



Deslizamento de encostas: estudo de caso no bairro Gabiroba, Itabira-MG

Natalí das Graças Arantes, Rony Costa Nardi Simões, Taináh Aparecida Alves Ferreira
(nataliarantes13@gmail.com, ronycns@yahoo.com, tainahalvesf@gmail.com)

Professor orientador: Harley Francisco Viana (harley.viana@prof.una.br)
Coordenação de curso de Engenharia Civil

Resumo

Os deslizamentos podem ocorrer em qualquer parte do mundo, desde em terrenos montanhosos ou penhascos e até mesmo em áreas de baixa declividade. Esses deslizamentos podem ser causados por diferentes fatores, tal como atividades humanas, alteração climática e chuvas intensas. O Brasil é considerado muito suscetível aos movimentos de massa devido às condições climáticas e interferências humanas em função do contínuo processo de ocupação urbana desordenada das encostas. Uma das cidades que vem sofrendo com esse fenômeno é Itabira, localizada em Minas Gerais. Assim, partindo do cenário de que deslizamentos podem causar fatalidades e/ou danos à natureza, construções e infraestruturas, este trabalho teve como objetivo avaliar, a partir do levantamento de uma área localizada no bairro Gabiroba da cidade de Itabira/MG, considerada de alto risco no ano de 2014 pela empresa governamental Serviço Geológico do Brasil (SGB), a necessidade de atualização do mapa de risco da região. Para isso, é verificado se a região estudada permanece com o mesmo grau de risco de movimento de massa, reportado pela SGB, ou se a situação se agravou nos últimos anos. Após estudos, pôde-se concluir que após uma expansão urbana desordenada, a região analisada ainda se classifica com um grau muito alto de risco de deslizamento.

Palavras-chave: Deslizamentos; Itabira; Mapa de risco; Movimento de massas.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Girty (2009, apud VALLIN, GADDA e LANGER 2016), os deslizamentos terra podem ocorrer em qualquer parte do mundo, desde terrenos montanhosos ou penhascos até mesmo em áreas de baixa declividade. Esses deslizamentos de terra podem ser causados por diferentes fatores, como, por exemplo, atividades humanas e chuvas intensas que geram uma saturação no terreno e consequentemente ocorre os deslizamentos. Além disso, a resistência dos solos aos deslizamentos depende das propriedades do solo como coesividade e fricção (GIRTY, 2009 apud VALLIN, GADDA e LANGER 2016)

“Movimento de massa, também denominado como deslizamento, escorregamento, ruptura de talude, queda de barreiras, entre outros, se refere aos movimentos de descida de solos e rochas sob o efeito da gravidade, geralmente potencializado pela ação da água” (CEMADEM, 2022).

Segundo Guimarães *et al.* (2008), o Brasil é considerado muito suscetível aos movimentos de massa devido às condições climáticas, pois é uma região marcada por chuvas intensas. Nos grandes centros urbanos, essa situação se torna ainda mais



catastrófica, em função do contínuo processo de ocupação urbana desordenada das encostas.

O verão é a estação mais chuvosa do Brasil, já que são registrados grandes volumes pluviométricos em diversas cidades e regiões do país. No Brasil, pode-se perceber que a ocorrência dos deslizamentos está quase sempre associada a eventos pluviométricos extremos. Os estados brasileiros mais afetados são: Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Paraíba (KOBAYAMA et al., 2006). Conforme as informações levantadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2019), 5,7% de todo território brasileiro possui risco muito alto de deslizamento, enquanto a alta suscetibilidade se refere a 10,4% do território.

Apesar das características naturais serem fatores importantes para desencadear movimentos de massa, em áreas urbanas, estes são impulsionados pela ação do homem, que tem se intensificado nas últimas décadas. Para Fernandes *et al.* (2001) e Gomes (2006), as ações humanas como cortes em talude, aterros, depósitos de lixo, modificações na drenagem, desmatamentos, dentre outras, têm aumentado a vulnerabilidade das encostas para a formação desses processos.

Os deslizamentos podem causar fatalidades ou danos à natureza, construções e infraestruturas, e por isso é um tema que possui grande importância, devendo ser compreendido e estudados mais detalhadamente como forma de prevenir grandes danos e até mesmo fatalidades. Como forma de prever e sinalizar a população de possíveis movimentos, trabalhos para reconhecimento de área de alto risco a movimentos vêm sendo realizados. Porém devido ao grande volume de regiões de risco, na maioria dos casos, esses trabalhos não conseguem acompanhar satisfatoriamente o crescimento populacional e a consequente modificação do relevo. Além disso, existe uma escassez de informações atuais sobre determinadas regiões do país.

Considerando a necessidade de realização de mais estudos sobre áreas de risco nos bairros do município de Itabira-MG, bem como a expansão populacional ocorrida nos últimos anos na região, este trabalho pretende avaliar, a partir do levantamento de uma área considerada de alto risco no ano de 2014 pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), cujo nome fantasia é Serviço Geológico do Brasil (SGB), a necessidade de atualização do mapa de risco da região. Para isso, será verificado se a região analisada permanece com o mesmo risco de movimento de massa, reportado pela SGB em 2014, ou se a situação se agravou nos últimos anos.

A partir desse trabalho, pretende-se também discorrer sobre uma metodologia de mapeamento área de risco, de forma a prevenir futuros desastres na região e conscientizar a população sobre os riscos da construção irregular em encostas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Tipos de movimento de massa

Segundo Gerscovich (2016), entende-se como movimento de massa qualquer deslocamento de um determinado volume de solo. Portanto, entender as características de cada tipo de movimento de massa é essencial para o monitoramento e prevenção de desastres.

Alguns tipos de movimentos estão presentes na maioria das classificações, e de acordo com a classificação proposta por Augusto Filho (1992), os movimentos de massa

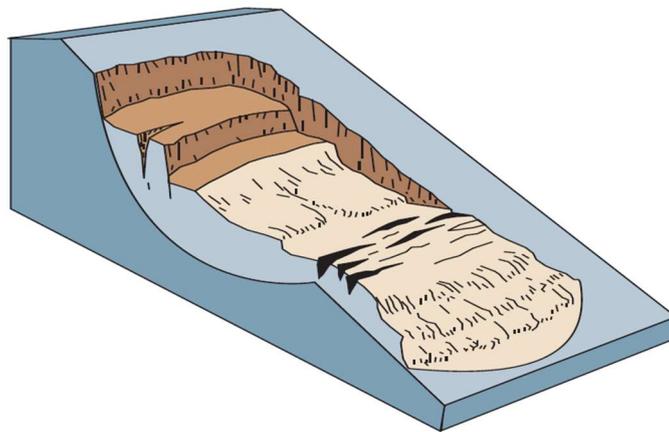
podem ser classificados em quatro categorias: escorregamento, escoamento, queda de blocos e corridas.

a. Escorregamento

Escorregamentos são movimentos de massa rápidos e de curta duração, com uma superfície de ruptura bem definida, onde o centro de gravidade do material se desloca para baixo e para o lado do talude, podendo ser circulares, translacionais, planas ou uma combinação de ambas.

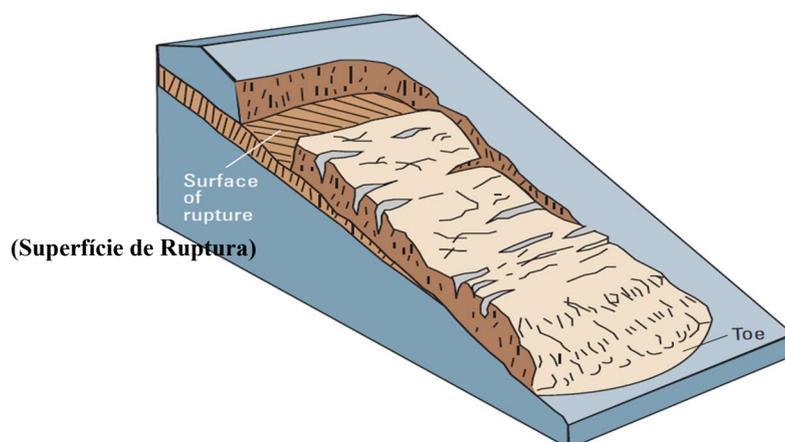
Segundo Caputo e Rodrigues (2015), se o movimento de solos coesivos homogêneos for acompanhado predominantemente por rotação é conhecido como escorregamento rotacional (Figura 1), já se for de maciços rochosos estratificados acompanhado por translação é chamado de escorregamento translacional (Figura 2).

Figura 1 - Escorregamento rotacional



Fonte: (HIGHLAND, 2008)

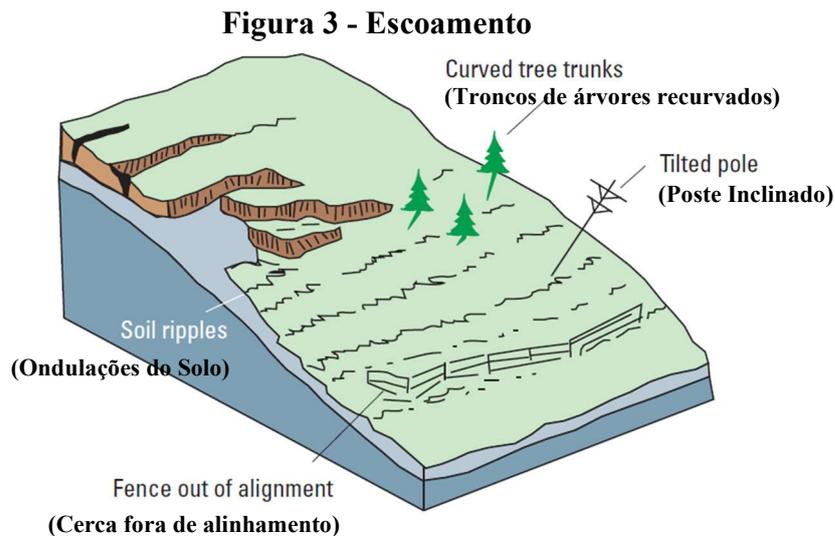
Figura 2 - Escorregamento translacional



Fonte: (ADAPTADO DE HIGHLAND, 2008)

b. Escoamento

Escoamentos, também conhecidos como rastejos, são movimentos lentos e contínuos, com superfícies indefinidas e geralmente têm as causas associadas a ação da gravidade e a variação de umidade e temperatura. Geralmente envolve grandes áreas, não sendo possível a diferenciação visual de áreas estáveis e instáveis. Alguns sinais que podem evidenciar a ocorrência desse fenômeno são árvores inclinadas ou com troncos recurvados, postes inclinados, rupturas em elementos rígidos etc, conforme ilustrado na figura 3.



Fonte: (ADAPTADO DE HIGHLAND, 2008)

c. Queda de blocos

As quedas envolvem blocos rochosos, que caem pela ação da gravidade, com ausência de superfície de movimentação (Figura 4). São movimentos rápidos, podendo ser por queda livre, salto ou rolamento de material. Segundo Gerscovich (2016), os blocos se originam na ação do intemperismo ou pressão hidrostática nas fraturas, perda de desconfinamento lateral, vibrações entre outros.

Figura 4 – Queda de blocos

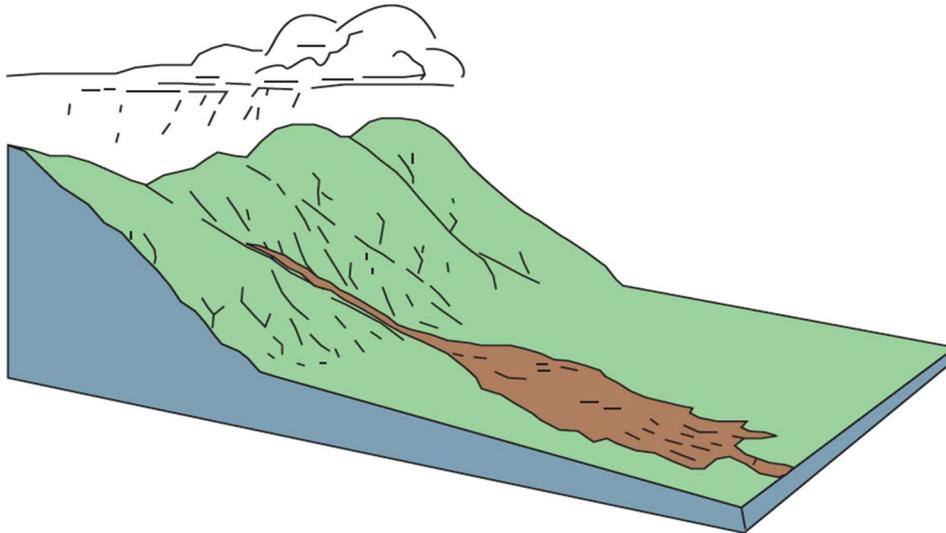


Fonte: (HIGHLAND, 2008)

d. Corridas

Segundo Gerscovich (2016), corridas são movimentos rápidos de grande volume de material, nos quais há perda total de resistência do solo, fazendo com que ele se comporte como um fluido (Figura 5). Por consequência, são capazes de atingir grandes extensões e possuem alto poder de destruição. Geralmente a causa mais frequente das corridas é a precipitação intensa.

Figura 5 – Corridas



Fonte: (HIGHLAND, 2008)

2. Principais influências no deslizamento de massa

O desenvolvimento urbano desordenado, por meio da ocupação de encostas de morros e serras, resulta no aumento dos níveis de risco de desastres associados a deslizamentos, inundações, corridas de massa, erosão e solapamento de margens (SILVA, 2016).

Nos últimos anos, o aumento significativo dos deslizamentos nas encostas urbanas está vinculado à ocupação desordenada do território em áreas com alta suscetibilidade. Juntamente conectado a isto, verifica-se um aumento na frequência e na intensidade de eventos de chuva devido a mudanças climáticas (CORDERO et al., 2009).

Assim, deslizamentos de terra são um fenômeno de origem natural, entretanto são potencializados pela ação antrópica, ou seja, pela atividade humana. Ocorre com mais frequência em áreas de relevo acidentado, como serras e morros, e é caracterizado pelo movimento descendente do solo e/ou fragmentos de rocha e outros detritos pelas encostas (GUITARRARA, 2022).

Guitarrara (2022) aborda que os deslizamentos são desencadeados pela presença de fissuras no solo ou na rocha e pela atuação conjunta de fatores externos, tanto naturais quanto antrópicos. A autora cita as principais causas do deslizamento de terra (GUITARRARA, 2022):

a) Causas naturais: *Tipo de solo:* solos pouco compactos, em que há grande infiltração de água, são suscetíveis aos deslizamentos. Com isso, a água se acumula no solo e o deixa

com a saturação muito elevada, ou encharcado, aumentando as chances desse substrato desagregar e descer encosta abaixo. *Relevos acidentados e declividade das encostas*: a declividade de encostas é determinante de movimentos de massa como os deslizamentos. Quanto maior o ângulo de inclinação, menor a estabilidade. São consideradas íngremes encostas com ângulos acima de 20°. *Chuvas intensas*: chuvas muito fortes e concentradas em um curto período tornam as encostas suscetíveis aos deslizamentos, especialmente aquelas desprovidas de cobertura vegetal. O aumento repentino no volume de água recebido pelo solo provoca escoamentos superficiais mais intensos, o que gera as enxurradas. Esse movimento pode causar a desestabilização do solo, fazendo com que ele perca a sua coesão e desça até a base das encostas.

b) Causas antrópicas do deslizamento de terra: *Remoção da cobertura vegetal das encostas*: a vegetação auxilia na redução do impacto das gotas de chuva no solo, além de ter um sistema radicular que absorve parte da água que infiltra no solo, contribuindo para que ele não fique saturado. O desmatamento acaba com o papel de proteção que a cobertura vegetal possui. *Construções em encostas*: a ocupação de terrenos íngremes, como encostas de morros, comum nos grandes centros urbanos como resultado da urbanização desordenada, e, conseqüentemente, as obras e a construção de casas e outros estabelecimentos nessas áreas aumentam o peso sobre o solo, o que pode eventualmente afetar seu equilíbrio e acarretar deslizamentos. *Descarte irregular de lixo e outros detritos*: além do entupimento de vias de escoamento da água, o descarte de lixo feito de forma inadequada diretamente no solo, por exemplo, provoca o aparecimento de gases, como o metano, que causam movimentos de massa. Em casos mais raros, explosões associadas à presença desse gás podem provocar também os deslizamentos.

Nesse sentido, em suma, um deslizamento acontece quando a relação entre a resistência ao cisalhamento do material e a tensão de cisalhamento na superfície potencial de movimentação decresce até atingir uma unidade. Isso significa que no momento em que a força gravitacional vence o atrito interno das partículas, responsável pela estabilidade, a massa de solo movimentada encosta abaixo (SILVA, 2016).

Acrescenta-se que, para Guerra (1993), os fatores determinantes dos deslizamentos englobam, especialmente: a declividade do relevo, os eventos de chuva, a cobertura vegetal e a estabilidade das vertentes. Este último sofre interferência da topografia e dinâmica dos processos hidrológicos, na qual os processos de escoamento estão associados às maneiras de relevo, são variados e dependem da natureza multivariada dos fenômenos físicos, químicos, biológicos e antrópicos.

De modo a complementar, Oliveira (1998) abordou que os deslizamentos são caracterizados por movimentos rápidos, bruscos, onde o principal agente deflagrador do processo é a água, muitas vezes, associado a desmatamentos, erosão e variação de temperatura. Entretanto, a água contribui diretamente, uma vez que através da infiltração e encharcamento do solo, propicia-se a formação de fendas, trincas e juntas que provocam o surgimento de superfícies de ruptura pela atuação de pressões hidrostáticas que reduzem a resistência dos solos através da perda da coesão. Como consequência, tem-se o deslizamento.

O modo como a população utiliza e interage com o solo pode torná-lo mais suscetível aos diferentes tipos de movimentos de massa, dentre os quais está a desagregação do solo e o seu deslizamento até a base das encostas de morros ou serras. Por essa razão, eles são mais graves quando acontecem em áreas urbanas (GUITARRARA, 2022).



No Brasil, os deslizamentos de terra acontecem em todo o território e, geralmente, são mais frequentes durante os meses de verão, uma vez que é a estação do ano mais chuvosa no país, com precipitações recorrentes e intensas em várias regiões. Além disso, tem-se as causas naturais associadas a esse fenômeno, a urbanização desordenada, sem planejamento, que potencializou a sua ocorrência com as construções realizadas nas encostas de morros e serras, lugares já altamente suscetíveis aos movimentos de massa (SOUZA, 2020).

No Brasil pode-se perceber que a ocorrência dos deslizamentos está quase sempre associada a eventos pluviométricos extremos (KOBAYAMA et al., 2006).

3. METODOLOGIA

Este trabalho consiste em um estudo de caso realizado no Bairro Gabiroba no Município de Itabira/MG, e tem como objetivo principal avaliar a necessidade de atualização do mapa de risco da região, verificando se a mesma apresenta áreas com risco de movimento de massa inalterado ou se a situação se agravou nos últimos anos.

Esta pesquisa caracteriza-se como bibliográfica pois apresenta uma revisão da literatura baseada em livros e artigos, documental pois foi utilizado relatório técnico emitido pela SGB para ser o levantamento inicial e a partir daí obter novos dados, além disso se caracteriza como descritiva e exploratória.

A coleta de dados deste trabalho ocorreu por meio de uma visita de campo com a aplicação de um formulário de avaliação visual de riscos, que permitiu verificar a situação atual da região em comparação ao último levantamento realizado no ano de 2014. Imagens disponibilizadas pelo software Google Earth também foram utilizadas como fonte de dados, onde se pode verificar as mudanças que ocorreram na região de forma visual. Os dados obtidos são de natureza qualitativa.

O formulário utilizado para a coleta das informações, que está apresentado no quadro 1, foi elaborado considerando o formulário utilizado no levantamento realizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), e o modelo proposto pelo Ministério das Cidades. Esse formulário permite o avaliador determinar, baseado em uma análise empírico dedutiva, o grau de risco da região segundo a classificação de riscos proposta pelo Ministério das Cidades (2006), conforme quadro 2.

Foram avaliados os principais pontos que interferem diretamente na estabilidade de taludes, caracterização do local, potencial de saturação do solo, vegetação e sinais de movimentação. O potencial de saturação do solo, a origem e destino da água, já que a água é o principal agente deflagrador de um deslizamento. Os sinais de movimentação são o parâmetro mais importante a ser avaliado, o solo dá sinais de movimentação antes do deslizamento, a observação desses sinais é de extrema importância para a classificação de riscos e a retirada de moradores do local. O tipo de talude, se é natural, de corte ou aterro e o tipo de solo, são parâmetros úteis para a determinação de um possível tipo de movimento. E a vegetação que desempenha um papel importante na proteção do solo, uma vez que o desmatamento pode propiciar a erosão e outros movimentos de solo (GUIDICINI; NIEBLE, 1984).

Quadro 1 - Formulário de Avaliação Visual de Riscos

MODELO DE FORMULÁRIO - MAPEAMENTO DE RISCO GEOLÓGICO	
Local: _____	Data: ____/____/____
Processo ocorrido: _____	
Condições de acesso a área:	
<input type="checkbox"/> Via de terra	<input type="checkbox"/> Rua asfaltada
<input type="checkbox"/> Escadaria	<input type="checkbox"/> Outros _____
Caracterização do local	
Tipo de talude	Tipo de material
<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Solo
<input type="checkbox"/> De corte	<input type="checkbox"/> Aterro
	<input type="checkbox"/> Rocha
Potencial de saturação do solo	
<input type="checkbox"/> Presença de fossa	
<input type="checkbox"/> Presença de esgoto	
<input type="checkbox"/> Surgência de água	
<input type="checkbox"/> Vazamento	
<input type="checkbox"/> Drenagem de água pluvial	
<input type="checkbox"/> Ausência de drenagem	
Vegetação no talude ou proximidades	
<input type="checkbox"/> Presença de árvores	
<input type="checkbox"/> Área desmatada	
<input type="checkbox"/> Vegetação rasteira	
<input type="checkbox"/> Área de cultivo	
<input type="checkbox"/> Presença de bananeiras	
Sinais de movimentação	
<input type="checkbox"/> Trincas no terreno ou moradias	
<input type="checkbox"/> Degraus de abatimento	
<input type="checkbox"/> Inclinação de postes, muros ou árvores	
<input type="checkbox"/> Muros/paredes "embarrigados"	
<input type="checkbox"/> Cicatriz de escorregamento próxima a moradia	
Grau de risco	
<input type="checkbox"/> Muito Alto	<input type="checkbox"/> Médio
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Baixo

Fonte: (Elaborado pelos autores, 2022)



Quadro 2 - Classificação de riscos (Ministério das Cidades)

GRAU DE RISCO	DESCRIÇÃO
R1 - Baixo	<ul style="list-style-type: none"> • Não há evidências de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens; • Sendo mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
R2 - Médio	<ul style="list-style-type: none"> • Observa-se a 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 episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.
R3 - Alto	<ul style="list-style-type: none"> • 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. • Sendo mantidas as condições existentes, é possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.
R4 - Muito Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Os sinais de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de deslizamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) são expressivos e estão presentes em grande número ou magnitude. • Sendo mantidas as condições existentes, há grande probabilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.

Fonte: (Ministério das Cidades, 2022)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi realizado um mapeamento da região no ano de 2014, com o objetivo de definir o grau de risco e propor sugestões de intervenção. De acordo com a pesquisa realizada pela CPRM (2014), definiu que a área é uma encosta convexa de aproximadamente 40 metros de altura, cujo solo tem um perfil argiloso-arenoso sobre rocha gnáissica. A área no período analisado era pouco habitada, porém já apresentava sinais claros de expansão de maneira desordenada em toda extensão da encosta, no estilo corte/aterro, conforme ilustrado na figura 6.

O relatório da pesquisa concluiu que o terreno possuía um alto risco de erosão e deslizamento e propôs algumas sugestões de intervenção considerando o cenário no período.

No ano de 2018 já é possível constatar a expansão da região, conforme ilustrado na figura 7.

Figura 6 – Região de estudo – junho 2014



Fonte: Google Earth

Figura 7 – Região de estudo – setembro 2022



Fonte: Google Earth

Conforme evidenciado no quadro 2, as moradias são em sua maioria mistas e de baixo padrão construtivo e é possível constatar que o solo não foi tratado da maneira correta, com aterros sem compactação ou contenção e cortes logo abaixo dos aterros, o que coloca as moradias em risco de deslizamento de aterro ou desabamento do corte.

Após a análise visual e levantamento feito em campo, onde foi utilizado o modelo de formulário apresentado, e comparação das fotos do ano de 2014 com o ano de 2022, é possível constatar um grande aumento no número de residências construídas no estilo corte/aterro, diminuição da área de vegetação e a presença de bananeiras em alguns



pontos, conforme figura 8, o que torna a região suscetível ao processo de movimentos de massa. Além disso, nota-se na mesma figura a alta declividade das encostas.

Quadro 2 – Formulário de avaliação de risco preenchido

MODELO DE FORMULÁRIO - MAPEAMENTO DE RISCO GEOLÓGICO	
Local: Rua Almir Pessoa de Magalhães - Bairro Gabiroba	Data: 20/11/2022
Processo ocorrido: Deslizamento	
Condições de acesso a área:	
<input checked="" type="checkbox"/> Via de terra	<input checked="" type="checkbox"/> Rua asfaltada
<input type="checkbox"/> Escadaria	<input type="checkbox"/> Outros _____
Caracterização do local	
Tipo de talude	Tipo de material
<input checked="" type="checkbox"/> Natural	<input checked="" type="checkbox"/> Solo
<input checked="" type="checkbox"/> De corte	<input checked="" type="checkbox"/> Aterro
	<input type="checkbox"/> Rocha
Potencial de saturação do solo	
<input type="checkbox"/> Presença de fossa	
<input type="checkbox"/> Presença de esgoto	
<input type="checkbox"/> Surgência de água	
<input type="checkbox"/> Vazamento	
<input checked="" type="checkbox"/> Drenagem de água pluvial	
<input type="checkbox"/> Ausência de drenagem	
Vegetação no talude ou proximidades	
<input checked="" type="checkbox"/> Presença de árvores	
<input checked="" type="checkbox"/> Área desmatada	
<input type="checkbox"/> Vegetação rasteira	
<input type="checkbox"/> Área de cultivo	
<input checked="" type="checkbox"/> Presença de bananeiras	
Sinais de movimentação	
<input type="checkbox"/> Trincas no terreno ou moradias	
<input type="checkbox"/> Degraus de abatimento	
<input type="checkbox"/> Inclinação de postes, muros ou árvores	
<input type="checkbox"/> Muros/paredes "embarrigados"	
<input checked="" type="checkbox"/> Cicatriz de escorregamento próxima a moradia	
Grau de risco	
<input type="checkbox"/> Muito Alto	<input type="checkbox"/> Médio
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Baixo

Fonte: (Elaborado pelos autores, 2022)

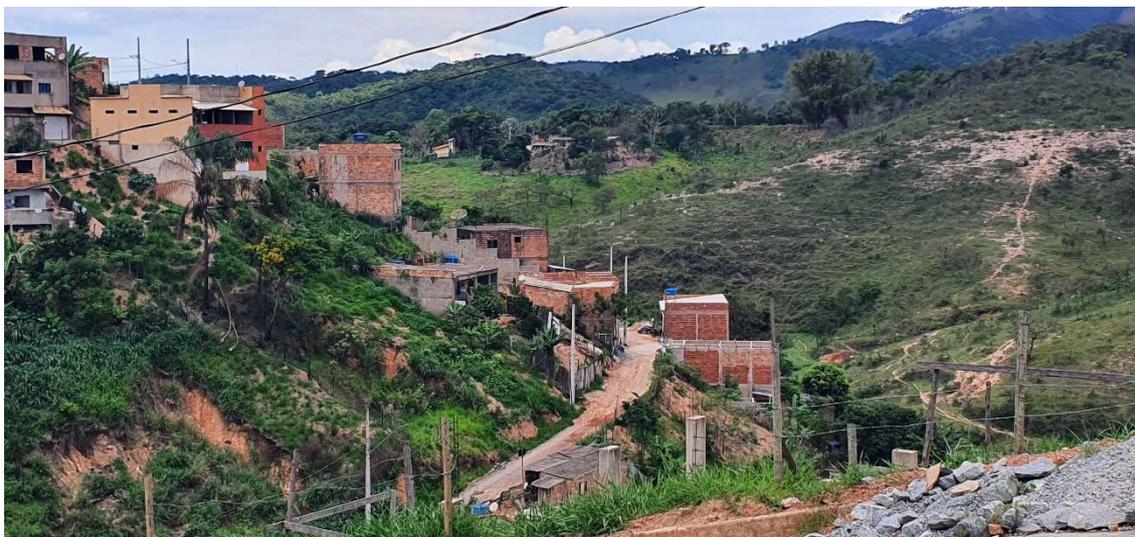
Figura 8 – Região de estudo – presença de vegetação (novembro 2022)



Fonte: (Elaborado pelos autores, 2022)

Verificou-se também que o local é de fácil acesso, onde algumas vias pavimentadas e outras são vias de terra. Por meio do levantamento foi possível constatar que o local possui drenagem de água pluvial, tais como sarjetas, bueiros, poços de visitas, e esgotamento sanitário. Não foram constatados pontos de vazamento ou surgência de água, conforme figuras 9 e 10. Não havia a presença de estruturas de contenção, não havia também sinais de intervenções visando a redução da probabilidade de deslizamentos.

Figura 9 – Região de estudo – sistema viário (novembro 2022)



Fonte: (Elaborado pelos autores, 2022)

Figura 10 – Região de estudo – sistema viário (novembro 2022)



Fonte: (Elaborado pelos autores, 2022)

Através da figura 11, é possível verificar cicatrizes de escorregamentos em alguns pontos próximos a moradias. Não foram constatadas trincas em moradias ou nos terrenos, degraus de abatimento, inclinação de postes ou árvores e muros embarrigados.

Figura 11 – Região de estudo – marcas de escorregamentos (novembro 2022)



Fonte: (Elaborado pelos autores, 2022)



CONCLUSÕES

O presente artigo teve o objetivo de avaliar a necessidade de atualização do mapa de risco da região de estudo, visto que o levantamento anterior é do ano de 2014, onde o local já apresentava sinais claros de expansão desordenada.

Em levantamentos visuais realizados em campo e através do software Google Earth, pôde-se confirmar a expansão desordenada no local, com um aumento significativo no número de residências, no estilo corte/aterro, não sendo possível identificar sistemas de contenção, o que favorece a ocorrência de deslizamentos de massa.

Através de formulário de análise, onde foram analisados pontos que interferem diretamente na estabilidade de taludes, tais como drenagem, esgotamento sanitário, contenção, presença de cicatrizes de escorregamento, vegetação entre outros fatores, pôde-se concluir que o local se manteve com Alto Risco de movimento de massa, pois os cortes e aterros não possuem sistema de contenção, há presença de cicatrizes de escorregamento e há alguns pontos onde já houve deslizamento de massa.

Pôde-se concluir que o local se manteve com Alto Risco de movimento de massa, pois os cortes e aterros não possuem sistema de contenção, há presença de cicatrizes de escorregamento e há alguns pontos onde já houve deslizamento de massa.

Devido ao local ter se mantido em Alto Risco, sugere-se acompanhamento de órgãos competentes, principalmente em épocas de chuva intensa, onde o risco é agravado. Além disso, deve-se orientar a população sobre os riscos envolvidos na ocupação de áreas com alta declividade e solo pouco resistente.

Como trabalhos futuros, recomenda-se a utilização de uma análise quantitativa de risco de movimento de massa e aplicação de uma escala que possibilite a identificação de todas as moradias em risco.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus, por iluminar nossa caminhada no decorrer desses dias tão cansativos e abençoar as nossas escolhas. Obrigado, meu Senhor, pois em momento algum nos deixou fraquejar diante das nossas dificuldades!

Ao nosso orientador Harley Viana, por tamanha ajuda na elaboração do nosso trabalho. Ficamos gratos por confiar em nosso potencial, por toda sua dedicação nos guiando no decorrer deste trabalho, dando todo suporte.

Aos nossos amigos e colegas de faculdade, muito obrigado por todo o companheirismo no decorrer destes anos.

Todo o mérito deste trabalho também dedicamos as nossas famílias, que sempre foram nosso referencial como seres humanos batalhadores, que através de sua persistência conseguiram vencer as dificuldades impostas pela vida. Seremos eternamente gratos por todo o cuidado, pelo amor incondicional, pelo apoio em nossas decisões e por sempre acreditarem em nossos sonhos.

Enfim, obrigado a todos que direta ou indiretamente contribuíram por nossa conquista.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

BANDEIRA, C. & FLORIANO, E.P. (2004) Avaliação de impacto ambiental de rodovias. 1ª edição. ANORGS, Santa Rosa.

BRASIL. Secretária da educação. Disponível em: <
<https://www.educacao.sp.gov.br/conheca-orientacoes-para-se-proteger-de-enchentes-e-tempestades-e-prevenir-deslizamentos/>>. Acesso em 21 de outubro de 2022.

BRASIL, Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA, A. T. (orgs.), Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br>

CAPUTO, Homero P.; CAPUTO, Armando N.; RODRIGUES, J. Martinho de A. Mecânica dos Solos e suas Aplicações - Mecânica das Rochas, Fundações e Obras de Terra - Vol. 2, 7ª edição. [Digite o Local da Editora]: Grupo GEN, 2015. E-book. ISBN 978-85-216-3007-4. Disponível em:
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-3007-4/>. Acesso em: 15 out. 2022.

CORDERO; M.; et al. Estudo da precipitação máxima diária para Blumenau/SC e o evento de novembro de 2008. **Anais XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Campo Grande, Brasil, 2009.

FERNANDES, N. F. et al. Condicionantes geomorfológicos dos deslizamentos nas encostas: avaliação de metodologias e aplicação de modelo de previsão de áreas susceptíveis. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2, p. 51-71, 2001. ISSN 1.

GERSCOVICH, D. M. S. Estabilidade de taludes. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.
 GOMES, R. A. T. **Modelagem de Previsão de Movimentos de Massa a partir da Combinação de Modelos de Escorregamentos e Corridas de Massa**. Rio de Janeiro, 2006. 180p. Tese (Doutorado), Curso de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

GUERRA, A. T. Dicionário Geológico Geomorfológico. 8ª Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 446p.

GUIDICINI, G., e NIEBLE, C. M. **Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação**. São Paulo: Editora da USP, 1984.

GUIMARÃES, R. F. et al. Movimentos de Massa. In: FLORENZANO, T. G. Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. Cap. 6, p. 159 – 184.

GITARRARA, Paloma. Deslizamento de terra no Brasil. 2022. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/enchentes-deslizamentos-terra-no-brasil-principais-causas.htm>. Acesso em 22 de outubro de 2022.

HIGHLAND, L.M., BOBROWSKY, P., 2008, The landslide handbook—A guide to understanding landslides: Reston, Virginia, U.S. Geological Survey Circular 1325, 129 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. Disponível em: <



<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estudos-ambientais/21538-populacao-em-areas-de-risco-no-brasil.html?=&t=acesso-ao-produto>>. Acesso em 20 de outubro de 2022.

Ata da defesa de trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil

Às 19:00 horas do dia 05 do mês de dezembro de 2022, reuniu-se para a defesa pública *online*, por meio da plataforma Zoom, junto ao Centro Universitário UNA - Itabira, a Banca Examinadora de Trabalho de Conclusão de Curso para julgar, em exame final, o trabalho intitulado Deslizamento de encostas: estudo de caso no bairro Gabiroba, Itabira-MG, escrito pelos alunos Natalí das Graças Arantes, Rony Costa Nardi Simões, Tainah Aparecida Alves Ferreira, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Engenheiro Civil.

Abriendo a sessão, o Presidente da Banca, Professor orientador Harley Francisco Viana após dar conhecimento aos presentes do procedimento de defesa, passou a palavra aos alunos para apresentação oral do trabalho. Após a apresentação do trabalho, os alunos foram arguidos pelos membros da banca. Em seguida, a Banca Examinadora reuniu-se, sem a presença dos alunos e do público, para julgamento e expedição do resultado final. A banca examinadora atribuiu as seguintes notas:

	Trabalho escrito (10)	Apresentação Oral (10)
Notas	8,7	9,0
Média Aritmética	8,9	

Os alunos foram considerados APROVADOS com Nota Final 8,9, sendo esse resultado final comunicado publicamente pelo Presidente da Banca Examinadora.

A publicação do conceito final fica condicionada a postagem de uma cópia definitiva da versão digital do trabalho em pdf (incluir a folha de assinaturas assinada) no RUNA, com todas as correções solicitadas pela banca, bem como da autorização para publicação do trabalho pelo Centro Universitário Una - Itabira (termo de cessão de direitos).

Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.



Prof. Harley Francisco Viana
Prof. Orientador



Profa. Livia L. Ferreira dos Santos
Examinador 1



Profa. Bruna Gobbo Aguas
Examinador 2

Itabira, 5 de dezembro de 2022.