SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM)

PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES

MAPEAMENTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS VOLTADOS PARA A PREVENÇÃO DE DESASTRES

AVALIAÇÃO TÉCNICA PÓS-DESASTRE

Três Forquilhas, RS

REALIZAÇÃO

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL

DIVISÃO DE GEOLOGIA APLICADA

2024

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado
Alexandre Silveira

Secretaria 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

Chefe do Departamento de Gestão Territorial
Diogo Rodrigues Andrade da Silva

Chefe da Divisão de Geologia Aplicada
Tiago Antonelli

Chefe da Divisão de Gestão Territorial
Maria Adelaide Mansini Maia

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação

Julio Cesar Lana

Execução
Débora Lamberty
Melissa Franzen

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 – CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
I PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES I

MAPEAMENTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS
VOLTADOS PARA A PREVENÇÃO DE DESASTRES

AVALIAÇÃO TÉCNICA PÓS-DESASTRE

Três Forquilhas, RS

AUTORES
Débora Lamberty
Melissa Franzen

Porto Alegre

2024

APRESENTAÇÃO

As ações promovidas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM), no âmbito do Departamento de Gestão Territorial (DEGET), envolvem a coordenação, supervisão e 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

Alice Silva de Castilho
Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de uma avaliação técnica realizada no município de Três Forquilhas-RS, no dia 01 de julho de 2024, em decorrência de um deslizamento em área rural após índices pluviométricos intensos ao longo dos meses de maio e de junho de 2024 em todo o estado do Rio Grande do Sul. Os resultados mostram que a área apresenta um deslizamento rotacional instalado e, devido às condições atuais de saturação do solo, risco alto à deflagração de novos deslizamentos e quedas de blocos.

Palavras-chave: risco geológico; prevenção de desastres; ordenamento territorial.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1
2. OBJETIVOS 1
3. APLICABILIDADES E LIMITAÇÕES DE USO 1
4. CARACTERIZAÇÃO DO EVENTO 2
5. RESULTADOS 3
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 5
7. REFERÊNCIAS 6

1. INTRODUÇÃO

Em atendimento à solicitação da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), o Serviço Geológico do Brasil, apresenta neste trabalho os resutados da vistoria técnica realizada na localidade de Rio do Pinto no município de Três Forquilhas, no dia 01 de julho de 2024.

Os levantamentos de campo foram realizados pelos profissionais listados no quadro 1.

Quadro 1 - Profissionais que participaram dos levantamentos de campo.

Nome	Cargo ou função	Instituição
Débora Lamberty	Pesquisadora em Geociências	Serviço Geológico do Brasil
Melissa Franzen	Pesquisadora em Geociências	Serviço Geológico do Brasil
Flávio Lippert de Andrade	Secretário de Turismo	Prefeitura Municipal de Três Forquilhas

2. OBJETIVOS

Este estudo objetiva:

- Registrar e caracterizar as áreas habitadas indicadas pela Defesa Civil Municipal que foram recentemente afetadas por movimentos de massa, enchentes, inundações ou enxurradas;
- Subsidiar os administradores e órgãos públicos na tomada de decisões voltadas à prevenção, mitigação e resposta a desastres provocados;
- Contribuir com a definição de critérios para disponibilização de recursos públicos destinados ao financiamento de intervenções nas áreas afetadas por eventos geológicos adversos.

3. APLICABILIDADES E LIMITAÇÕES DE USO

Este trabalho pode ser utilizado para:

- Subsidiar o poder público na seleção das áreas prioritárias a serem contempladas por ações destinadas à prevenção dos desastres;
- Contribuir para a elaboração de projetos de intervenção estrutural em áreas de risco;
- Embasar a elaboração de planos de contingência;
- Auxiliar a construção de sistemas de monitoramento e alerta de desastres;
- Direcionar as ações da Defesa Civil;
- Fomentar ações de fiscalização com objetivo de inibir o avanço da ocupação nas áreas de risco mapeadas e em terrenos com condições topográficas e geológicas similares.

Este trabalho não deve ser aplicada para:

- Substituir a Setorização de Áreas de Risco Geológico;
- Qualquer aplicação incompatível com a escala cartográfica de elaboração (1:1.000-1:2.000);

- 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 risco;
- Avaliar a pertinência e eficácia de obras de engenharia de qualquer natureza;
- Substituir estudos censitários específicos para indicar o número e a característica socioeconômica dos habitantes das áreas de risco;
- Indicar quando ocorrerão eventos adversos nas áreas de risco;
- Determinar a energia, alcance e trajetória de movimentos de massa, enxurradas e inundações.

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. Além disso, cabe enfatizar que este estudo não constitui um mapeamento das áreas de risco geológico existentes no município, mas sim uma caracterização das áreas recentemente afetadas por eventos adversos de natureza geológica, conforme indicações feitas pela Defesa Civil Municipal. Desta forma, não se descarta a possibilidade de existirem no município outras áreas de risco geológico não incluídas neste trabalho.

4. CARACTERIZAÇÃO DO EVENTO

O município de Três Forquilhas teve decretada Situação de Emergência após chuvas intensas que iniciaram no final do mês de abril e se extenderam ao longo do mês de maio e de junho de 2024.

Na Figura 1, é apresentado o gráfico da precipitação diária entre os dias 01 de maio e 30 de junho de 2024, registrada na estação Torres (A808) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O acumulado de chuva neste período foi de 504,2 mm, sendo 215,6mm em maio e 288,6mm no mês de junho de 2024. Para fins de comparação, a média mensal para o mês de maio desta mesma estação é de 121,1 mm e para junho é 103mm, considerando o período 1991-2020. (INMET, 2024).

Na localidade de Rio do Pinto, na zona rural de Três Forquilhas, ocorreu um deslizamento de terra, foco deste relatório, em 16 de junho de 2024, justamente quando se registrou um pico de preciptação (165mm).

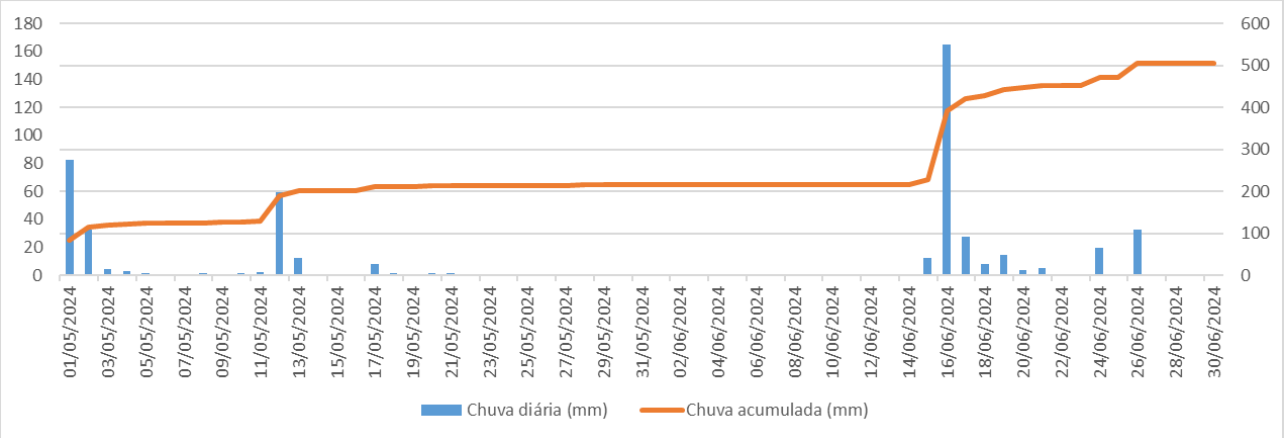

Figura 1– Gráfico da precipitação diária (mm) entre 01 de maio e 30 de junho de 2024, registrada na Estação INMET Torres (A808). Fonte dos dados: https://mapas.inmet.gov.br/ (acesso em 02 jul. 2024).

5. RESULTADOS

A área vistoriada está localizada na localidade de Rio do Pinto, zona rural de Três Forquilhas, na coordenada (-29,421°, -50,158°). Caracteriza-se por um depósito de sopé de encosta, na forma de rampa com aproximadamente 125m, com declividade em torno de 28° e variação de altitude da ordem de 40m, com cobertura superficial do tipo depósito de tálus/colúvio, que é um material geotecnicamente instável.

Nesta área, ocorreu em 16 de junho de 2024, após um volume extremo de precipitação (165 mm registrado na Estação Torres (A808) do INMET), a deflagração de um deslizamento de terra. Feições observadas em campo como trincas no terreno, com direção sudeste-noroeste, com profundidade entre 0,5 e 1 m e que se estende por 55 m, degraus de abatimento com no mínimo 30 cm, a ocorrência de uma zona de intumecimento de solo, bem como a presença de zonas de acúmulo de água no topo e na base da área instabilizada, indicam que o deslizamento em curso é do tipo rotacional (Figuras 2 a 6).

Um deslizamento rotacional se caracteriza pelo deslocamento de solo ao longo de uma superfície de ruptura curva, sendo o movimento mais ou menos rotatório em torno de um eixo paralelo ao contorno do talude. A massa deslocada pode, sob certas circunstâncias, mover-se de maneira relativamente coerente, ao longo da superfície de ruptura e com pouca deformação interna. Ocorrem mais comumente em pacotes espessos e homogêneos de solos, tais como os solos residuais do Serra Geral e depósitos de sopé de encosta a eles associados. Esse tipo de movimento pode ser contínuo ou intermitente, não raro sendo reativado quando ocorrem novos episódios pluviométricos extremos, após anos de estabilidade. As velocidades de deslocamento variam de de extremamente vagarosa (menos de 0,3 m a cada 5 anos), moderadamente rápida (1,5 m/mês) a rápida. (HIGHLAND; BOBROWSKY, 2008; TOMINAGA, 2012; CPRM, 2018).

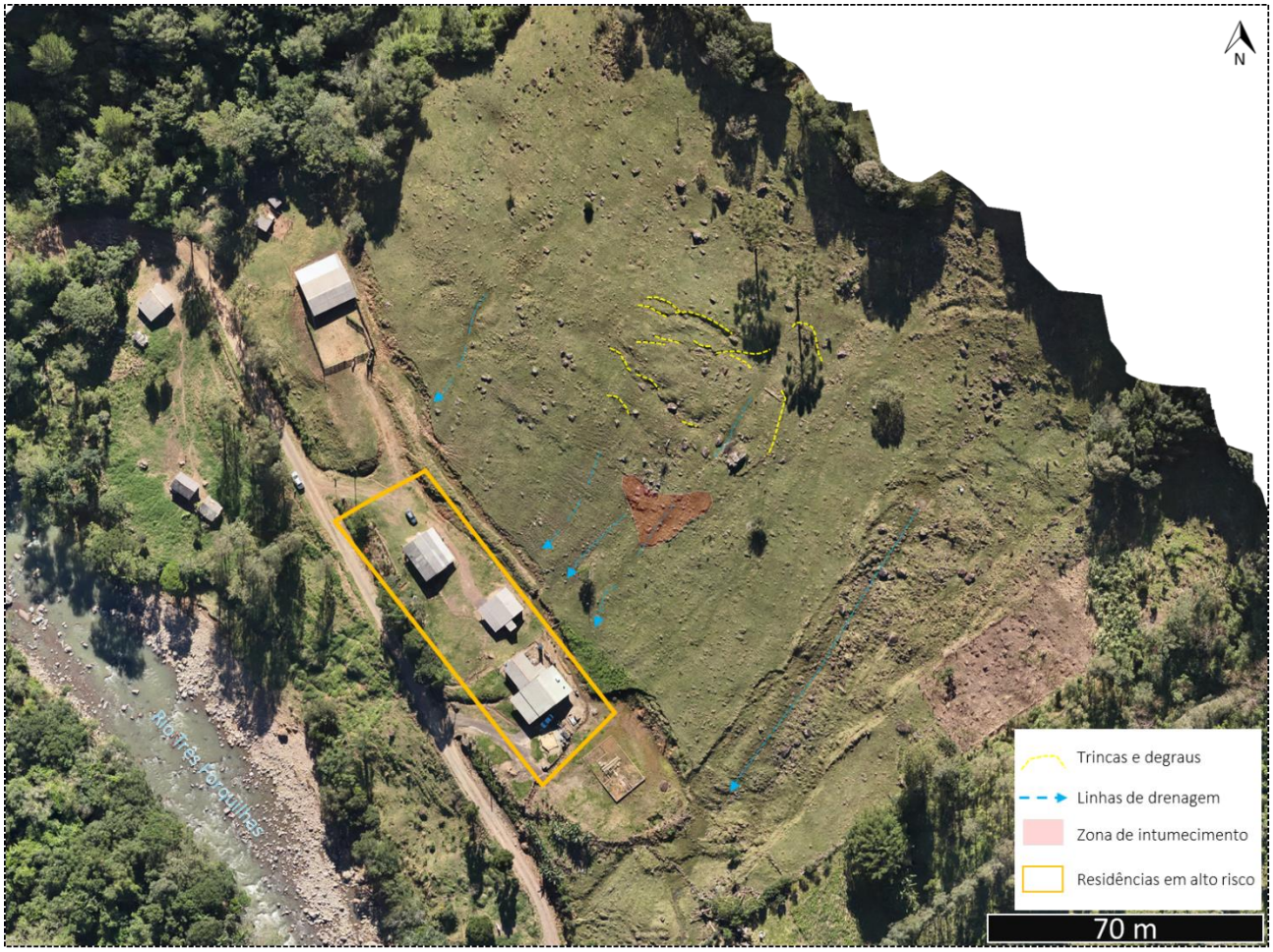

Figura 2 – Imagem aérea da área com indicação das feições vistas em campo.

Figura 3 – Degraus de abatimento e trincas no solo no topo do deslizamento.

Figura 4 – Degraus de abatimento e trincas no solo no topo do deslizamento.

Figura 5 – Zona de intumecimento marcando a base do deslizamento rotacional.

Figura 6 – Solo saturado na base do deslizamento.

A Figura 7 apresenta um bloco diagrama de um deslizamento rotacional, com destaque para degraus de abatimento marcando o início da ruptura, o plano circular de ruptura e o intumecimento na base da ruptura.

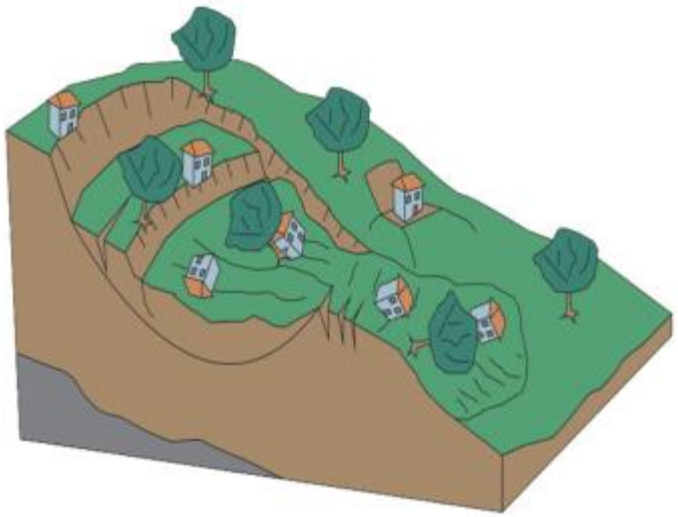

Figura 7 – Bloco-diagrama representando um deslizamento rotacional, onde verifica-se feições típicas desse tipo de deslizamento, como trincas e degraus de abatimento, plano de ruptura circular e o intumecimento da base. Extraído de: CPRM (2018).

Analisando imagens de satélite pretéritas, através do aplicativo Google Earth, nota-se que algumas feições já estavam presentes na área, permitindo inferir que já havia uma movimentação de solo pretérita e que a reativação ou aceleração desse movimento se deu pelo excessivo volume de chuva. Baseado nas evidências de campo e no monitoramento realizado pelos moradores, espera-se que esse deslizamento continue se movimentando a uma taxa um pouco mais acelerada em virtude das condições de saturação do solo e da previsão meteorológica de continuidade da chuva, colocando em risco ainda as três residências localizadas a jusante do deslizamento (Figura 2).

Verifica-se ainda que devido à declividade natural da encosta e a execução de talude corte na base da encosta para conformação de lotes e instalação das residênciais, não é descartada a possibilidade de novos deslizamentos. Ainda, é fundamental atentar para a presença de blocos de rocha ao longo de toda a encosta, muitos deles instabilizados, que apresentam risco de queda (Figuras 8 e 9).

Figura 8 – Talude corte na base da encosta contribui para instabilidade do solo.

Figura 9 – Blocos de rocha foram desestabilizados em função da movimentação do solo.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Uma área com deslizamento rotacional instalado foi vistoriada na zona rural de Três Forquilhas. Esta área apresenta campo de blocos com inúmeros blocos de rocha, alguns instabilizados em virtude da movimentação de solo. Em razão das características deste deslizamento, a distância em relação às residências e a presença de blocos, classifica-se esta área como de alto risco para 3 residências localizadas a jusante, conforme mostrado na Figura 2.

A fim de minimizar os impactos sob a população local, são apresentadas sugestões gerais baseadas nas situações verificadas durante o trabalho de campo:

1. Avaliação da possibilidade de remover e de realocar temporariamente em locais seguros os moradores que se encontram nas áreas de risco durante período de chuvas;
2. Monitoramento das condições de estabilidade da encosta, especialmente dos blocos rochosos e trincas no solo, e evacuação preventiva em caso de indícios de novas rupturas;
3. No caso dos blocos rochosos, identificação e investigação mais detalhada do número, geometria e volume dos blocos rochosos;
4. Desenvolvimento de estudos geotécnicos e hidrológicos com a finalidade de embasar os projetos e/ou obras de contenção de encostas e de blocos rochosos;

5. Desenvolvimento de estudos de adequação do sistema de drenagem pluvial na encosta a fim de evitar que o fluxo seja direcionado sobre a face dos taludes ou encostas, principalmente onde há trincas;
6. Ordenar a construção de residências, segundo normas estabelecidas por Lei (12.608 de 10 de abril de 2012), no sentido de evitar que avancem sobre áreas perigosas.

Ressalta-se ainda que os terrenos naturais, quando estáveis, podem ser entendidos como um sistema em equilíbrio, de maneira que qualquer modificação ou inserção de elementos externos sem o devido acompanhamento técnico pode causar sua instabilização. Dessa maneira, pode-se afirmar que os projetos de engenharia devem ser ajustados em função da morfologia do terreno natural, de maneira a minimizar as intervenções externas na superfície, como supressão da vegetação natural, cortes subverticalizados, aterros mal adensados, lançamento de águas servidas, entre outros.

É importante destacar que devido às características geológicas e geomorfológicas da área vistoriada, as encostas apresentam alta a média suscetibilidade a movimentos de massa e outras áreas, não descritas neste relatório, podem apresentar risco a deslizamentos. Desta forma, uma cartografia de risco auxiliará o município na gestão e mitigação dessas áreas.

Por fim, destaca-se que as prefeituras a partir da promulgação da Lei 12.608 de 10 de abril de 2012 deverão incluir em seu plano diretor as áreas de risco a deslizamentos e inundações, assim como, controlar e fiscalizar a ocupação dessas áreas.

7. REFERÊNCIAS

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

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. INMET. Normais Climatológicas Período 1991-2020 - Precipitação Acumulada Mensal e Anual (mm). Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/normais. Acesso em 04 jul.2024.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. CPRM. Manual de mapeamento de perigo e risco a movimentos gravitacionais de massa. Rio de Janeiro: CPRM, 2018. Versão 1.1. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/20452. Acesso em 05 jul. 2024.

TOMINAGA, L. K. Escorregamentos. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL,R. do (Org.). Desastres naturais: conhecer para prevenir. 2. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2012b. cap. 2, p. 25-38.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO