

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
CENTRO UNIVERSITÁRIO DOCTUM DE TEÓFILO OTONI**

**LUCAS TAVARES ABREU
MICHELE HOLLERBACH MELO
RAFAEL ADDINI NAJAR KRETLI**

**ANÁLISE DAS ÁREAS DE RISCO DE ESCORREGAMENTOS DO BAIRRO
ALTINO BARBOSA, NA CIDADE DE TEÓFILO OTONI - MG**

**TEÓFILO OTONI
2019**

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
CENTRO UNIVERSITÁRIO DOCTUM DE TEÓFILO OTONI**

**LUCAS TAVARES ABREU
MICHELE HOLLERBACH MELO
RAFAEL ADDINI NAJAR KRETLI**

**ANÁLISE DAS ÁREAS DE RISCO DE ESCORREGAMENTOS DO BAIRRO
ALTINO BARBOSA, NA CIDADE DE TÓFILO OTONI - MG**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
do Centro Universitário Doctum de Teófilo
Otoni, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.**

**Área de Concentração: Geotecnia, Riscos
Ambientais**

**Orientador: Prof. MSc Marcos Túlio
Fernandes.**

TEÓFILO OTONI

2019

ANÁLISE DAS ÁREAS DE RISCO DE ESCORREGAMENTOS DO BAIRRO ALTINO BARBOSA, NA CIDADE DE TEÓFILO OTONI - MG

Lucas Tavares Abreu

Instituto Ensinar Brasil - UNIDOCTUM de Teófilo Otoni-MG, Brasil,

lucaotavares@gmail.com

Michele Hollerbach Melo

Instituto Ensinar Brasil - UNIDOCTUM de Teófilo Otoni-MG, Brasil,

michelehollerbach123@hotmail.com

Rafael Addini Najjar Kretli

Instituto Ensinar Brasil - UNIDOCTUM de Teófilo Otoni-MG, Brasil,

najarkretli@outlook.com

RESUMO

Com o desenvolvimento urbano sem planejamento e de forma desordenada, foi inevitável controlar o crescimento de moradias em áreas de risco. Visto que a cidade de Teófilo Otoni-MG, se encontra em uma região montanhosa, os moradores em busca de uma moradia própria acabam construindo suas casas sem o aval da Defesa Civil e sem o acompanhamento de profissionais da área, criando riscos à segurança desses moradores. Então notou-se a necessidade de elaborar um estudo voltado para a análise das áreas de risco, com foco nos riscos de escorregamentos. O bairro escolhido para elaboração do trabalho foi o Altino Barbosa. Após a escolha do bairro, foram feitas visitas para coleta de dados a fim de quantificar e qualificar as áreas de risco existentes, fazendo também um comparativo com as áreas de risco identificadas pelo trabalho da CPRM(Companhia de Pesquisa e Recurso Minerais) no ano de 2012. Através da caracterização dessas áreas, por meio de imagens, visitas e depoimentos dos moradores, a maioria foram classificadas como muito alto risco. Embora o alto grau de risco, não existe nenhuma medida emergencial ou monitoramento constante para que a população não corra riscos à sua própria segurança e de suas moradias.

PALAVRACHAVE: Taludes, Bairro, Defesa civil, Desenvolvimento urbano

ABSTRACT

With unplanned and unplanned urban development, it was inevitable to control housing growth in risky areas. Seen in the city of Teófilo Otoni-MG, it is in a mountainous region, residents

seeking a home of their own end up building their homes without endorsement of Civil Defense and without accompanying professionals in the area, using risks to the safety of these residents. Then you will need to do a risk area analysis study focusing on landslide risks. The neighborhood chosen for the elaboration of the work was Altino Barbosa. After choosing the neighborhood, visits were made for data collection and quantification and qualification as risk areas considered, also making a comparison with risk areas identified by the work of CPRM (Mineral Research and Resource Company) in 2012. Through From the characterization of these areas, through images, visits and statements by residents, most were classified as very high risk. Although the level of risk is high, there is no emergency measure or constant monitoring for the population who is not at risk for their own safety and housing.

KEYWORDS: Slopes, Neighborhood, Civil Defense, Urban Development

1 INTRODUÇÃO

O acréscimo do número de pessoas vivendo em áreas de risco de escorregamentos, enchentes e inundações têm sido uma das características negativas do processo de urbanização e crescimento das cidades brasileiras. Em linhas gerais o problema de áreas de risco geológico e hidrológico nas cidades brasileiras pode ser sintetizado com os seguintes cenários: crise socioeconômica, falta de programas de moradia para pessoas de baixa renda, falta de regulamentação e controle do uso do solo, falta de regulamentação e controle de áreas de risco e falta de apoio técnico por parte dos órgãos públicos. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007).

De acordo com a divisão regional vigente desde 2017, instituída pelo IBGE, o município pertence às Regiões Geográficas Intermediária e Imediata de Teófilo Otoni. Localizada no nordeste do Estado de Minas Gerais, e vem tendo um crescimento urbano desordenado nos últimos anos contribuindo para o aumento de áreas de risco ambiental e geológico, tornando a questão da prevenção de desastres e acidentes, como um dos grandes problemas a ser enfrentado pelo poder público e pela sociedade (GOMES *et al*, 2014).

Em se tratando da ocupação de espaços territoriais urbanos em desenvolvimento, como é o caso de Teófilo Otoni, há uma enorme carência ou ineficiência de aplicação de normas que visem à fiscalização do uso e ocupação das áreas denominadas de risco, estando sujeitas a desastres naturais ou àqueles decorrentes das ações antrópicas (ZAMPARONI, 2012).

Este trabalho tem como objetivo coletar dados através de visitas de campo para mapeamento e análise das áreas de risco de escorregamentos, do bairro Altino Barbosa na cidade de Teófilo Otoni – MG, comparando também o histórico destas áreas de risco com as áreas diagnosticadas pelo serviço geológico do Brasil – CPRM no ano de 2012.

Portanto, com os dados que foram coletados, além da comparação das áreas mapeadas pela CPRM anteriormente, verificou a quantidade de áreas de risco e seus graus de risco, como também se as áreas sofreram alterações ao longo dos anos, como por exemplo, reconstrução ou recuperação de unidades habitacionais, contenção de encostas, e também novos registros de áreas em situações com riscos semelhantes na mesma região até o presente ano do desenvolvimento deste trabalho.

Estimular o conhecimento desses problemas regionais, com prestação de serviços especializados à comunidade, tendo visto a necessidade, é uma preocupação que precisa ser de todos, mesmo que atinja mais exclusivamente a população diretamente prejudicada, as escolas de engenharia, os poderes públicos municipais, estaduais e federais, todos precisam agir juntos em prol de uma melhor qualidade de vida. Este trabalho serve como exemplo para ser reproduzido em outras regiões da cidade, pois é muito importante reforçar a atenção para essas situações, que em casos de desastres os prejuízos financeiros para as famílias podem ser enormes, e alguns casos com risco do bem mais precioso que é a vida.

1.1 Conceitos básicos sobre áreas de risco

Em termos conceituais, a condição de risco une dois elementos: a suscetibilidade e a vulnerabilidade, potencializados pela probabilidade dos eventos climáticos, por exemplo, determinada população está em condição de risco quando ocupa um terreno suscetível a desastres e de modo frágil, conforme o padrão construtivo das edificações, tornando-se, assim, vulnerável. (BERTONE; MARINHO, 2013)

Baseado na cartilha do Ministério das Cidades (2007) podemos sintetizar que uma área de risco é uma região com riscos reais de ser atingida ou sofrer desastre, por consequências naturais ou antrópicas relacionadas à natureza. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais, podendo causar diversos transtornos físicos, mentais e/ou financeiros. Geralmente essas regiões, são na sua maior parte de situações mais precárias, onde as pessoas se instalam conforme quadro socioeconômico médio ou baixo.

As cidades brasileiras cresceram e ainda crescem sem planejamento e gestão territorial adequados, com a população resolvendo por si só seus problemas mais imediatos de moradia e acesso aos serviços básicos (luz, água, disposição de lixo e esgotamento sanitário). A consequência mais imediata desta expansão desordenada são os problemas relacionados à utilização do meio físico, principalmente em termos da estabilidade de encostas, inundações em áreas urbanas e desperdício de recursos naturais (SOUZA, 2004)

1.2 Tipos de movimentos de massa

Segundo a Defesa Civil do Espírito Santo (2016), os escorregamentos são caracterizados por ter movimentos rápidos, de curta duração, possui poucos planos de deslocamento podendo envolver o solo, depósitos de encostas, rochas, detritos e lixos, tem como agente principal de causa a chuva. Algumas ações antrópicas tem intensificado este processo como, a retirada da vegetação principalmente em encostas e topos de morros, cortes, e movimentação de terra (terraplanagem) sem orientação técnica, aterros não ou mal compactados, carência em centros urbanos de drenagem da água pluvial, e de drenagem das águas servidas, construção de fossas sanitárias, ruptura da rede de esgoto, plantio ou cultivo de espécies arbóreas em declividades incompatíveis, deposição de entulhos e lixos em locais inadequados.

Augusto Filho (1992) destaca que, apesar de diversos entendimentos quanto aos tipos de escorregamentos, os movimentos de massa relacionados a encostas são agrupados em quatro grandes classes de processos que serão explicados no Quadro 1 a seguir, essas classes são: rastejos, escorregamentos, quedas e corridas.

Quadro 1 - Classificação de movimentos de massa. (Augusto Filho, 1992).

| PROCESSOS | CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO/MATERIAL/GEOMETRIA |
|-----------------|--|
| RASTEJO | <ul style="list-style-type: none"> - Vários planos de deslocamento (internos) - Velocidades muito baixas a baixas (cm/ano) e decrescentes c/ a profundidade - Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes - Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada - Geometria indefinida |
| ESCORREGAMENTOS | <ul style="list-style-type: none"> - Poucos planos de deslocamento (externo) - Velocidades médias (m/h) a altas (m/s) - Pequenos a grandes volumes de material - Geometria e materiais variáveis <p>PLANARES: solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza</p> <p>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"> - Sem planos de deslocamento - Movimento tipo queda livre ou em plano inclinado - Velocidades muito altas (vários m/s) - Material rochoso - Pequenos a médios volumes - Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc. <p>ROLAMENTO DE MATAÇÃO</p> <p>TOMBAMENTO</p> |
| CORRIDAS | <ul style="list-style-type: none"> - Muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa de movimentação) - Movimento semelhante ao de um líquido viscoso - Desenvolvimento ao longo das drenagens - Velocidades médias a altas - Mobilização de solo, rocha, detritos e água - Grandes volumes de material - Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas |

1.2.1 Condicionantes e causas dos escorregamentos

As consequências podem vir de causas naturais ou antrópicas, ou as duas situações juntas. O MINISTÉRIO DAS CIDADES, (2007), define os condicionantes naturais e antrópicos. Os condicionantes naturais em dois grandes grupos, agentes predisponentes e efetivos. Agentes predisponentes são causados a partir das condições geológicas, geométricas e ambientais que serão responsáveis pelas ocorrências dos desastres, ou seja, dependem das condições naturais, como por exemplo: situações geológicas, morfológicas, climatológicas, hidrológicas, gravitacionais, solar e vegetações. Já os agentes efetivos são diretamente responsáveis pelas ocorrências dos desastres, como por exemplo: problemas com muita chuva, erosões por chuva ou vento, terremotos, ações provocadas pelo homem, etc. Dentre os vários condicionantes antrópicos, resultantes das ações do homem, podemos citar alguns dos grandes problemas causadores:

- Destruição da vegetação;
- Falta de estrutura para as águas das chuvas;
- Problemas na rede de esgoto;
- Fossas;
- Cortes com inclinações irregulares;
- Aterros irregulares;
- Lixo em encostas, taludes;
- Exposição do solo.

Segundo a Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE, 1998), a execução de cortes nos maciços pode condicionar movimentos de massa ou, mais especificamente, escorregamento de taludes, desde que as tensões cisalhantes ultrapassem a resistência ao cisalhamento dos materiais, ao longo de determinadas superfícies de ruptura. Naturalmente que os taludes provenientes da má execução de aterros podem também levar ao movimento de massas de solos.

1.3 Medidas Estruturais e Não-Estruturais

As medidas preventivas são normalmente classificadas em dois tipos: estruturais e não estruturais.

1.3.1 Medidas Estruturais

Segundo a Defesa Civil-ES (2017), as medidas estruturais para prevenir acidentes ligados à dinâmica geológica e hidrológica são aquelas onde se aplicam soluções da engenharia, através da construção de muros de contenção, implantação de sistemas de macro e micro drenagem, relocação de moradias, e reurbanização da área de risco. Essas medidas demandam conhecimento técnico, aporte significativo de recursos financeiros e devem seguir parâmetros normativos adequados, parametrizadas pelas suas respectivas Normas Brasileiras Regulamentadoras-NBR.

1.3.2 Medidas Não-Estruturais

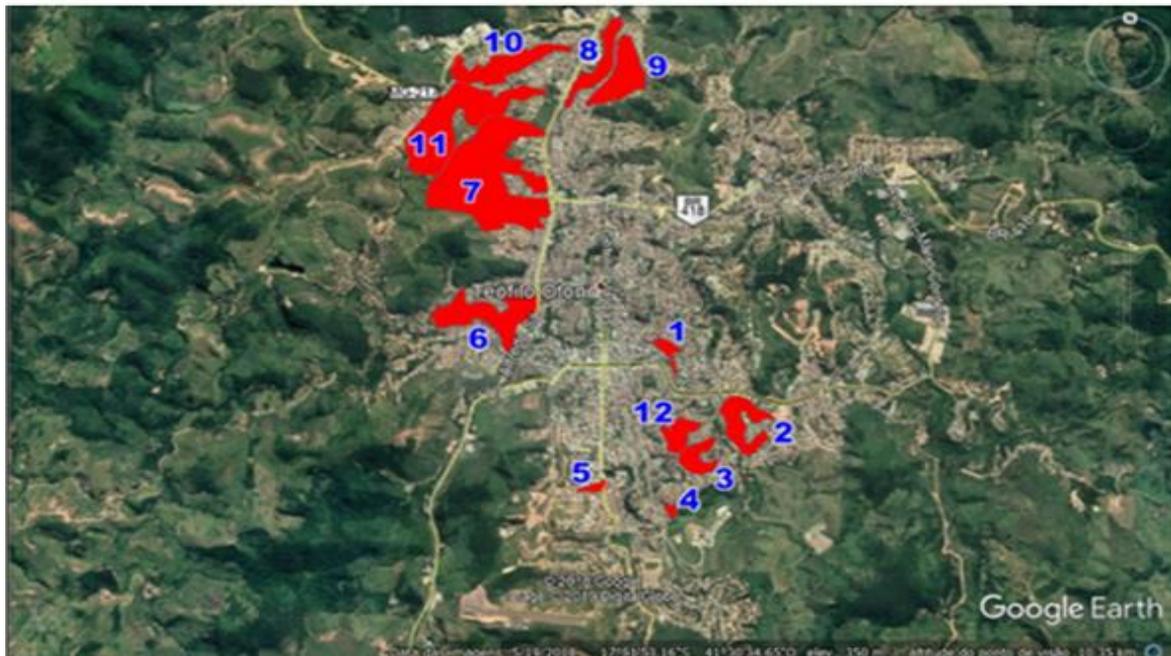
As ações não-estruturais para prevenção de desastres são aquelas onde se aplica um rol de medidas relacionadas com políticas urbanas, planejamento urbano, legislação, planos de defesa civil, educação e capacitação, etc. (CPRM, 2017)

1.4 Áreas de risco em Teófilo Otoni identificadas pela CPRM em 2012

O Governo Federal, em ação coordenada pela Casa Civil da Presidência da República em consonância com os Ministérios da Integração Nacional, Ministério das Cidades, Ministério de Ciência e Tecnologia, Ministério da Defesa e o Ministério de Minas e Energia firmaram convênios de colaboração mútua para executar em todo o país o diagnóstico e mapeamento das áreas com potencial de risco alto a muito alto. O programa foi executado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, empresa do Governo Federal ligada ao Ministério de Minas e Energia. A cidade de Teófilo Otoni foi contemplada com o projeto que foi iniciado em novembro de 2011 em localidades selecionadas pela Defesa Civil Nacional com o objetivo de mapear, descrever e classificar as situações com potencialidade para risco alto e muito alto (PARISI; PINHO, 2012, p. 2).

No local são observadas as condições das construções e seu entorno, situação da topografia, declividade do terreno, escoamento de águas pluviais e de águas servidas, e indícios de processos desestabilizadores de terreno ou possibilidades de inundação. (PARISI; PINHO, 2012, p. 2). Ademais, utilizando-se de imagens aéreas, os autores apontam que se estabelece o perímetro das “áreas de risco” no estudo, cujos terrenos são avaliados por indícios de movimentos de massa e situações de risco.

A Figura 1 apresenta as áreas mapeadas do município de Teófilo Otoni, que ilustra a visualização aérea do município, contendo todos os bairros com áreas de alto e muito alto risco identificados pelo CPRM em 2012, sendo o Altino Barbosa referenciado pelo número 1.



| Setores mapeados no reconhecimento de áreas de alto risco e muito alto risco a movimentos de massas e inundações (Teófilo Otoni – MG) | | | |
|---|--------------------|-------------------------|------------------------------|
| 1 – Altino Barbosa | 2 – Belvedere | 3 – Corredor Gazzinelli | 4 – Funcionários |
| 5 – Filadélfia | 6 – Frei Dimas | 7 – Vila Pedrosa | 8 - Betel |
| 9 – Bela Vista | 10 – São Cristóvão | 11 – Viriato | 12 – Manoel Pimenta / Mucuri |

Figura 1. Setorização das áreas de risco da área urbana no município de Teófilo Otoni/MG (2012).

1.4.1 Bairro Altino Barbosa

De acordo com a CPRM o bairro Altino Barbosa é classificado como setor de Risco situado em área urbana central de Teófilo Otoni localizado sobre encosta íngreme com baixa infraestrutura de drenagens de águas pluviais e sucessivas intervenções inadequadas de talude de corte (90 graus) em solo, contendo registro de deslizamentos e enxurradas frequentes. (CPRM, 2012).

Na sequência, encontra-se o Quadro 2, com a sistematização dos dados do bairro Altino Barbosa, a caracterização do processo de risco, e as possíveis intervenções de acordo com os riscos analisados.

Quadro 2 – Sistematização do bairro Altino Barbosa – (CPRM, 2012).

| Tipologia do risco | Processo observado ou potencial | Imóveis em risco | Pessoas em risco | Evidências de registros anteriores | Intervenções da engenharia | Intervenções Institucionais |
|------------------------------|----------------------------------|------------------|------------------|------------------------------------|---|--|
| Muito alto risco – R4 | Deslizamento planar e enxurradas | 62 | 248 | Sim | Remoção definitiva de moradores e residências; estudo geotécnico para obras de contenção. | Emitir sinais de alerta de chuvas; estudo para possíveis obras de drenagem; políticas de restrição à ocupação das áreas de risco e conscientização da população. |

O bairro está delimitado através da linha vermelha, ilustrado na figura 2 abaixo, com as respectivas ruas, com intuito de localizá-las posteriormente, conforme serão explanadas no decorrer deste trabalho.

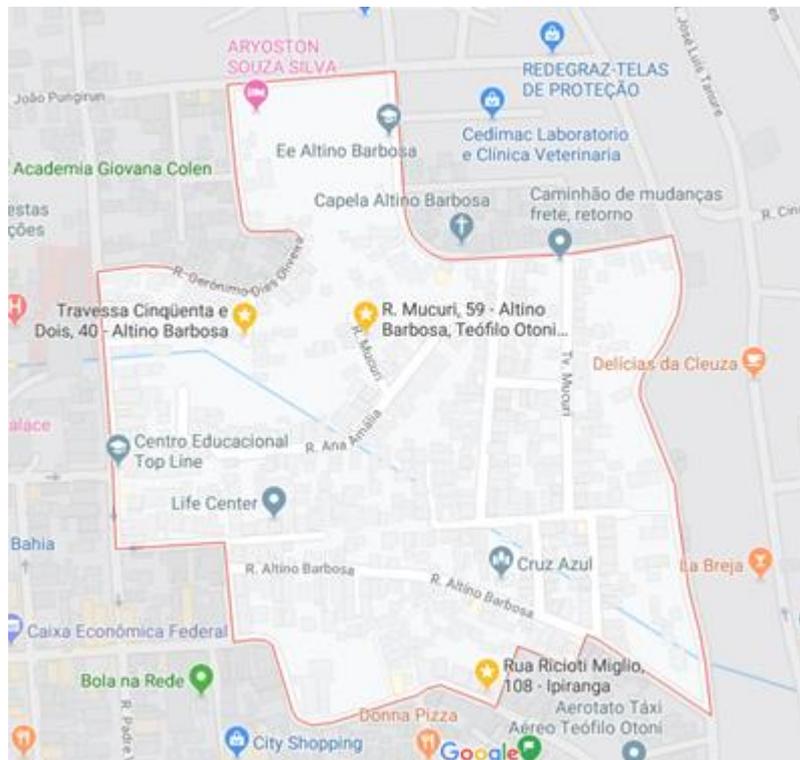


Figura 2. Delimitação do bairro Altino Barbosa. (Google Maps, 2019).

2 METODOLOGIA

Este estudo trata-se de uma pesquisa de campo observacional, ou seja, os pesquisadores foram ao local do objeto de estudo com intuito apenas de observar e descrever os fatos. Quanto a abordagem ao problema, classifica-se como qualitativa, pois após as análises das áreas de risco os resultados foram expostos de forma conceitual.

A presente avaliação contempla a análise das áreas de risco do Bairro Altino Barbosa, Teófilo Otoni-MG, que visa fazer um levantamento em todas as áreas de risco do bairro em questão e classificar quanto ao risco e características, para avaliar assim as possíveis medidas de intervenção para solução ou mitigação dos riscos encontrados. Foi feita uma comparação das áreas de risco identificadas neste trabalho coletados pelo CPRM em 2012, bem como alertar sobre novas áreas que possam necessitar de um cuidado especial, seja dos moradores ou dos órgãos responsáveis pela intervenção e preservação da segurança e da vida.

2.1 Local de estudo

Este trabalho foi realizado na cidade de Teófilo Otoni que está localizada na região nordeste do estado de Minas Gerais, com coordenadas geográficas, latitude: 17° 51' 32" Sul e longitude: 41° 30' 32" Oeste. O município se estende por 3242,3 km² e contava com 134.745 habitantes no último censo no ano de 2010 pelo IBGE. A densidade demográfica é de 41,6 habitantes por km² no território do município, conta com cerca de 64 bairros e distritos, sendo o Altino Barbosa o nosso objeto de estudo.

2.2 Levantamento das áreas de risco do bairro Altino Barbosa

Foi feito um diagnóstico das áreas de risco do bairro através de visitas ao bairro para coletar dados identificando de forma visual e preliminar situações onde possa existir indicadores ou evidências de movimentos de massas que, potencialmente, possam causar danos à população, às edificações ou à infraestrutura, e descrevê-los para visualizar e estabelecer alguma gradação ou hierarquização das situações identificadas, podendo estimar o número de edificações que potencialmente poderão ser afetadas.

A metodologia utilizada para o mapeamento das áreas de risco e setorização é o do Ministério das Cidades, proposto pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, que visa determinar a potencialidade de ocorrência de acidentes, com a identificação das situações de risco. Com base nestas premissas, o mapeamento de risco foi planejado e executado através de atividades de campo, com dados coletados em formulários com roteiros de avaliação de estabilidades dos taludes, fundamentados em critérios e procedimentos técnicos.

Segue o roteiro metodológico para análise e mapeamento de áreas de risco em setores de encosta e escorregamentos de solo utilizado para concluir o grau de risco das situações analisadas.

Este roteiro objetiva auxiliar a tomada de decisão sobre as moradias que estão sob risco de escorregamentos. Ao final do preenchimento será possível estabelecer o nível de risco ao qual está sujeita a moradia.

Em primeiro momento foram coletados dados gerais sobre a moradia: localização, condições de acesso e detalhes construtivos da moradia (alvenaria, madeira ou misto). Após a coleta de dados foi feita a caracterização do local: tipo de talude (natural ou corte), tipo de material (solo, aterro ou rocha), presença de materiais (blocos de rocha e matacões, lixo e entulho), inclinação da encosta ou corte, distância da moradia em relação aos taludes, levando em conta a origem e destino das águas pluviais, vegetação, sinais de movimentação, sendo elas em trincas (terreno ou moradia), degraus de abatimento, inclinação (árvores, postes ou muros), muros/paredes "embarrigados", cicatrizes de escorregamento. No formulário de preenchimento

de campo do Ministério das Cidades é possível, após a observação descrever os sinais para a qualificação do risco, e para possíveis medidas, como a retirada preventiva de moradores e execução de obras de contenção.

2.3 Classificação de risco

De posse dos dados levantados em campo, como: característica do local da moradia, a presença de água na área, vegetação, os sinais de movimentação, os tipos de escorregamentos que já ocorreram ou são esperados, avaliando, principalmente os sinais, se esta área está em movimentação ou não e se o escorregamento poderá atingir alguma moradia, pode-se definir o grau de risco em muito alto, alto, médio e baixo ou sem risco, conforme no quadro 3 a seguir.

Quadro 3. Critérios para a determinação dos graus de risco. (Ministério das Cidades, 2007)

| Grau de probabilidade | Descrição |
|-------------------------|--|
| R1 - Baixo ou sem risco | <ol style="list-style-type: none"> Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa ou nenhuma potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Não se observa(m) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens. Mantidas as condições existentes não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal |
| R2 – Médio | <ol style="list-style-type: none"> Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se presença de algum(s) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento. Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódio de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa. |
| R3 – Alto | <ol style="list-style-type: none"> Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de significativo(s) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo. Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódio de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa. |
| R4 - Muito Alto | <ol style="list-style-type: none"> Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Os sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade de moradia em relação a margem de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado, estágio, desenvolvimento. Os sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade de moradia em relação a margem de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado, estágio, desenvolvimento. |

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Áreas de riscos identificadas

3.1.1 Área 1

Para melhor entendimento dessa área, demarcamos o local de acesso a Tv Petronilio Ribeiro com a linha vermelha e com as setas azuis foi sinalizado a área propícia ao escorregamento. Na Rua Riciote Míglio tem-se indicada pelas setas em amarelo o local suscetível a desabamento e solapamento sobre os taludes com maior instabilidade do solo. Como pode ser visto na figura 3 abaixo.

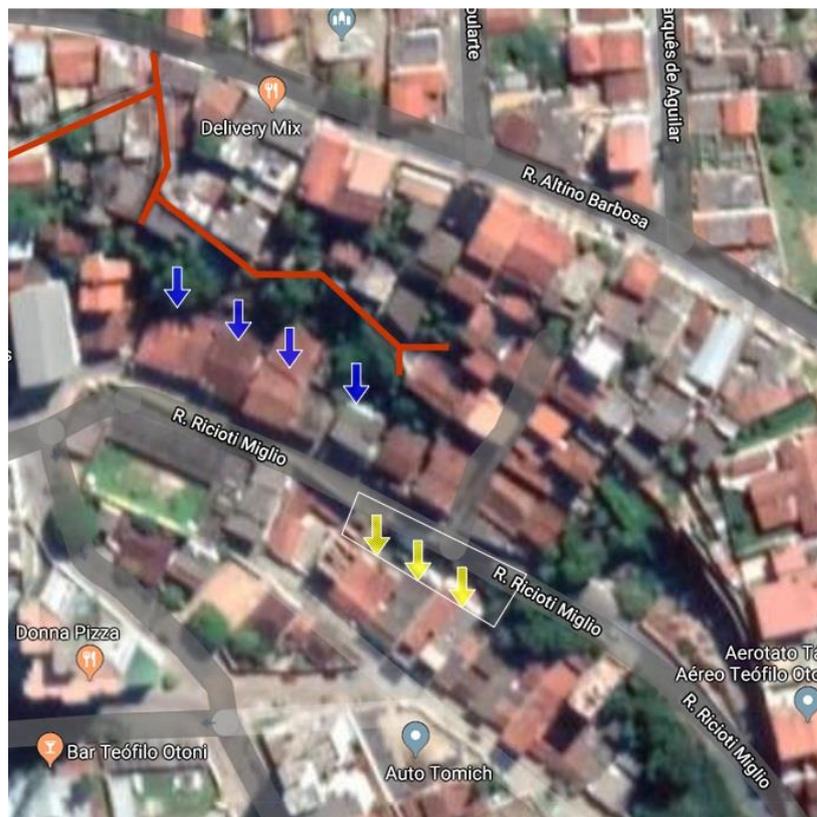


Figura 3. Percurso da Travessa Petronilio Ribeiro, com sentido dos escorregamentos. (Google, Adaptado, 2019).

Na área identificada tem-se duas situações que estão interligadas, começando pela a Rua Riciote Míglio, com a pavimentação (asfalto) apresentando sinais de degraus de abatimento (figura 4a), que pode ser causado pelo lento e gradual deslocamento do solo abaixo do asfalto, que coloca em risco o fundo das casas na Rua Júlio Jacinto Ferreira (figura 4b). O talude possui inclinação com aproximação de 80° e 20 metros de extensão, por essas características, foi classificado como Risco 4.

Podemos observar na figura 4, que em partes dessa rua já não existe o passeio, e que alguns moradores tentam por conta própria diminuir o risco de deslizamento nas suas residências, como tentativa de contenção, nota-se uma fina camada de concreto com intenção de evitar a erosão superficial do talude ou através da cobertura do talude com lona. Mesmo com os riscos analisados nas residências vizinhas já se observa construções recentes à beira do talude, evidenciando a falta de fiscalização dos órgãos competentes e conscientização dos moradores quanto ao risco.



Figura 4. Rua Riciote Míglio no trecho mais crítico. (Acervo do autor, 2019)

Na Travessa Petronilio Riberiro com seu acesso através de vielas, pode ser constatado que a distância da casa ao talude natural é de 4 metros com aproximadamente 12 metros de altura e 75° de inclinação. Na proximidade da moradia foi feito um muro de contenção pelos próprios moradores (5a), devido ao risco eminente de deslizamentos. Além dos inúmeros sinais de trincas e fissuras (5b e 5c). E apesar de possuir rede de água e esgoto não tem um sistema de drenagem pluvial, e sim arranjos para escoamento das águas (5d). Com grande instabilidade do solo e alta inclinação do talude conclui-se risco de grau 4.



Figura 5. Riscos identificadas na Travessa Petronilio Riberiro. (Acervo do autor, 2019)

3.1.2 Área 2

A área 2 fica estendida entre a travessa Mucuri e Rua Carlos Leonardt, onde contém uma vasta área com declividade, mas com sinais de estabilidade. São mínimas as alterações no terreno contendo apenas processos erosivos em poucos locais alternados, devido à inclinação e a carência de um projeto de drenagem eficiente. Contém taludes a 45° possíveis de notar pela Rua Carlos Leonardt (Figura 6), taludes estes que recebem cargas de água pluvial advindas da travessa Mucuri.

Pelas residências situadas na Rua Carlos Leonardt podemos notar em sua maioria cortes de taludes no terreno natural, para construção residencial que a princípio não oferecem riscos quanto à segurança das residências. Contem área composta por vegetação rasteira e algumas árvores, mas também com terrenos demarcados com sinais de erosão do solo, e mínimos sinais de escorregamentos. Por esses fatores de acordo com os critérios de avaliação dos graus de risco, classifica-se como grau de probabilidade R2.



Figura 6. Foto tirada da Rua Carlos Leonardt, mostrando o talude onde era pra ser um acesso para a travessa Mucuri. (Acervo do autor, 2019)

3.1.3 Área 3

Assim como foi constatado a área 3 situa-se na travessa 52, com uma grande área de talude a 70° que pode ser observado da Rua Ana Amália (figura 7), com sinais de deslizamento planar e percolação do solo, caracterizando solapamentos. Como observado no local há alta inclinação do talude podendo chegar mais abaixo a 90°.

Na figura 8a, onde a casa a esquerda está a 2 metros de distância do talude e encontra-se desabitada, o talude contém cerca de 18 metros de profundidade. Observa-se a inclinação do talude indicado pela seta vermelha. E na figura 8b a estrutura de uma outra residência próxima que está a uma distância de 4 metros do talude, possui várias trincas na extensão das paredes

externas, inclusive no muro base da residência indicando a instabilidade do terreno, por esses fatores conclui-se que esta área possui grau de risco 4.



Figura 7. Vista frontal pela Rua Ana Amália do talude ao final da Travessa 52. (Acervo do autor, 2019)



Figura 8. Vista do talude pelo final da Travessa 52 (a), e danos estruturais na residência (b). (Acervo do autor, 2019)

3.1.4 Área 4

No decorrer da Rua Mucuri observar-se através da figura 9 taludes naturais com inclinações de 50° a 80° , e alturas que variam de 8m a 14m, com a presença de árvores e vegetações rasteiras em toda sua extensão e é possível observar que algumas residências se adaptaram a inclinação do solo.

Notou-se constante movimentação da camada superficial do solo nos taludes que circundam as residências. Sobre o sistema de drenagem e infraestrutura, não é capaz de absorver velocidades consideráveis de fluxo de água, devido à extensão e inclinação das encostas, por esses dados coletados e observados conforme os critérios no quadro 3, essa área foi classificada como risco de grau 4.



Figura 9. Rua Mucuri com vista panorâmica. (Acervo do autor, 2019)

3.1.5 Área 5

O talude situado entre as Ruas Ana Amália e Tônico Fernandes possui sinais de deslizamento planar naturais na parte superior pertencente as residências da Rua Tônico Fernandes e taludes de corte na parte baixa pertencente as residências da Rua Ana Amália. Solo com presença de cicatriz de escorregamento planar na parte superior e vegetação rasteira, sem sistema de drenagem superficial que prejudica as edificações inseridas no terreno inclinado no topo do talude.

Toda extensão do talude possui inclinação predominante em 60° e em alguns locais as fundações das residências se encontram expostas. A mais de 6 metros de altura da encosta do talude nota-se presença de degraus na parte superior, por ser uma área aparentemente com sinais de instabilidade, classifica-se com grau de risco 3. A seguir a figura 10 mostra o talude em risco através das setas indicadas.



Figura 10. Vista panorâmica com visão do Talude entre a Rua Ana Amália e Rua Tônico Fernandes. (Acervo do autor, 2019)

3.2 Mapa de risco

Na figura 11 abaixo podemos visualizar o mapeamento das áreas de risco do bairro Altino Barbosa ilustradas cada uma por sua cor indicada para identificação dos riscos. Foram

Quadro 4. Classificação e desdobramentos das áreas de risco.

| Localidade | Tipologia do risco | Processo observado ou potencial | Evidência de registros anteriores | Intervenções da engenharia | Intervenções Institucionais |
|------------|-----------------------|--|-----------------------------------|--|--|
| Área 1 | Muito alto risco – R4 | Deslizamento planar, enxurradas, trincas, degraus de abatimento, cicatrizes de escorregamento, instabilidade do solo, proximidades de moradias a margem do talude. | Sim | Remoção definitiva de moradores e residências; estudo geotécnico para obras de contenção e drenagem. | Emitir sinais de alerta de chuvas; estudo para possíveis obras de drenagem; políticas de restrição à ocupação das áreas de risco e conscientização da população. |
| Área 2 | Médio Risco – R2 | Enxurradas, processo erosivo, baixa evidencia de instabilidades | Não | Monitoramento da área, estudo geotécnico para obras de contenção e drenagem. | Estudo para possíveis obras de drenagem; políticas de restrição à ocupação das áreas de risco e conscientização da população. |
| Área 3 | Muito alto risco – R4 | Deslizamento planar, enxurradas, trincas, degraus de abatimento, cicatrizes de escorregamento, instabilidade do solo, proximidades de moradias a margem do talude. | Não | Remoção definitiva de moradores e residências; estudo geotécnico para obras de contenção. | Emitir sinais de alerta de chuvas; estudo para possíveis obras de drenagem; políticas de restrição à ocupação das áreas de risco e conscientização da população. |
| Área 4 | Muito alto risco – R4 | Deslizamento planar, enxurradas, trincas, degraus de abatimento, cicatrizes de escorregamento, instabilidade do solo, proximidades de moradias a margem do talude. | Não | Remoção definitiva de moradores e residências; estudo geotécnico para obras de contenção e drenagem | Emitir sinais de alerta de chuvas; estudo para possíveis obras de drenagem; políticas de restrição à ocupação das áreas de risco e conscientização da população. |
| Área 5 | Alto risco – R3 | Evidências de instabilidade, degraus de abatimento de taludes, alta inclinação, deslizamento planar | Não | Monitoramento da área, estudo geotécnico para obras de contenção e drenagem | Estudo para possíveis obras de drenagem; políticas de restrição à ocupação das áreas de risco e conscientização da população. |

3.3 Comparação com dados da CPRM 2012

Na figura 12 abaixo extraída do relatório da CPRM 2012, comparando com a figura 5, notou-se as principais mudanças ao longo dos anos. No item A, da figura 12 mapeada pela CPRM, quando comparada pelas imagens colhidas, notamos o aumento das trincas no piso próximo as residências, além disso foi feito no local um muro de contenção pra fortalecer a base do acesso as residências que poderia com o passar dos meses se deslocar em direção ao talude. No item B da figura 12, o morador cobriu o talude natural com concreto para evitar erosão, e o deslocamento do solo, ademais a casa e os muros continuam apresentando trincas. No item C, da figura 12 podemos observar o aumento da quantidade de trincas, e remendos no piso, o que reflete uma atitude pouco efetiva na solução do problema. No item D e E, podemos notar que o sistema de drenagem continua precário, tem presença de vasta vegetação rasteira.



Figura 12. Ilustrações do relatório do CPRM da Tv Petronílio Ribeiro. (CPRM, 2012).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou os trabalhos realizados para mapeamento das áreas de risco de escorregamentos do bairro Altino Barbosa na cidade de Teófilo Otoni – MG. Através da pesquisa de campo foi feito o levantamento das principais áreas de riscos caracterizados com grande incidência de escorregamentos, devido a declividade dos terrenos e a ocupação irregular de encostas sendo o uso irregular do solo, um dos principais fatores para potencialização de escorregamentos e solapamentos. Além do uso irregular do solo podemos observar a falta de um sistema de drenagem eficiente, que contenha a velocidade das águas pluviais, e receba essa vazão com manejo adequado. É necessário também uma fiscalização mais eficiente do setor

responsável pelas obras e planejamento urbano para impedir que áreas não apropriadas para construção e ocupação sejam utilizadas, visto que o bairro contém muitas partes com alta inclinação dos taludes naturais. Dentre as 5 áreas analisadas, 3 delas foram classificadas como R4(Muito Alto risco), 1 como R3(Alto risco) e 1 como R2(Médio risco), algumas delas contêm residências condenadas pela defesa civil e áreas com grandes chances de deslizamento e solapamento eminente.

Os principais processos encontrados nessas áreas foram deslizamento planar, enxurradas, trincas, degraus de abatimento, cicatrizes de escorregamento, instabilidade do solo, proximidades de moradias a margem do talude.

Como desdobramento deste trabalho pode-se verificar sugestões de intervenções da engenharia como monitoramento da área, estudo geotécnico para obras de contenção e drenagem, e também intervenções institucionais como estudo para possíveis obras de drenagem, políticas de restrição à ocupação das áreas de risco e conscientização da população para as situações de risco das áreas mapeadas. Medidas estas que somente se concretizam se houver maior empenho e integração dos órgãos fiscalizadores, sendo eles prefeitura e Defesa Civil. Além disso, vale destacar que a cidade de Teófilo Otoni possui escolas de ensino superior, que ministram cursos que promovem habilidades e proporcionam conhecimento nas diversas áreas de infraestrutura urbana(Engenharia Civil, Arquitetura, etc), oferecendo mão de obra intelectual para solução desses problemas, como podem também desenvolver uma boa atividade interdisciplinar realizando projetos de conscientização social da população quanto aos riscos expostos em todas as regiões da cidade.

Concluiu-se através da caracterização dessas áreas, por meio de imagens, visitas e depoimentos dos moradores, a maioria foram classificadas como áreas com grandes probabilidades de escorregamentos de solo. Embora o alto grau de risco, não existe nenhuma medida emergencial ou monitoramento constante para que a população não corra riscos à sua própria segurança e de suas moradias. Todas as áreas de riscos comentadas no decorrer deste trabalho foram detalhadas, com suas particularidades através do formulário do Ministério das Cidades, podendo este servir de exemplo para que seja replicado nos demais bairros, pois a cidade encontra-se em processo de desenvolvimento constante e intenso processo de expansão territorial uma comprovação dessa afirmação é o trabalho visto que de acordo com a pesquisa apresentada pelos pesquisadores Ferraz, C.M.L. (UFVJM) ; Valadão, R.C. (UFMG) ; Henriques, R.J. (UFMG) no XI Sinageo (Simpósio Nacional de Geomorfologia) afirma que em Teófilo Otoni, “alguns dos atuais eixos de expansão do tecido urbano se direcionam para porções ainda mais declivosas ou dissecadas da área analisada, em flagrante inobservância da geomorfodinâmica destes ambientes. Uso e ocupação irregular dos solos, frequentemente impermeabilizados ou degradados, em locais impróprios ou restritivos, resultam em aumento da frequência e incremento de novas áreas de ocorrência de inundações, ampliando o rol dos riscos que derivam do modelo inapropriado de urbanização da cidade.” Necessitando assim de uma atenção maior da área de planejamento municipal para que se evite a ocorrência de desastres principalmente nas épocas de maior incidência de precipitação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABGE, INFANTI JUNIOR, N. & FORNASARI FILHO, N. Processos de Dinâmica Superficial. In: OLIVEIRA, A.M.S. & BRITO, S.N.A. (Eds.). 1998. Geologia de Engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 1998. cap. 9, p.131-152.
- AGOSTINHO Tadashi, et al. organizadores – Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 176 p. 2007.
- 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.
- BERTONE, P. & MARINHO, C. 2013. “Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais: a visão do planejamento.” In: Congr. do Cons. Nac. de Secret. de Estado da Adm. – CONSAD de Gestão Pública, VI, Brasília, DF.
- DEFESA CIVIL DO ESPIRITO SANTO. Noções de avaliações de risco geológico. p. 91.
- G1. 2018. Globo. Prefeitura decreta situação de emergência após chuvas. Fevereiro.2018.
- GOMES, Jorge Luiz dos Santos; GOMES, Antônio Jorge de Lima; GOMES, Priscilla dos Santos. Planejamento Ambiental com base na Geologia e sua aplicação no desenvolvimento urbano do Município de Teófilo Otoni. Anais Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas. v. 6, n.1, 2014.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT; MINISTÉRIO DAS CIDADES – MC. Curso de Capacitação de técnicos municipais para o mapeamento e gerenciamento de risco. São Paulo: IPT. 2007
- MINAS GERAIS, Coordenadoria estadual de defesa civil. Proteção e Defesa Civil, Somos todos nós. 1º Ed. Belo Horizonte: 2017.
- MINISTERIO DAS CIDADES. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED/UFSC). Curso de Capacitação de Técnicos e Gestores Municipais no Mapeamento e Gerenciamento de Riscos de Deslizamentos em Encostas e Inundações. Santa Catarina: Ceped/UFSC, Aula 2. vol 1, pag 28, 2007.
- PARISI, Giovani; PINHO, Deyna. Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa: Teófilo Otoni, MG. São Paulo: CPRM, 2012,
- SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. Defesa Civil – ES. Curso Básico de percepção do risco geológico: Vitória-ES, 2017
- SOUZA, L. N. Diagnóstico do meio físico com o contribuição ao ordenamento territorial do município de Mariana – MG. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, 2004
- ZAMPARONI, C.A. Riscos e Desastres Naturais em Ambiente Urbano: o exemplo de Cuiabá/MT. In Revista Brasileira de Climatologia, ano 8, vol. 10, p. 07-20, jun. 2012.