

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

Marques de Souza, RS

REALIZAÇÃO

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL

DIVISÃO DE GEOLOGIA APLICADA

2024

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

Lenilson José Souza de Queiroz

Marlon Hoelzel

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

Marques de Souza, RS

AUTORES

Lenilson Queiroz

Marlon Hoelzel



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 Marques de Souza-RS, no dia 31/05/2024, em decorrência das chuvas intensas que acometeram o estado do Rio Grande do Sul no mês de maio de 2024 e causaram inundações e movimentos de massa generalizados. Os resultados mostram a existência de risco remanescente, e sugerem a necessidade de monitoramento e reavaliação da ocupação dos setores atingidos.

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	2
6. CONCLUSÕES	8
7. SUGESTÕES DE AÇÕES PARA MANEJO SEGURO DAS ÁREAS E INTERVENÇÕES FUTURAS	8
8. REFERÊNCIAS	9

1. INTRODUÇÃO

Em Atendimento à solicitação da Prefeitura Municipal de Marques de Souza, motivada pelo evento climático extremo registrado no estado do Rio Grande do Sul em maio/2024, o Serviço Geológico do Brasil, apresenta neste trabalho os resultados da vistoria técnica realizada no referido município, no dia 31/05/2024. Inicialmente, realizou-se uma reunião na Prefeitura Municipal com o Coordenador de Defesa Civil, Sr. Airton Lamm, que posteriormente acompanhou a visita de campo.

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
Lenilson J. S. de Queiroz	Pesquisador em Geociências/Geólogoa	SGB/CPRM
Marlon Hoelzel	Pesquisador em Geociências/Geólogo	SGB/CPRM
Airton Lamm	Coordenador Defesa Civil	Prefeitura Municipal de Marques de Souza

2. OBJETIVOS

Este estudo objetiva:

- Registrar e caracterizar as áreas habitadas indicadas pela Defesa Civil Municipal que foram recentemente afetadas por movimentos de massa e inundações;
- 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 evento climático registrado no final do mês de abril e início de maio/2024 no estado do Rio Grande do Sul apresentou valores elevados de precipitação, causando inundações e movimentos de massa em diversos municípios. A estação pluviométrica do CEMADEN localizada na cidade de Fontoura Xavier registrou, entre os dias 28/04/2024 e 04/05/2024, o volume de chuva acumulado de 754,4 mm, conforme Figura 1.

Por este motivo, diversas encostas foram atingidas por movimentos gravitacionais de massa, inundações e corridas de lama e detritos.

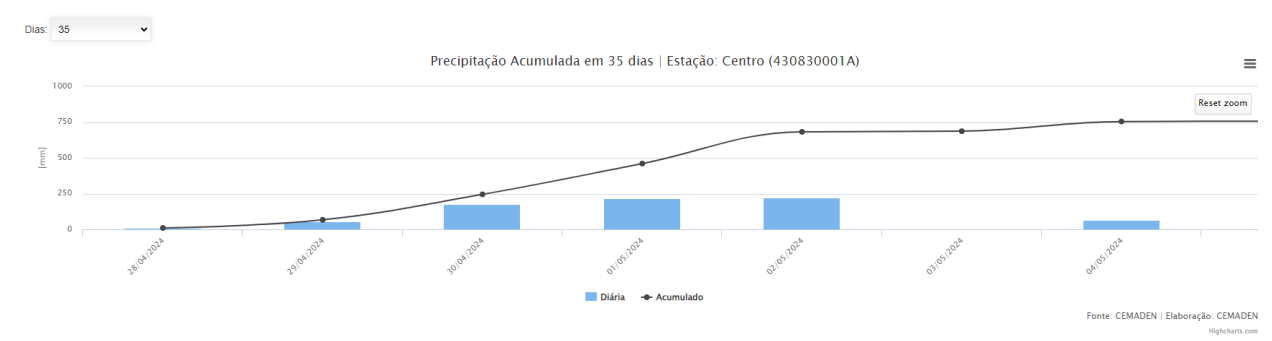


Figura 1– Precipitação acumulada entre os dias 28/04/2024 e 04/05/2024, com registro de 754,4mm – Estação CEMADEN – Fontoura Xavier (CEMADEN, 2024).

5. RESULTADOS

Considerando o contexto do desastre ora instalado, a Defesa Civil municipal de Marques de Souza identificou 6 pontos críticos, os quais foram visitados pela equipe do Serviço Geológico do Brasil. Estes locais foram atingidos por deslizamentos planares, corridas de lama e detritos, inundações e enxurradas. A disposição e localização das áreas vistoriadas são exibidas na Figura 2 e suas principais características, observadas no momento da visita a campo, serão detalhadas nos subitens a seguir.

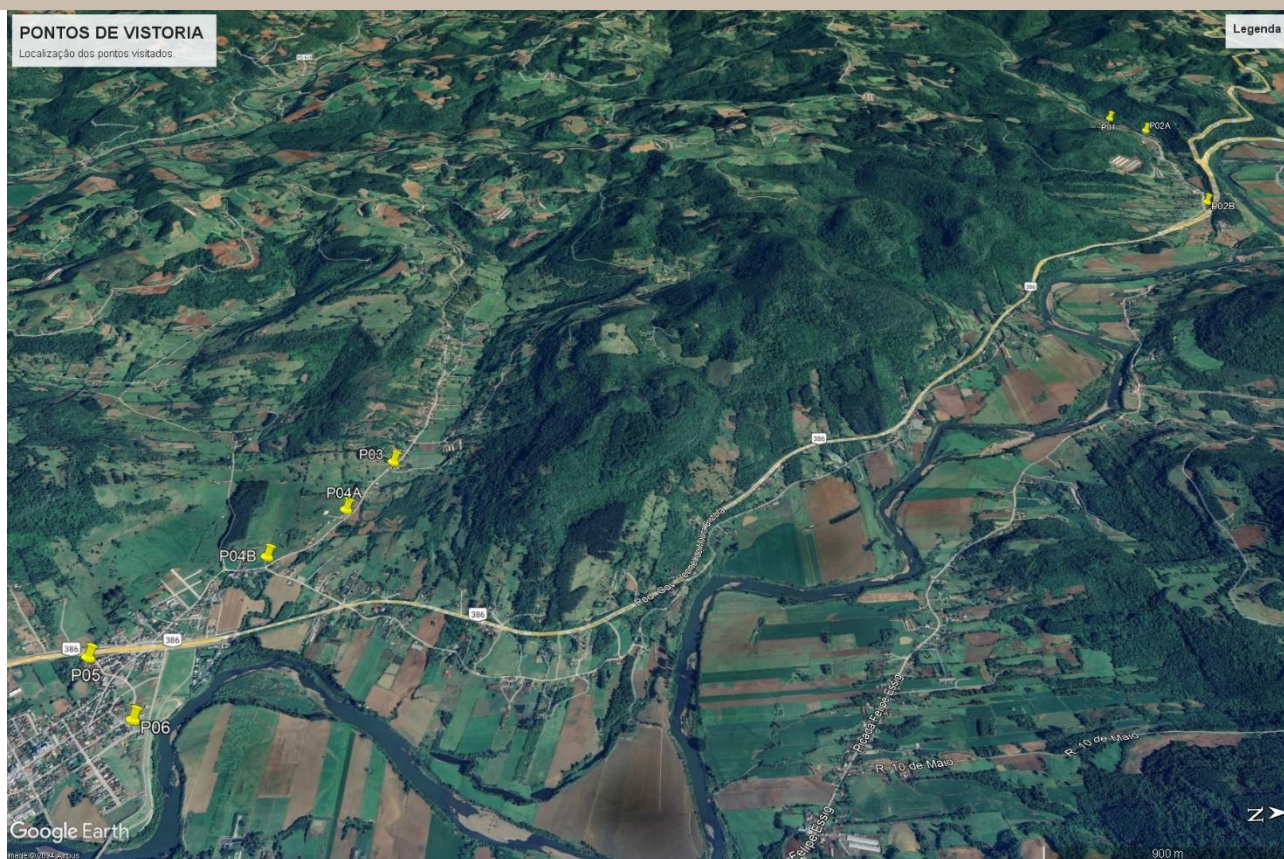


Figura 2 – Pontos visitados no município de Marques de Souza – RS. Imagem Google Earth.

5.1 Ponto de vistoria 1 – Deslizamento – Linha Tamanduá

As chuvas registradas no período provocaram um deslizamento planar de grande porte, deflagrado em encosta íngreme, encoberta por solos residuais e coluvionares da Formação Serra Geral, o qual atingiu diversas casas, com registro de 2 óbitos e uma pessoa desaparecida. O evento foi registrado às 12:15 do dia 30/04/2024. A representação da cicatriz do deslizamento encontra-se representada na Figura 3. No momento do rompimento, o material mobilizado atingiu a base do vale que se encontrava sob processo de inundação, gerando uma sobreposição de eventos, que potencializou a zona de atingimento, com a formação de uma onda de lama e detritos.



Figura 3– Ponto P01. Delimitação aproximada do deslizamento planar que atingiu diversas casas, em área rural, na Localidade de Tamadué. Imagem Google Earth.



Figura 4 – Vista geral do deslizamento em encosta, ao lado do vale do Arroio Tamadué.



Figura 5 – Aspecto da distância de atingimento do deslizamento, que atravessou o vale durante processo de inundação.



Figura 6 – Moradia com rachaduras na rua Bento Gonçalves.



Figura 7 – Rachaduras e trincas no asfalto da rua Bento Gonçalves.

5.2 Ponto de vistoria 2 – Inundação – Linha Tamadué

Ocupação residencial ao longo da planície de inundação do Arroio Tamadué, onde há registro de inundações recorrentes, conforme apontam os registros de 2010, Set/2023 e Abri/2024. Neste último evento, a inundação teve início na noite do dia 29/abril e se estendeu por vários dias, com influência da cheia do Rio Forqueta. Neste último evento, também se registrou as maiores cotas de inundação, além de forte correnteza.



Figura 8 – Setor atingido por inundação do Arroio Tamadué.



Figura 9 – Aspecto dos danos em residências causado pela inundação do Arroio Tamadué.

5.3 Ponto de vistoria 3 – Linha Atalho

Deslizamento planar de grande porte, em encosta íngreme, com solos coluionares e residuais. O evento foi registrado no dia 03/04/2024 e atingiu quatro casas na base. Evento de difícil predição, com causas relacionadas à chuvas muito acima da média normal, e com grandes concentrações de fluxo da encosta. (Figuras 10, 11 e 12).



Figura 10– Ponto P03. Delimitação aproximada do deslizamento planar que atingiu quatro casas, em área rural na Lonalidade de Tamadué. Imagem Google Earth.



Figura 11 – Deslizamento planar de grande, com atingimento de 4 casas na base.



Figura 12 – Deslizamento planar com fluxo intenso de escoamento superficial de água, resultando na exposição do maciço rochoso (Fm. Serra Geral).

5.4 Ponto de vistoria 4 – Bairro Cidade D'água

Ocupação urbana de baixa densidade, atingida por inundações recorrentes, resistradas em 2010, Set/2023 e Abr/2024. A inundação   relacionada   cheia do Arroio da Linha Atalho, com influência do Rio Forqueta, afluente do Rio Taquari. No evento mais recente, a cota de inunda o atingiu o telhado das casas (Figuras 14 e 15).



Figura 14 – Cota de inundação atingiu o segundo andar, muito próximo ao telhado.



Figura 15 – Inundação com cotas elevadas, atingindo diversas casas. Local de deposição de lama e detritos.

5.5 Ponto de vistoria 5 – Centro – Arroio Linha Tigrinho – Rua Alzira Lammel

Ocupação urbana, predominantemente residencial, atingida de forma recorrente por inundação, com registro em 2012, Set/2023 e Abr/2024. No último evento, o início da inundação ocorreu de forma brusca, devido a descarga do córrego Tigrinho e, posteriormente, pela influência do Rio Forqueta. A forte correnteza provoca efeitos erosivos, os quais causaram danos a diversas casas (Figuras 16 e 17).



Figura 16 – Residências atingidas por inundação brusca.



Figura 17 – Residências atingidas por inundação brusca.

5.6 Ponto de vistoria 6 – Centro – Rua 10 de Novembro

Ocupação urbana em planície atingida por processos recorrentes de inundação, registrados em 2010, 2023 e 2024. O último evento iniciou de forma brusca, apresentando forte correnteza seguida pela deposição de lama e detritos. O evento atingiu diversas residências, danificou vias e destruiu totalmente uma ponte de ligação com o município de Travesseiro (Figuras 18 e 19).



Figura 18 – Planície de inundação atingida em eventos recorrentes.



Figura 19 – Diversas casas danificadas.

6. CONCLUSÕES

O evento climático extremo registrado no estado do Rio Grande do Sul em abril e maio de 2024 resultou em dezenas de cicatrizes de deslizamentos planares, com registro de algumas corridas de lama e detritos que causaram bloqueios na BR386 e outras vias de acesso ao município de Marques de Souza.

O mesmo evento também gerou processos de inundação, registrados em todos os cursos d'água que atravessam o município, em especial, registrando cotas de inundação muito acima das registradas em processos anteriores.

Em relação aos processos de movimento de massa, observa-se que os deslizamentos planares ocorridos são de difícil predição e se deflagraram principalmente pelo grande volume de chuvas registrado na região, que superaram os 700mm em 5 dias, conforme dados coletados por estações pluviométricas do CEMADEN existentes nas redondezas. Já os processos de inundação possuem melhor predição, quando na bacia hidrográfica há sistema de monitoramento e alerta de cheias implantado.

7. SUGESTÕES DE AÇÕES PARA MANEJO SEGURO DAS ÁREAS E INTERVENÇÕES FUTURAS

Aqui são SUGERIDAS ações que busquem, em primeiro momento, o manejo de forma segura dos locais vistoriados a curto prazo. Em seguida, são SUGERIDAS ações estruturantes e não estruturantes, as quais podem contribuir para a atenuação e mitigação dos riscos geológicos.

Sugestões a curto prazo:

- i) Monitoramento diário das encostas que apresentam cicatrizes de deslizamentos e trincas de movimentação. Importante frisar que, trincas e cicatrizes já abertas são condutoras de água de novas chuvas e que, se novas chuvas de grande volume ocorrerem nos próximos meses, é esperado que outros movimentos ocorram nas encostas.
- ii) Esperar período de estiagem para realizar o retorno da população residente no entorno das áreas críticas, principalmente as de deslizamento;
- iii) Avaliação por empresa/engenheiro habilitado para verificar as condições estruturais das casas e prédios próximos aos deslizamentos que ocorreram;
- iv) Avaliação de empresa/engenheiro habilitado para verificar as condições dos sistemas de drenagem e águas servidas nas ruas avaliadas neste trabalho, com o fim de verificar a existência de pontos de acúmulo de água.

Sugestões para mitigação de risco das áreas vistoriadas:

- i) Monitoramento constante. Problemas com movimentos de massa podem ser recorrentes, principalmente em períodos de chuvas de grande volumes ou chuvas estacionárias.
- ii) Criação de sistemas de alerta à população residente no local, frente a períodos de grandes chuvas e promover simulados de evacuação.
- iii) Avaliação por empresa especializada em geotecnia, buscando analisar a viabilidade técnica e econômica de se executar obras de contenção nos locais onde ocorreram deslizamentos próximos a residências. Importante que a avaliação seja feita através de investigação geotécnica do solo buscando sua real natureza e competência.
- iv) Avaliação por empresa ou profissional habilitado, buscando analisar a viabilidade técnica e econômica de se executar obras de drenagem que busquem diminuir os pontos de surgência de água na encosta e encaminhamento correto das águas das chuvas de forma que se evite a saturação do solo.
- v) Criação de políticas públicas que reduzam a ocupação das áreas descritas neste relatório, com o fim de se reduzir a instalação de novas áreas de risco.
- vi) Implementar ações de educação ambiental e de percepção de risco para os moradores destas área, além de formação de líderes comunitários que possam ajudar e orientar a população local em conjunto com a defesa civil municipal.
- vii) Por fim, é recomendável realizar o mapeamento das áreas de risco em Arvorezinha/RS. Uma nova avaliação se torna essencial para detectar possíveis novas áreas de risco, similares às examinadas, e reavaliar aquelas já identificadas, especialmente em relação ao nível de perigo que representam. De forma análoga, a execução de Carta de Suscetibilidade a Movimentos de Massa e Inundações seria um instrumento importante para orientar o município no que diz respeito a áreas suscetíveis aos eventos aqui descritos neste relatório.

8. REFERÊNCIAS

CEMADEM. **Precipitação acumulada em 35 dias na Estação Fontoura Xavier, RS.** Gráfico para PCDs. Disponível em: https://resources.cemaden.gov.br/graficos/interativo/grafico_CEMADEN.php?idpcd=7340&uf=RS.



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

