análise do uso e ocupação do solo no loteamento flamboyant em Itambacuri – Minas Gerais*. Graduação. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.
- Prieto, C.C., Mendes, R.M., Simões, S. J. C. e Nobre, C.A., 2017. *Comparação entre a aplicação do modelo SHALSTAB com mapas de suscetibilidade e risco de deslizamentos na bacia do córrego Piracuama em Campos do Jordão -SP*. Revista Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro, 69(1), pp.71-87.
- 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 – MG*. Revista Vozes dos vales, UFVJM, nº. 09 – Ano V – 05/2016.
- Santos. L.V., 2020. *Estimativa da perda de solo utilizando veículos aéreos não tripulados*. Mestrado. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Programa de Pós Graduação em Tecnologia, Ambiente e Sociedade.
- Silva, L.F.M. e Lopes, N. D., 2020. *Reavaliação de setor de risco a queda de blocos no bairro Santa Clara/Pedreira, Itambacuri – MG*. Relatório de visita, CPRM. Fevereiro de 2020.
- Tominaga, L.K., 2009. *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. Jair Santoro, R. A. (org.). São Paulo: Instituto Geológico.