

Diagnóstico dos deslizamentos de massa ocorridos na Região Leste do município de Juiz de Fora - MG

Diagnosis of landslides that occurred in the East Region of the city of Juiz de Fora - MG

Diagnóstico de deslizamientos ocurridos en la Región Este de la ciudad de Juiz de Fora - MG

Aline Gasparoni dos Santos

Mestranda, UFJF, Brasil.
alinegasparonisantos1@gmail.com

Sandilla Santana de Oliveira

Mestranda, UFJF, Brasil.
sandilla.oliveira@estudante.ufjf.br

Cézar Henrique Barra Rocha

Professor Doutor, UFJF, Brasil.
barra.rocha@engenharia.ufjf.br

Camila Rosa Galvão da Costa

Engenheira Civil, Defesa Civil de Juiz de Fora, Brasil.
camilargalvaocosta@gmail.com

Amanda Rodrigues da Silva Oliveira

Engenheira Civil, Defesa Civil de Juiz de Fora, Brasil.
amandadefesaciviljf@gmail.com

RESUMO

O crescimento desordenado das cidades traz consequências significativas à segurança da população que constrói suas moradias em locais de topografia acidentada e com alta possibilidade de ocorrência de deslizamentos, os quais, podem causar grandes prejuízos materiais, sociais e ambientais. Diante do exposto, o escopo deste trabalho é realizar um diagnóstico dos deslizamentos de massa ocorridos na Região Leste do município de Juiz de Fora/MG, utilizando técnicas de geoprocessamento, a fim de identificar as áreas de maior vulnerabilidade e, conseqüentemente, mais suscetíveis a escorregamentos e que demandam uma maior atenção do poder público. Para tal, utilizou-se uma metodologia qualitativa e quantitativa, por meio de revisão bibliográfica e análises dos Boletins de Ocorrências (BOs) atendidos pela Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil municipal. Foram levantados os dados dos três últimos períodos chuvosos do município (outubro de 2019 à março de 2020, outubro de 2020 à março de 2021, outubro de 2021 à março de 2022). Como resultados, espera-se contribuir para a melhoria da gestão municipal e da gestão dos riscos de desastres, de modo a reduzir os danos e prejuízos causados por essas catástrofes em prol do desenvolvimento de cidades resilientes.

PALAVRAS-CHAVE: Deslizamentos de massa. Gestão de risco e desastres. Cidades resilientes.

ABSTRACT

The disorderly growth of cities brings significant consequences to the safety of the population that builds their homes in places with rugged topography and with a high possibility of occurrence of landslides, which can cause great material, social and environmental damage. Given the above, the scope of this work is to carry out a diagnosis of landslides that occurred in the East Region of the municipality of Juiz de Fora/MG, using geoprocessing techniques, in order to identify the areas of greatest vulnerability and, consequently, more susceptible to landslides and that demand greater attention from the public authorities. To this end, a qualitative and quantitative methodology was used, through a bibliographical review and analysis of the Occurrence Bulletins (BOs) attended by the Municipal Undersecretary of Protection and Civil Defense. Data from the last three rainy periods in the municipality were collected (October 2019 to March 2020, October 2020 to March 2021, October 2021 to March 2022). As a result, it is expected to contribute to the improvement of municipal management and of disaster risk management, in order to reduce the damage caused by these catastrophes in favor of the development of resilient cities.

KEY WORDS: Mass landslides. Risk and disaster management. Resilient cities

RESUMEN

El crecimiento desordenado de las ciudades trae importantes consecuencias para la seguridad de la población que construye sus viviendas en lugares de topografía accidentada y con alta posibilidad de ocurrencia de deslizamientos, los cuales pueden ocasionar grandes daños materiales, sociales y ambientales. Dado lo anterior, el objetivo de este trabajo es realizar un diagnóstico de deslizamientos ocurridos en la Región Este del municipio de Juiz de Fora/MG, utilizando técnicas de geoprocésamiento, con el fin de identificar las áreas de mayor vulnerabilidad y, en consecuencia, más susceptibles a deslizamientos y que demandan mayor atención por parte de las autoridades públicas. Para ello, se utilizó una metodología cualitativa y cuantitativa, a través de una revisión bibliográfica y análisis de los Boletines de Ocurrencia (BO) atendidos por la Subsecretaría de Protección y Defensa Civil Municipal. Se recolectaron datos de los últimos tres periodos lluviosos en el municipio (octubre 2019 a marzo 2020, octubre 2020 a marzo 2021, octubre 2021 a marzo 2022). Como resultado se espera contribuir a la mejora de la gestión municipal y del riesgo de desastres gestión, con el fin de reducir los daños causados por estas catástrofes a favor del desarrollo de ciudades resilientes.

PALABRAS CLAVE: Deslizamientos. Gestión de riesgos y desastres. Cidades resilientes.

1 INTRODUÇÃO

O acelerado crescimento das cidades aliado à falta de planejamento adequado causa efeitos negativos na disposição socioespacial dos municípios, principalmente em seu arranjo urbano. Esse processo comum a muitas cidades brasileiras leva a população menos favorecida optar por construções em áreas de risco, com condições geológicas e geomorfológicas inadequadas e que propiciam a ocorrência dos desastres hidrogeológicos (COSTA, 2012).

Construções em solos poucos resistentes, retirada da cobertura vegetal, assim como o incorreto descarte de resíduos sólidos ou o direcionamento de águas pluviais sobre o talude são alguns exemplos de ações humanas que alteram a forma do relevo, favorecendo a ocorrência dos eventos adversos, que por muitas vezes, geram perdas materiais e ambientais cada vez maiores (IBGE, 2013).

Os deslizamentos de massa estão entre os fenômenos naturais (intensificados pelas ações humanas) mais corriqueiros, além de possuírem um elevado potencial destrutivo para a sociedade.

Dessa maneira, se faz necessária a preparação de gestores e comunidades quanto à resiliência das cidades, isto é, para que essas sejam capazes de se recompor rapidamente diante a ocorrência de desastres, de modo organizado e eficaz, minimizando as perdas sociais e econômicas (UNDRR, 2015).

Além disso, é importante a busca por políticas e estratégias visando uma redução das calamidades. Nesse sentido, o geoprocessamento tornou-se uma ferramenta importante na análise de atributos do meio físico e suas técnicas vêm auxiliando os municípios a investirem com maior assertividade e eficiência em todas as ações que integram a gestão de risco e desastres.

Assim, é relevante que se façam análises das condições urbanas que favorecem as movimentações e os deslizamentos de terra, considerando padrões, tais como uso e ocupação do solo, feições do relevo, drenagem, e características da precipitação, entre outros, de modo a conhecer quais são as possíveis áreas mais suscetíveis a ocorrência destes eventos.

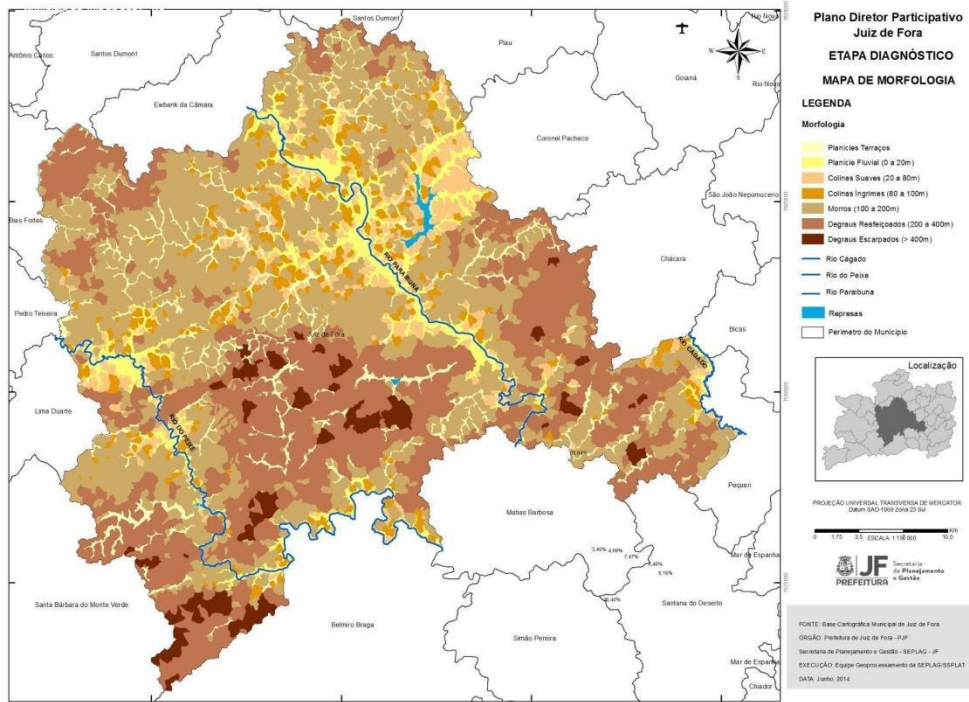
Estudos desta natureza se justificam pois servem de referência para as Defesas Civis municipais e o poder público local, tanto para ações de resposta quanto para as ações preventivas. Por fim, este estudo tem por objetivo gerar uma correlação entre as características locais da Região Leste de Juiz de Fora/MG e as ocorrências referentes a deslizamentos de solo, de modo a ajudar na elaboração de ações preventivas relacionadas aos desastres, preparando a população para lidar com as adversidades e, sobretudo, reduzindo os danos causados por essas catástrofes, contribuindo para o desenvolvimento de cidades mais resilientes.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

O município de Juiz de Fora, localiza-se na zona da mata mineira. Possui aproximadamente 2% de território plano, 15% de serras e os 83% restantes são mares de morro, conforme Figura 1 (JUIZ DE FORA, 2000).

Figura 1 - Mapa de morfologia no município de Juiz de Fora - MG



Fonte: Prefeitura de Juiz de Fora, 2022.

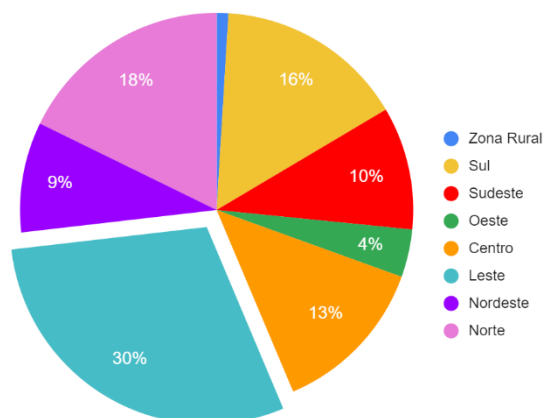
Portanto, devido às características morfológicas, geológicas e climáticas do município (visto os períodos chuvosos de grande intensidade), aliadas à ausência de planejamento urbano, é o terceiro município mineiro com a maior parcela da população residindo em áreas de risco, contabilizando aproximadamente 144 mil pessoas (25% da população), sendo cerca de 90 mil pessoas vivendo em áreas de risco alto (R3) ou muito alto (R4) (BATER, 2017; SSPDC, 2022).

2.2. Métodos

O presente trabalho consiste em um diagnóstico das ocorrências relacionadas a deslizamentos de massa na cidade de Juiz de Fora/MG, no período compreendido entre os anos de 2019-2022. Dessa forma, a metodologia foi dividida em duas etapas: a primeira refere-se a revisão bibliográfica, a partir de pesquisas em livros, dissertações e trabalhos semelhantes contendo o tema “deslizamentos de massa”; já a segunda, consiste em uma consulta no banco de dados do Sistema de Informações de Defesa Civil (SISDEC).

Em um levantamento dos dados disponíveis para consulta, verificou-se que a Zona Leste, no período determinado, foi a maior responsável pelos acionamentos referentes a movimentos de massa, contabilizando 30% do total, conforme verificado na Figura 2.

Figura 2 - Quantitativo das ocorrências relacionadas a movimentos de massa atendidas pela Defesa Civil de Juiz de Fora/MG



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

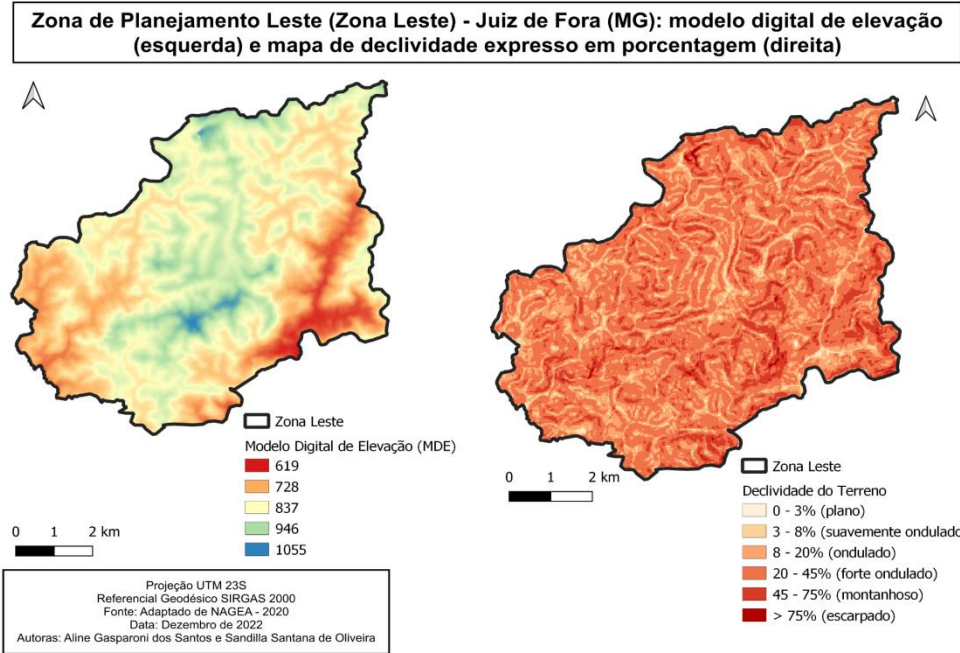
Sendo assim, a Região Leste, a qual concentra uma população de aproximadamente 80.000 habitantes (PJF, 2021), representando uma média de 13,85% da população municipal, foi a área de interesse do presente estudo.

2.3 Caracterização da Área de Estudo

Além de ser uma área populosa, os bairros formados derivaram-se, em sua maioria, de ocupações antrópicas em áreas de encostas declivosas (vide Figura 3) e em áreas de preservação permanente de cursos d'água, acarretando na descaracterização do ambiente, assim como na formação de áreas de risco, vide Figuras 3 e 4.

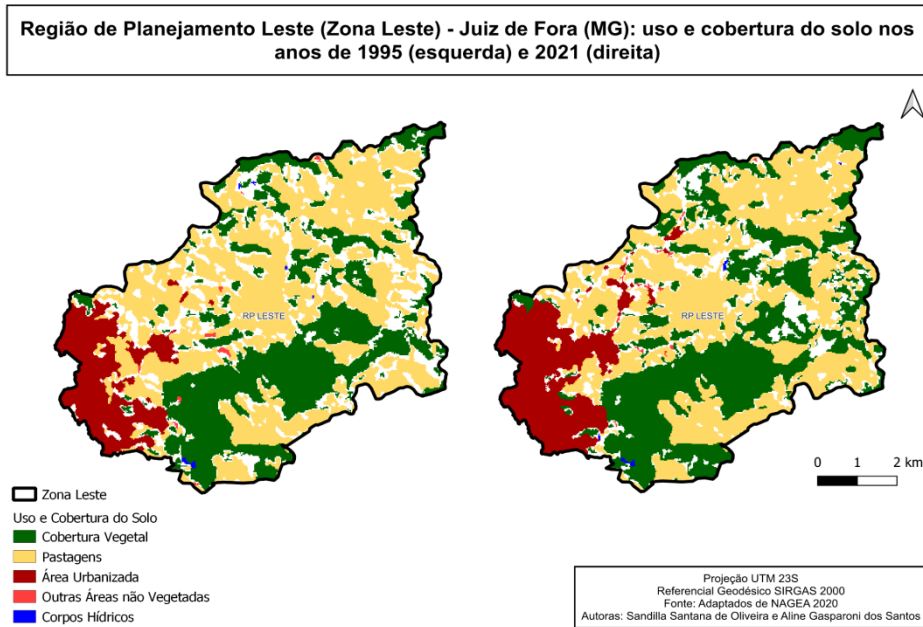
O modelo digital de elevação presente na Figura 3 indica as áreas mais altas (em tons de azul) e mais baixas (em tons de vermelho), em metros, da região de estudo. Por meio de sua análise é possível perceber a irregularidade do relevo da região, o que se confirma ao se analisar o mapa de declividade, também presente na Figura 3, que mostra as diferentes inclinações do terreno, em porcentagens, conforme consta na legenda do mesmo.

Figura 3: Modelo Digital de Elevação e Modelo Declividade da Região Leste de Juiz de Fora – MG.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4 - Uso e ocupação do solo - Região Leste de Juiz de Fora – MG.



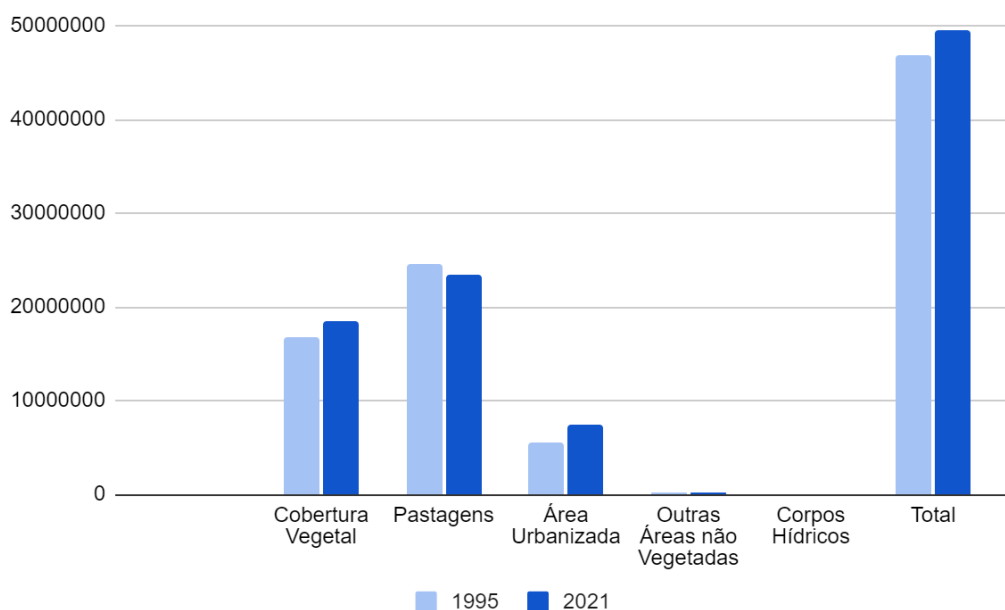
Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 1: Uso e cobertura do solo nos anos de 1995 e 2021.

Uso e Cobertura do Solo - Zona Leste / Juiz de Fora (MG) - dados em km²		
	1995	2021
Cobertura Vegetal	16.682.200	18.437.700
Pastagens	24.518.900	23.496.500
Área Urbanizada	5.539.600	7.447.000
Outras Áreas não Vegetadas	152.200	132.900
Corpos Hídricos	63.000	63.100
Total	46.955.900	49.577.200

Fonte: Elaborado pelos autores com base em MapBiomas, 2022.

Figura 5 - Uso e cobertura do solo Zona Leste nos anos de 1995 e 2021.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em MapBiomas, 2022.

Observando a Figura 4 é possível perceber o avanço da ocupação antrópica na região estudada. Por sua vez, a Tabela 1 e a Figura 5 dão uma visão em números do crescimento da área urbanizada neste período compreendido entre os anos de 1995 e 2021. É possível perceber, ainda, um pequeno aumento na área de cobertura vegetal da região, entretanto o percentual de crescimento de vegetação não é suficiente para fazer frente à degradação ambiental, o que favorece as movimentações de massas nos períodos mais chuvosos do ano.

3 REVISÃO TEÓRICA

3.1 Áreas de Risco

O Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) define área de risco como “Área onde existe a possibilidade de ocorrência de eventos adversos; local passível de ser atingido por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos”, ou seja, pessoas que moram próximas a essas áreas estão sujeitas a danos e perdas materiais e sociais.

Falando especificamente do município de Juiz de Fora, esse possui 500 setores de risco, de acordo com mapeamento realizado pela Defesa Civil, conforme especificado na Figura 6, desse total, 119 estão inseridos na Zona Leste.

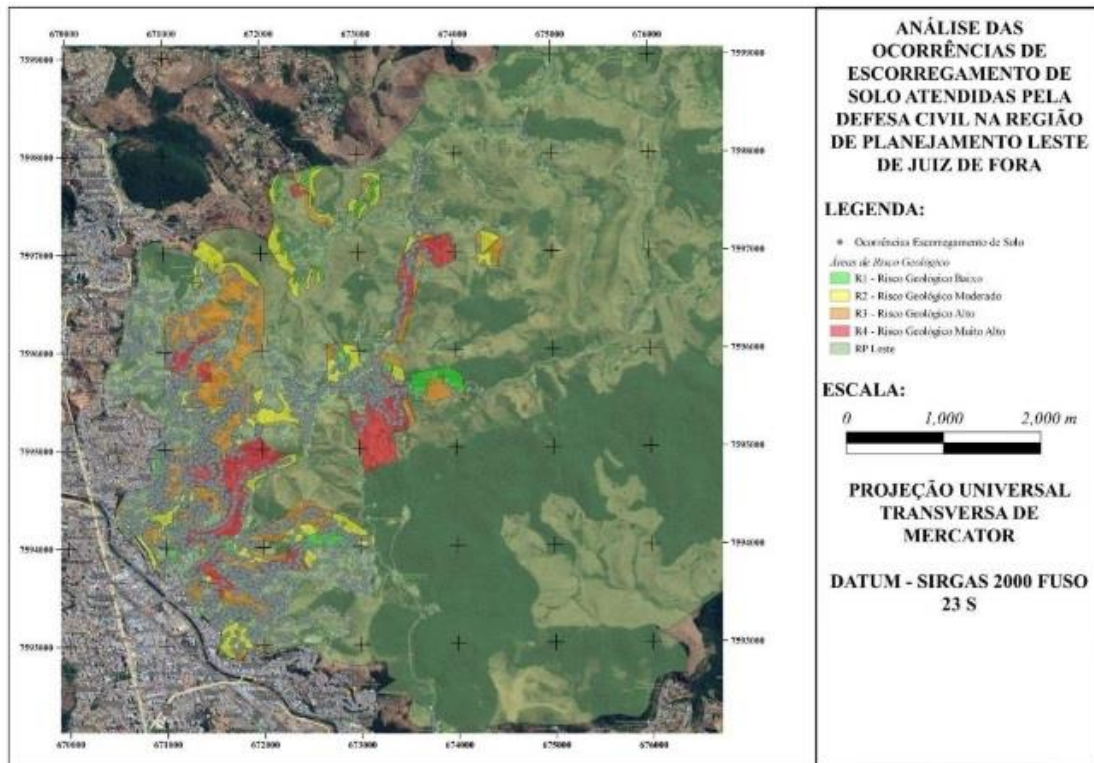
Figura 6: Classificação e descrição dos riscos.

Risco	Descrição
Baixo (R1)	Ausência de indícios de instabilidade no terreno, alto nível de resistência das construções. Mantidas as condições médias de chuvas para o local é baixa a possibilidade de destruição das construções por movimento gravitacional de massa.
Moderado (R2)	Há indícios pouco claros de instabilidade no terreno, alto a moderado nível de resistência das construções. Mantidas as condições médias de chuvas para o local é moderada a possibilidade de destruição das construções por movimento gravitacional de massa.
Alto (R3)	Indícios claros de instabilidade no terreno, baixo a moderado nível de resistência das construções. Mantidas as condições médias de chuvas para o local é alta a possibilidade de destruição das construções por movimento gravitacional de massa.
Muito alto (R4)	Presença marcante de indícios de instabilidade no terreno e baixos níveis de resistência das construções. Mantidas as condições médias de chuvas para o local é muito alta a possibilidade de destruição das construções por movimento gravitacional de massa.

Fonte: CEMADEN, 2018.

Analisando o quantitativo das ocorrências atendidas pela Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil (SSPDC) referentes a movimentações de massas, pode-se relacionar que as áreas mapeadas como Risco R3 (alto) e R4 (muito alto) são os locais com maiores deflagrações desses eventos adversos, conforme verificado na Figura 7.

Figura 7: Correlação entre áreas de risco x ocorrências de movimento de massa



Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2 Movimentos de massa

Os movimentos de massa (Figuras 8 a 11) podem ser caracterizados como o deslocamento de um certo volume de solo, e quando associado às encostas, são movimentos para baixo e para fora que ocorrem em encostas formadas por rochas, solos, aterros, ou uma composição desses materiais. Esses movimentos de massa são também resultados das ações de agentes externos como a gravidade, sobrecargas e a pluviosidade (ANDRADE, 2021).

Figuras 8 a 11: Deslizamentos de talude atendidos pela SSPDC.



Fonte: SSPDC, 2020.

A Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) denomina movimentos de massa em 4 (quatro) tipos, sendo eles: quedas, tombamentos e rolamentos; deslizamentos; corridas de massa; subsidências e colapsos. A Tabela 2 apresenta as definições para cada tipo de movimento de massa.

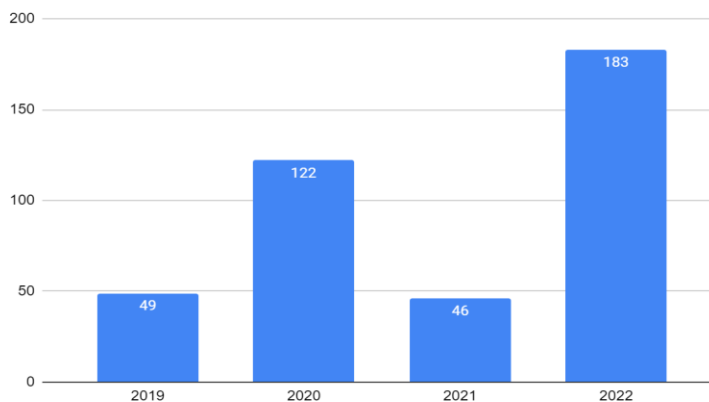
Tabela 2: Definição dos Movimentos de Massa.

Movimento de Massa	Definição
Quedas, tombamentos e rolamentos	As quedas de blocos ocorrem quando materiais rochosos se desprendem de encostas muito íngremes, em um movimento rápido de queda livre; Os tombamentos são movimentos rotacionais de blocos de solo ou rocha em torno de um ponto ou abaixo do centro de gravidade da massa desprendida; e os rolamentos são movimentos que ocorrem ao longo das encostas devido à perda de apoio de blocos de rocha.
Deslizamentos	Movimentos rápidos de solo ou rocha que se deslocam para baixo e para fora do talude, apresentando superfície de ruptura bem definida.
Corridas de massa	Ocorrem quando, por índices pluviométricos excepcionais, rocha/solo/detrito, misturados com a água, têm comportamento de líquido viscoso, de extenso raio de ação e alto poder destrutivo.
Subsidências e colapsos	Afundamento rápido ou gradual do terreno devido ao colapso de cavidades, redução da porosidade do solo ou deformação de material argiloso.

Fonte: Adaptado de Classificação e Codificação Brasileira de Desastres.

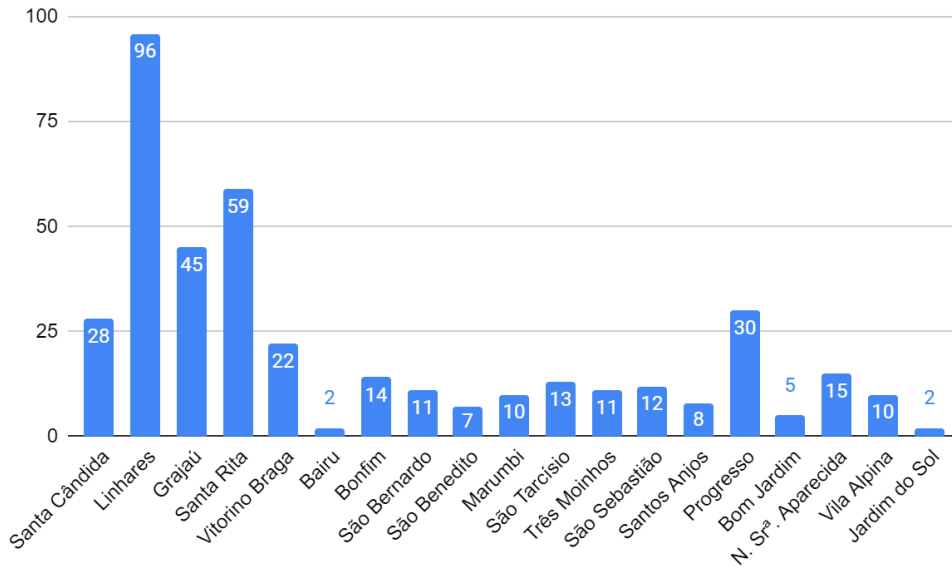
Entre os anos de 2019 a 2022 a Defesa Civil de Juiz de Fora atendeu 400 Boletins de Ocorrências (BOs) relacionados a movimentos de massa ocorridos na Região Leste, conforme especificado a seguir nas Figuras 12 e 13.

Figura 12 - Quantitativo dos BOs atendidos pela SSPDC referentes a movimentos de massa ocorridos na Região Leste de Juiz de Fora/MG, durante os anos de 2019 a 2022.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 13 - Distribuição por bairros dos BOs atendidos pela SSPDC referentes a movimentos de massa ocorridos na Região Leste de Juiz de Fora/MG, durante os anos de 2019 a 2022.



Fonte: Elaborado pelos autores.

As ocorrências relacionadas a risco geológicos se subdividem em “ameaça de escorregamento de talude” e “escorregamento de talude”, sendo este último responsável por 67,5% dos acionamentos, conforme Figuras 14 a 17.

Figura 14 - Ocorrências relacionadas à “Risco Geológico” na Região Leste de Juiz de Fora/MG, no ano de 2019.

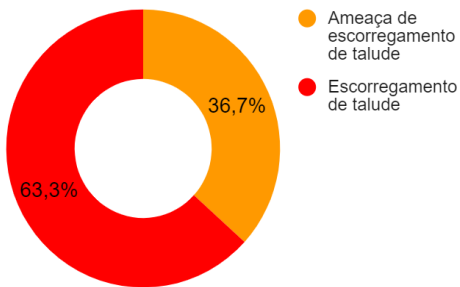


Figura 15 - Ocorrências relacionadas à “Risco Geológico” na Região Leste de Juiz de Fora/MG, no ano de 2020.

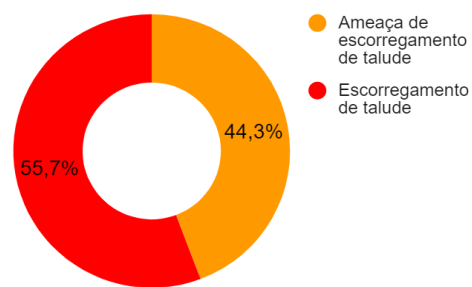


Figura 16 - Ocorrências relacionadas à “Risco Geológico” na Região Leste de Juiz de Fora/MG, no ano de 2021.

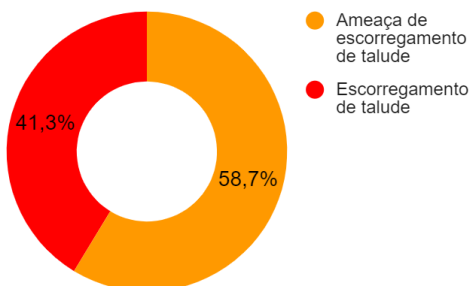
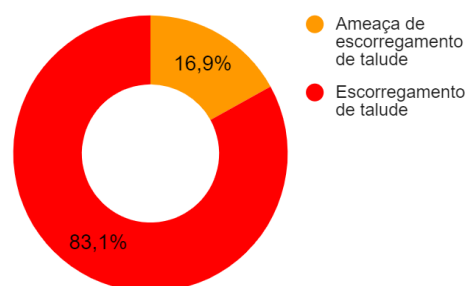


Figura 17 - Ocorrências relacionadas à “Risco Geológico” na Região Leste de Juiz de Fora/MG, no ano de 2022.



Fonte: Os autores, 2022.

Das 400 ocorrências, 26,75% eram casos reincidentes, ou seja, que já haviam tido um atendimento anterior da Defesa Civil e os responsáveis pelos imóveis não seguiram as orientações previamente prestadas, como providenciar a correta captação/direcionamento das águas pluviais do telhado de cobertura, realizar a drenagem do terreno, bem como executar uma estabilização/contenção do talude.

Se tratando dos casos de escorregamento, em algumas situações, o talude possuía muro de contenção, entretanto, sem seguir as normas técnicas (Figuras 18 e 19) . Em sua grande maioria, o muro era confeccionado sem elementos estruturais ou com um subdimensionamento, por blocos de concreto e com ausência de dispositivos de drenagem (canaletas de pé e de crista e barbacãs).

Figuras 18 e 19 - Desabamento de muros de contenção.



Fonte: SSPDC, 2022.

Em 86 atendimentos houve a necessidade de realizar a interdição do local. Dessas ocorrências, destaca-se o desabamento de uma residência (Figuras 20 e 21) localizada à Rua Arthur Machado Filho - Bairro Santa Cândida sobre o logradouro em nível inferior (Rua São José), em fevereiro de 2020, culminando em uma vítima fatal. Foram 38 casas vistoriadas e, em duas ocorreram sua demolição.

Figuras 20 e 21 - Desabamento de residência no Bairro Santa Cândida.



Fonte: SSPDC, 2020.

Outro caso de relevância, ocorreu no início de 2022, com um deslizamento de massa (Figuras 22 e 23) ocorrido na Rua Rosa Sfeir - Bairro Vitorino Braga, culminando na interdição de 43 imóveis e 9 demolições como medida mitigadora de risco.

Figuras 22 e 23: Desabamento de residência no Bairro Santa Cândida



Fonte: SSPDC,2022.

4 CONCLUSÃO

Devido às características acidentadas do relevo brasileiro, aliadas às ações antrópicas desmesuradas, os deslizamentos de massa são muito frequentes no município de Juiz de Fora/MG e, destacam-se pela amplitude dos seus impactos sobre o espaço construído, resultando em efeitos negativos ao bem-estar da população, além de graves prejuízos ambientais e financeiros.

No intuito de minimizar o risco de desastres, o poder público e a sociedade precisam primeiramente, conhecer os motivos e as implicações de um evento extremo, para então desenvolver estratégias que visam diminuir ou limitar o impacto negativo dos eventos adversos.

Conhecer as áreas de maior vulnerabilidade e exposição ao risco através de técnicas de geoprocessamento pode auxiliar os órgãos públicos na eficácia de sua gestão do risco e desastres, investindo com mais eficiência em ações estruturais e não estruturais de preparação, prevenção, mitigação, resposta e recuperação, em prol de uma cidade mais sustentável e resiliente.

Dentre essas ações, a Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil de Juiz de Fora vem realizando os mapeamentos das áreas de riscos, vistorias preventivas e de monitoramento, bem como trabalhos educativos com a população, através dos Núcleos de Proteção e Defesa Civil (NUPDEC), cujo objetivo é trabalhar a percepção de risco da população, através de uma capacitação sobre os riscos geo-hidrológicos, ensinando como identificar cenários de riscos, medidas para inibir a ocorrência desses desastres e como dar pronta resposta em situações de emergência.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Marina Lopes de et al. **Retroanálise de escorregamento de talude em solo residual de gnaiss—Estudo de caso km 133+ 500 sul da rodovia RJ-116.** 2021.

CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **Manual técnico para elaboração, transmissão e uso de alertas de risco de movimentos de massa.** Vol. 2. São José dos Campos, 2018.

CESAMA. Disponível em: < <https://www.cesama.com.br/pesquisa-escolar/hidrografia-em-juiz-de-fora>>. Acesso em 1 de dezembro de 2022.

Confederação Nacional dos Municípios (CNM). **Danos e prejuízos causados por desastres no Brasil entre 2013 a 2022.** Brasília (DF): Estudos Técnicos/Defesa Civil, 2022.

COSTA, Jamer Andrade da. **Desenvolvimento de um sistema de alerta de enchente aplicado aos planos de defesa civil em áreas de risco no estado do Pará, utilizando Sistema de Informações Geográficas (SIG), caso: cidade de Marabá.** 2012. 194 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Conceitos Fundamentais de Risco e Áreas de Risco.** Belo Horizonte - MG, 2014. 24 f.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. **Populações em áreas de risco no Brasil.** Rio de Janeiro, 2017.

ROCHA, C. H. B. **Carta índice, georreferenciamento de dados matriciais e aquisição de cartas do IBGE e DSG.** Núcleo de Análise Geo-Ambiental (NAGEA). Universidade Federal de Juiz de Fora. Minas Gerais, 2020.

ROCHA, C. H. B. **Aquisição de modelos digitais de elevação, produtos derivados e aplicações.** Núcleo de Análise Geo-Ambiental (NAGEA). Universidade Federal de Juiz de Fora. Minas Gerais, 2021.

TOMINAGA, L. K; SANTORO, J; AMARAL, R. Desastres naturais: conhecer para prevenir. **São Paulo: Ed. Instituto Geológico,** 2009.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION - UNDRR. Publications. Annual Report 2015. 2015.