

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM)

PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E DESESTRES

MAPEAMENTOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS VOLTADOS PARA A PREVENÇÃO DE DESASTRES

CARTA DE PERIGO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

Colatina, ES

REALIZAÇÃO

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL

DIVISÃO DE GEOLOGIA APLICADA

2023

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Alexandre Silveira

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Vitor Eduardo de Almeida Saback

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Inácio Melo

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Francisco Valdir Silveira

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL

Diogo Rodrigues A. da Silva

DIVISÃO DE GEOLOGIA APLICADA

Tiago Antonelli

DIVISÃO DE GESTÃO TERRITORIAL

Maria Adelaide Mansini Maia

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação

Julio Cesar Lana

Modelagem

Ítalo Prata de Menezes

Julio Cesar Lana

Execução

Ítalo Prata de Menezes

Guilherme Henrique Santos Peret

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM)
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
I PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES I

MAPEAMENTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS
VOLTADOS PARA A PREVENÇÃO DE DESASTRES

CARTA DE PERIGO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

Colatina, ES

AUTORES

Ítalo Prata de Menezes
Guilherme Henrique Santos Peret



Belo Horizonte
2023

APRESENTAÇÃO

As ações promovidas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM), no âmbito do Departamento de Gestão Territorial (DEGET), envolvem a execução de estudos do meio físico voltados à conservação ambiental, ordenamento territorial e prevenção de desastres.

Neste contexto, a Divisão de Geologia Aplicada (DIGEAP) tem papel fundamental na condução de estudos, projetos e programas, cujo foco principal é produzir instrumentos técnicos capazes de subsidiar os gestores públicos na formulação, aprimoramento e execução de políticas direcionadas à mitigação dos danos causados por eventos adversos de natureza geológica, como deslizamentos, quedas de blocos de rocha, erosões, inundações, dentre outros.

As atividades desenvolvidas pelo DEGET e pela DIGEAP incluem, ainda, ações de fomento à disseminação do conhecimento geocientífico, por meio da promoção de cursos de capacitação voltados aos agentes públicos e à sociedade em geral.

Assim, com esse espírito de inovação e com a responsabilidade de fomentar a ocupação segura e sustentável do território, o SGB-CPRM espera que as informações contidas no presente relatório possam ser empregadas em prol do bem-estar da sociedade brasileira.

Inácio Melo

Diretor-Presidente interino

Alice Silva de Castilho

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

RESUMO

Este trabalho apresenta as cartas de perigo a movimentos gravitacionais de massa do município de Colatina – ES. O trabalho foi realizado exclusivamente nas áreas a Norte-Noroeste do Rio Doce e na porção Sul-Sudeste, às margens do Rio Doce, próximo as rodovias ES-248 e ES-259, as quais foram escolhidas a partir da indicação da Defesa Civil Municipal em locais assinalados como Zonas de Expansão Urbana, conforme mapa elaborado pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. As áreas de perigo foram previamente identificadas a partir de técnicas de modelagem por geoprocessamento, com emprego de um modelo digital de elevação com resolução de 2 metros disponibilizado pela Defesa Civil Municipal. Em seguida, foi realizada uma campanha de campo entre os dias 25 a 31 de outubro, com o intuito de validar os produtos da modelagem e qualificar o grau de perigo de cada um dos setores. Nas áreas estudadas foram identificadas 750 áreas de perigo relacionadas a deslizamentos planares, 30 áreas de perigo associadas a queda de blocos, as quais resultam da configuração geológica e geomorfológica da região.

Palavras-chave: perigo geológico; movimentos gravitacionais de massa; prevenção de desastres; ordenamento territorial.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. METODOLOGIA.....	3
4. RESULTADOS.....	7
5. CONCLUSÕES.....	10
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12

1. INTRODUÇÃO

De acordo com as informações disponíveis no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD), os movimentos gravitacionais de massa, juntamente com os processos hídricos, estão relacionados à maior parte dos desastres provocados por perigos naturais no Brasil. Além da perda de vidas humanas, tais desastres causam grandes impactos econômicos negativos, como observado nos eventos que acometeram o estado de Santa Catarina, em 2008 (R\$ 4,5 bi); os estados de Alagoas e Pernambuco, em 2010 (R\$ 3,4 bi); e a região serrana do estado do Rio de Janeiro, em 2011 (R\$ 4,75 bi) (BANCO MUNDIAL, 2012a, 2012b, 2012c).

A identificação das áreas sujeitas a serem atingidas por movimentos gravitacionais de massa é imprescindível para o aprimoramento das medidas de prevenção de desastres. Todavia, a grande complexidade desses fenômenos, aliada à ampla geodiversidade do território brasileiro, tornam desafiadoras as atividades de zoneamento das áreas de perigo em território nacional. Assim, considerando a ampla experiência do Japão nas ações de prevenção de desastres, em agosto de 2013 teve início o Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada em Riscos de Desastres Naturais (GIDES), resultado da parceria firmada entre a Agência Brasileira de Cooperação - ABC e a Agência de Cooperação Internacional do Japão – JICA. Esta iniciativa de cooperação bilateral teve como objetivo central o fortalecimento da capacidade de gestão de riscos e resposta a desastres de movimento de massa no Brasil e resultou no desenvolvimento de seis manuais metodológicos, dentre os quais está o Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa¹, desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil, com base nos procedimentos e técnicas adotadas para zoneamento de perigo e risco em território japonês.

Assim, com base no cenário exposto e em consonância com as diretrizes e objetivos estabelecidos pela Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, instituída pela Lei 12.608/2012, este relatório apresenta os resultados do mapeamento de perigo a movimentos gravitacionais realizado no município de Colatina/ES.

¹ Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20452>

2. OBJETIVOS

As cartas de perigo a movimentos gravitacionais de massa estão em consonância com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável² (Figura 1) e com o marco pós-2015 para a redução do risco de desastres, também conhecido como Marco de Sendai³.

O foco principal do estudo é realizar o zoneamento das áreas de perigo a movimentos gravitacionais de massa em áreas específicas da cidade de Colatina/ES, com vistas a gerar informações relevantes para a implementação ou aprimoramento das políticas de ordenamento territorial e prevenção de desastres no município. Além disso, destacam-se os seguintes objetivos específicos:

- Contribuir com a definição de critérios para disponibilização de recursos públicos destinados ao financiamento de intervenções estruturais e não-estruturais destinadas à prevenção e resposta a desastres;
- Gerar informações técnicas com vistas a alimentar a base de dados das instituições responsáveis pelas ações de monitoramento e alerta de desastres provocados por eventos de natureza geológica;



Figura 1: Objetivos de desenvolvimento sustentável.

Convém ressaltar que este trabalho não se aplica para:

- Qualquer uso incompatível com a escala cartográfica de referência (1:10.000);

² Em setembro de 2015, líderes mundiais reuniram-se na sede da ONU, em Nova York, e decidiram um plano de ação para erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, a qual contém o conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS (<https://odsbrasil.gov.br/>).

³ Marco adotado por diversos países na Terceira Conferência Mundial sobre a Redução do Risco de Desastres, realizada de 14-18 março de 2015, em Sendai, Miyagi, no Japão.

- Substituir análises de estabilidade de taludes e encostas;
- Substituir projetos de engenharia destinados à correta seleção, dimensionamento e implantação de obras estruturais em áreas de perigo;
- Avaliar a pertinência e eficácia de obras de engenharia de qualquer natureza;
- Indicar quando ocorrerão eventos adversos nas áreas cartografadas.

3. METODOLOGIA

A elaboração das cartas de perigo a movimentos gravitacionais de massa se baseia no método apresentado em detalhes por Pimentel *et al.* (2018), o qual, de maneira sintética, envolve as atividades apresentadas na tabela 1.

As áreas de interesse⁴ foram inicialmente definidas pela equipe do Serviço Geológico do Brasil-CPRM, com base nos instrumentos de gestão territorial disponíveis no município, adotando-se como zonas preferenciais de análise:

- As regiões indicadas como Zonas de Expansão Urbana, conforme o Plano Diretor de Colatina, instituído pela lei Nº 5273, de 12 de março de 2007;
- As regiões onde existem áreas de risco a movimentos gravitacionais de massa, conforme mapeamento elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil (BELLETINI e LAMBERTY, 2019), ilustrado na figura 2;
- As áreas mais propensas à deflagração de movimentos gravitacionais de massa, conforme modelo construído pela Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação de Colatina (CPRM, 2015), apresentado na figura 3;

Essa análise inicial resultou na indicação de 62 áreas de interesse ilustradas na figura 4, situadas no entorno da região urbanizada de Colatina.

⁴ Áreas de interesse são regiões prioritárias para zoneamento de perigo geológico.

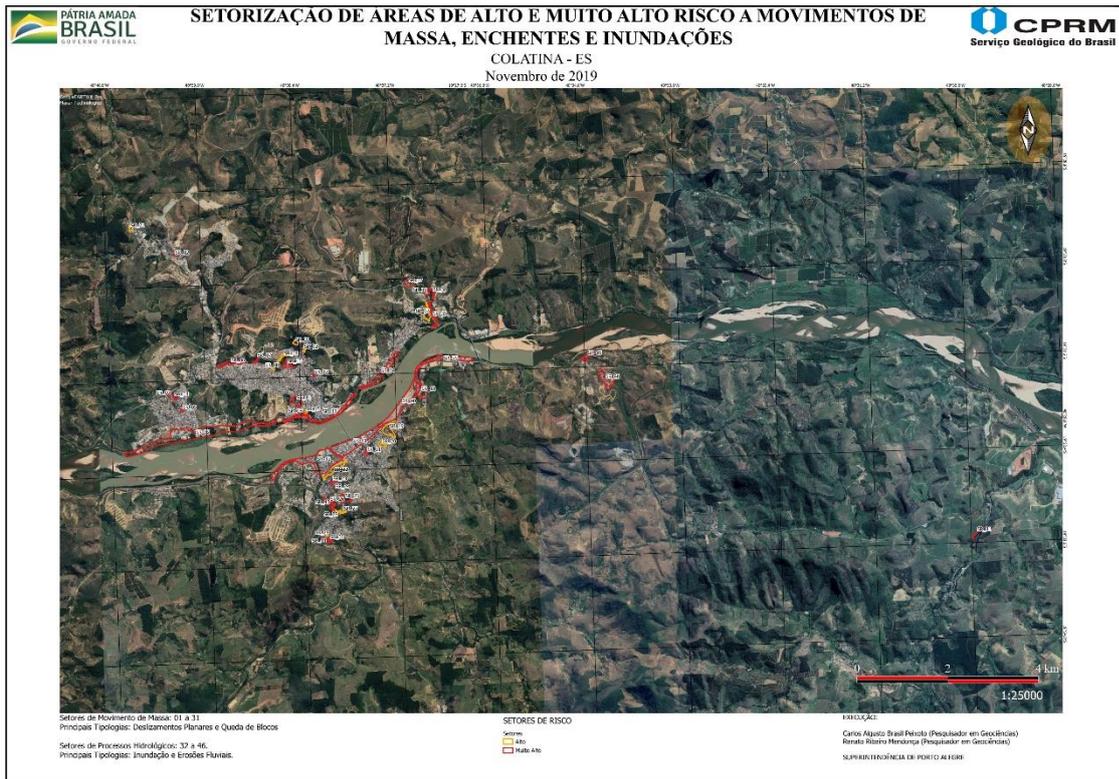


Figura 2 – Áreas de risco geológico identificadas por Belletini e Lamberty (2019) em Colatina/ES.

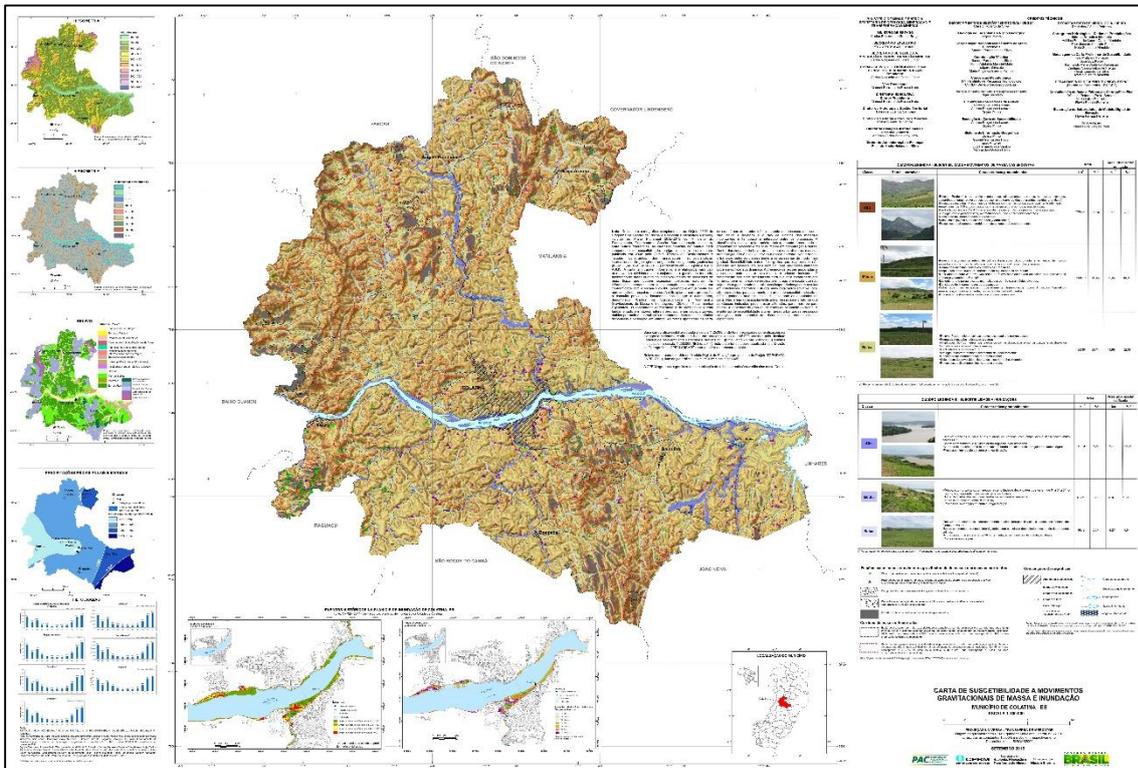


Figura 3 – Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação de Colatina/ES (CPRM, 2015).

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM)
CARTA DE PERIGO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

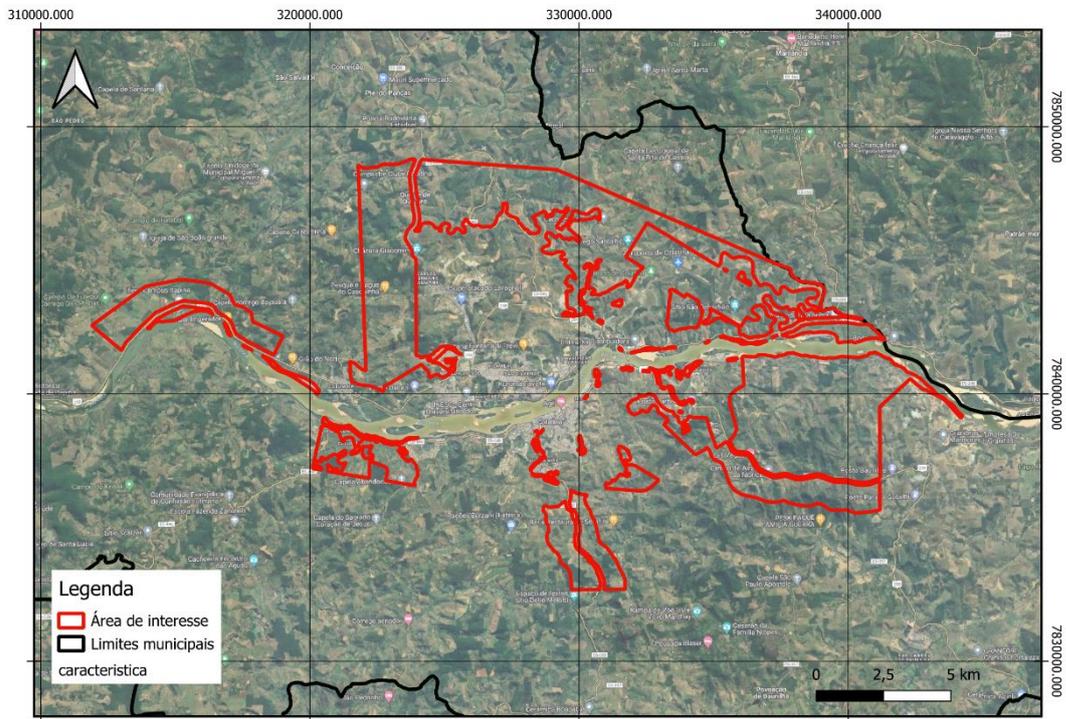


Figura 4 – Áreas de interesse para a modelagem de Perigo de Colatina/ES.

Tabela 1: Principais etapas envolvidas na elaboração das cartas de perigo a movimentos gravitacionais de massa.

Etapas	Atividades desenvolvidas	Documentos utilizados
Levantamento dos planos de informação	Definição da base topográfica	Modelo digital de elevação com resolução de 2 metros, cedido pela Prefeitura Municipal de Colatina-ES
	Levantamento de instrumentos de gestão territorial	Mapa de Zoneamento, Setorização de Áreas de Risco Geológico (2019), Carta de Suscetibilidade (2015).
Definição das áreas de interesse	Reunião com membros da administração municipal e análise do Plano Diretor Municipal	
Modelagem	Análise do limite de abrangência dos processos. Aplicação de critérios topográficos para definição das áreas de perigo em ambiente SIG	Modelo digital de elevação com resolução de 2 metros, cedido pela Prefeitura Municipal de Colatina-ES
Validação e qualificação das áreas de perigo em campo	Validação geométrica das áreas resultantes do processo de modelagem e qualificação do grau de perigo, conforme indícios de instabilidade	Carta síntese de perigo resultante da etapa de modelagem e formulário de campo (Anexo 1)
Elaboração dos produtos finais	Realização de ajustes na carta síntese e produção das cartas de perigo, base SIG e relatório	Carta síntese de perigo resultante da etapa de modelagem e registros de campo

As áreas de interesse indicadas pelo SGB foram apresentadas ao Coordenador Municipal de Defesa Civil, Alex Guerra, o qual manifestou concordância com a proposta.

Uma vez definidas as áreas de interesse, foram delimitadas as áreas de abrangências dos movimentos gravitacionais de massa considerados para o projeto. Estas áreas têm por objetivo incluir na análise as regiões que possam ser afetadas pelos processos analisados nesse estudo. As áreas de interesse mais os limites de abrangência definem a área de estudo considerada pelo trabalho.

A modelagem das áreas de perigo foi realizada a partir de técnicas de geoprocessamento no software ArcMap, versão 10.8.1, adotando-se como insumo principal um modelo digital de elevação com resolução espacial de 2,0 metros, obtido por aerolevanteamento e fornecido pela Defesa Civil Municipal.

Por fim, foram realizados os levantamentos de campo em Colatina-ES, os quais ocorreram no período de 25 a 31 de outubro de 2023 e consistiram na validação geométrica e qualificação do grau de perigo das áreas indicadas pela etapa de modelagem, conforme formulário disponível no anexo 1.

4. RESULTADOS

Inicialmente, é importante ressaltar que os resultados expostos no presente relatório representam as condições observadas no momento da visita de campo, as quais podem se alterar ao longo do tempo.

O zoneamento de perigo geológico realizado no município de Colatina resultou na identificação de 750 áreas de perigo associadas ao processo de deslizamento planar e 30 setores associados a queda de blocos (Anexo 2). A distribuição dos setores é representada na figura 5. Nesse contexto, observa-se que essas áreas de perigo se encontram distribuídas praticamente as margens do Rio Doce nas porções Norte-Noroeste e na margem oposta Sul-Sudeste do Rio Doce e em vilarejos e comunidades próximos ao município de Colatina – ES.

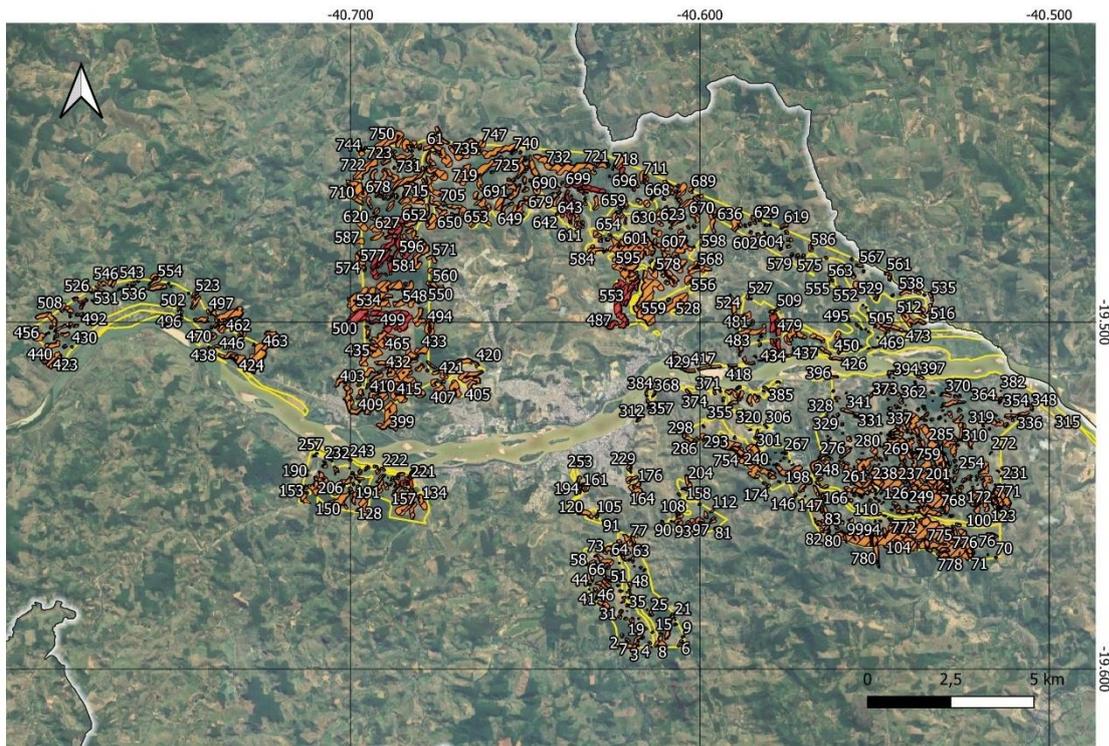


Figura 5 – Setores de perigo a movimento gravitacionais de massa identificados em Colatina/ES.

As áreas de perigo identificadas em Colatina apresentam-se em cenários distintos, apresentados a seguir:

Cenário 1) Em parte como maciços de granitóides e granitos-gnaisses, podendo ser identificadas no relevo como formas arredondadas, rocha sã, pouco ou levemente alteradas, sem cicatrizes ou indícios de instabilidade, grande amplitude, e alta declividade com pequena camada de solo do no topo, não foram encontradas residências edificadas próximas a cenários com esta geomorfologia (Figura 6).



Figura 6- Cenário 1 - Granitóides, pouco alterados com formas arredondadas, rocha sã.

Cenário 2) Cenário moderadamente predominantes, conforme imagem apresentada na figura 7. Em parte, como maciços de granitóides e granitos-gnaisses, apresentando se com formar arredondadas a subarredondadas, rocha sã passando a levemente alterada, média a baixa amplitude, média a baixa declividade com camada de solo do no topo, muito vegetada no entorno, fator que dificulta a verificação de indícios de instabilidade, foram encontradas poucas residências edificadas próximas a cenários com esta geomorfologia.



Figura 7- Cenário 2 – Granitóides de baixa amplitude, alterados, com camada de solo vegetada.

Cenário 3) Cenário predominante. Em parte, saprolitos e solos residuais de granitóides, de cor marrom avermelhada, em alguns pontos foi possível observar processos erosivos em fase

inicial, amplitudes variando em larga escala e declividade também. Com relação a vegetação também foi possível perceber que existia uma extensa variação, desde vegetação rasteira a vegetação de grande porte, em alguns pontos foram identificadas pequenas cicatrizes de deslizamento e foram encontradas poucas residências edificadas próximas a cenários com está geomorfologia.



Figura 8- Cenário 3 – Solo residual e saprolito de granitóide.

5. CONCLUSÕES

Os setores de perigo identificados em Colatina estão relacionados à tipologia deslizamento planar e deslizamento não especificado os quais podem se manifestar a partir de movimentos profundos e lentos ou rasos e rápidos, a depender da espessura do manto de intemperismo de cada região. O grau de alteração das rochas pode ocasionar deslocamentos gerando tombamentos e escorregamentos em determinadas regiões. Em geral, a maior parte das áreas de perigo não estão atualmente ocupadas, seja ao longo das vertentes ou em suas bases. Neste contexto, verificou-se que as intervenções antrópicas inadequadas, especialmente a escavação de taludes de corte subverticais, podem contribuir para a deflagração de deslizamentos nos setores cartografados. Algumas áreas de perigo não estão atualmente ocupadas e poucas estão em estágios iniciais de urbanização. Nessas regiões, dado o cenário, é imprescindível atuar de modo a inibir a ocupação desordenada, com vistas a prevenir a ocorrência de desastres futuros. Por fim, a revisão constante do trabalho deve ser uma prática,

considerando que podem surgir novas áreas de interesse ao longo do tempo, especialmente ao longo dos eixos de crescimento urbano. Além disso, o grau de perigo não é estático, podendo sofrer mudanças em função da dinâmica do meio físico. Foram identificados 3 cenários geológicos principais no qual cada um pode deflagrar tipologias de movimentos de massa semelhantes e distintos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANCO MUNDIAL. Avaliação de perdas e danos: inundações bruscas em Pernambuco, Junho de 2010. Brasília, DF: [s.n.], 2012a. 75 p. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/Inundaes-Bruscas-em-Pernambuco.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2021.

BANCO MUNDIAL. Avaliação de perdas e danos: inundações bruscas em Santa Catarina, Novembro de 2008. Brasília, DF: [s.n.], 2012b. 63 p. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/Inundaes-Bruscas-em-Santa-Catarina.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2021.

BANCO MUNDIAL. Avaliação de perdas e danos: inundações e deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro, Janeiro de 2011. Brasília, DF: [s.n.], 2012c. 59 p. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/InundacoeseDeslizamentosnaRegiaoSerranadoRiodeJaneiro.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2021.

BELLETINI, A. SILVA; LAMBERTY, D. Setorização de áreas em alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchentes e inundações: Colatina, Espírito Santo. CPRM 2019. Disponível em <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/19463.2>. Acesso em 20 dez. 2023

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: município de Colatina - ES, 2015. Escala 1:30.000. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/14894>. Acesso em 20 dez. 2023.

PIMENTEL, J.; SANTOS, T. D. dos.; PEIXOTO, D. D.; SILVA, D. R.; LANA, J. C.; MENEZES, I. P. de.; SILVA, L. F. M.; LOPES, N. D.; PFALTZGRAFF, P. A. S.; RIBEIRO, R. S.; ARAUJO, R. S. Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa. [Rio de Janeiro]: CPRM, 2018. 200p. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20452>. Acesso em: 04 jan. 2022. Acesso em: 17/03/2023.



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

