

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

Cruzeiro do Sul, 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

Angela da Silva Bellettini

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

Cruzeiro do Sul, RS

AUTORES

Angela Bellettini

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 Cruzeiro do Sul - RS, no dia 27/05/2024, em decorrência de uma sucessão de eventos extremos que causaram inundações e processos de movimento de massa no município. Os resultados mostram a existência de risco remanecente em processos de movimento de massa e sugerem a necessidade de monitoramento 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	3
6. CONCLUSÕES	7
7. REFERÊNCIAS.....	9

1. INTRODUÇÃO

Em Atendimento à solicitação da Prefeitura Municipal de Cruzeiro do Sul, feita por meio do ofício Gab. nº 82/2024, o Serviço Geológico do Brasil, apresenta neste trabalho os resultados da vistoria técnica realizada na área central do referido município, no dia 27/05/2024. Inicialmente, realizou-se uma reunião na Prefeitura Municipal, com a presença do Prefeito João Dullius, a Procuradora municipal Adriana Schossler, o Engenheiro Civil Carlos A. Persch e a Geóloga voluntária Melissa Johner, posteriormente alguns membros da prefeitura acompanharam a avaliação técnica dos pontos relatados.

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
Angela Bellettini	Pesquisadora em Geociências/Geóloga	SGB/CPRM
Marlon Hoelzel	Pesquisador em Geociências/Geólogo	SGB/CPRM
Carlos Alberto Persch	Engenheiro Civil	Prefeitura Municipal de Cruzeiro do Sul
Melissa Johner	Geóloga	Voluntária

2. OBJETIVOS

Este estudo objetiva:

- Registrar e caracterizar as áreas habitadas indicadas pela Defesa Civil Municipal que foram recentemente afetadas por movimentos de massa;
- 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 muito elevados de precipitação causando eventos de inundações e movimentos de massa em diversos municípios do estado. No município de Cruzeiro do Sul situa-se a estação pluviométrica do CEMADEN na Secretaria de Agricultura, na qual registrou-se volumes de chuva de concentrações elevadas em alguns dias nos últimos 35 dias observados na Figura 1 (Pluviometria de 22 de abril a 26 de maio de 2024), sendo que no dia 30/04/2024 apresentou mais de 150 mm acumulados em 24 horas.

Por este motivo, áreas de risco conhecidas e já setorizadas em trabalhos anteriores do Serviço Geológico do Brasil (HOELZEL, 2013), sofreram com processos de inundação, e reativação dos movimentos gravitacionais de massa, no caso, processos de rastejo, sobre solos coluvionares e depósitos de tálus.

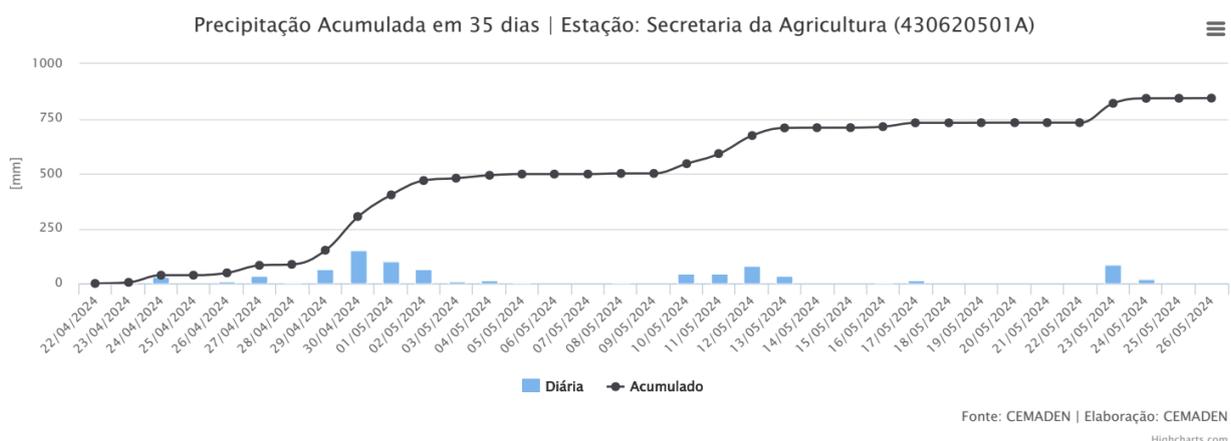


Figura 1– Precipitação acumulada nos últimos 35 dias, Abril a Maio/2024 – Estação CEMADEN Secretaria da Agricultura – Cruzeiro do Sul (CEMADEN, 2024).

5. RESULTADOS

O poder público municipal identificou dois pontos que apresentaram trincas e rachaduras nos terrenos e/ou próximos a moradias. Também foi evidenciado o atingimento máximo da inundação em alguns locais, além da destruição de moradias pelo evento de inundação do Rio Taquari. Os principais pontos visitados situam-se nas imediações da Rua Bento Gonçalves no centro, na rua Padre Afonso Weiler na vila Celia, e na rua Rubens Feldens no bairro Passo de Estrela. A disposição e localização desses pontos vistoriados estão detalhadas na Figura 2 e serão detalhados nos itens seguintes deste capítulo.



Figura 2 – Pontos visitados no dia 27/05/2024 no município de Cruzeiro do Sul – RS: Ponto 1 - Rua Bento Gonçalves; Ponto 2 - Rua Padre Afonso Weiler; Ponto 3 - Rua Rubens Feldens. Imagem Google Earth.

5.1 Ponto de vistoria 1 – Rua Bento Gonçalves, bairro Centro

O evento climático extremo registrado no período, promoveu a reativação do movimento de massa, descrito como processo de rastejo, instalado sobre os depósitos de tálus e solos coluvionares que ocorrem na encosta íngreme do morro de Cruzeiro do Sul, conforme localização da Figura 3. Esta encosta foi definida como setor de risco médio na setorização realizada em 2013 (RS_CS_SR_09_CPRM).

Em 2016, após outro evento, houve a revisita, constatando a continuidade do processo gravitacional, que se evidencia pelo surgimento de trincas, rachaduras e degraus de abatimento (largura da abertura inferior a 10 cm). Estas feições típicas do processo de rastejo, já causaram a interdição de alguns imóveis do setor, e fez com que a administração municipal fixasse o limite de 1 pavimento para novas edificações.



Figura 3– Setor de Risco RS_CS_SR_09_CPRM delimitado em 2013 (linha em amarelo), tipologia rastejo e reativado em 2019 e novamente em 2024: trincas e rachaduras no asfalto (linha tracejada em amarelo) e em algumas moradias em destaque na figura. Imagem Google Earth.

Neste local, após as últimas chuvas, verificou-se a presença de trincas e rachaduras na pavimentação asfáltica e em algumas moradias principalmente na rua Bento Gonçalves (segundo membros da prefeitura a partir do dia 02/05, e em outras foram verificadas nos dias 16 e 20/05), conforme as figuras 4 a 6. Em outros pontos, situados em ruas próximas (rua Barão do Cotegipe) ou na mesma rua, mas lateralmente a delimitação do setor de 2013, também existem rachaduras estreitas em moradias, além de uma calçada soerguida e trincada após as chuvas (Figura 7). Na rua General Neto, na base do setor, também distinguem-se rachaduras nas moradias e degraus de abatimento na rua, conforme as figuras 8 e 9. Importante salientar, que as moradias da rua General Neto também foram atingidas pelo processo de inundação do rio Taquari ocorrida devido as chuvas de abril/maio.



Figura 4 – Moradia com rachaduras na rua Bento Gonçalves.



Figura 5 – Rachaduras e trincas no asfalto da rua Bento Gonçalves.



Figura 6 – Rachaduras no solo ao lado de moradia na rua Bento Gonçalves.



Figura 7 – Calçada e muro de moradia com rachaduras e alteradas após as chuvas de maio.



Figura 8 – Degrau de abatimento e rachaduras no asfalto na rua General Neto.



Figura 9 – Moradia com rachadura na rua General Neto, importante ressaltar que esta moradia também sofreu com a inundação do Rio Taquari.

5.2 Ponto de vistoria 2 – Rua Padre Afonso Weiler, Vila Celia

Neste ponto verificou-se a presença de degraus de abatimento e rachaduras no asfalto e terreno de algumas moradias (aproximadamente 10 cm), as quais surgiram após os eventos chuvosos no final de abril e início do mês de maio (Figuras 10 e 13). Neste ponto, o terreno não apresenta grandes declividades, mas existem feições erosivas próxima a um dos degraus de abatimento na rua (Figuras 11 e 12). A prefeitura isolou o trecho da rua com a presença de trincas durante a continuidade dos eventos pluviométricos elevados na região.



Figura 10 – Trincas e rachaduras no asfalto na rua Padre Afonso Weiler.



Figura 11 – Feição erosiva entre o pátio de moradia e início de uma das rachaduras visualizadas no asfalto.



Figura 12 – Pequeno degrau de abatimento no terreno da moradia, mostrando continuidade das rachuras visualizadas na rua Padre Afonso Weiler.



Figura 13 – Rachaduras e surgimento de material em outro ponto no asfalto na rua Padre Afonso Weiler.

5.3 Ponto de vistoria 3 – Rua Rubens Feldens, bairro Passo de Estrela

A região urbana do município de Cruzeiro do Sul situa-se na margem direita do rio Taquari, o qual sofreu uma elevação das suas águas de forma violenta (inundação brusca) após os eventos pluviométricos elevados de final de abril e início de maio. No bairro Passo da estrela, principalmente nas imediações da rua Rubens Feldens, diversas moradias foram completamente destruídas pela força das águas, e outras acabaram ficando inundadas, o que foi possível constatar durante a visita técnica (Figuras 14 e 15).



Figura 14 – Destroços e entulhos de moradias atingidas nas imediações da rua Rubens Feldens.



Figura 15 – Moradia e escola com sofás e árvores de médio porte em cima dos telhados atingidas nas imediações da rua Rubens Feldens na inundação brusca de abril/maio.

No município já havia setores mapeados pelo Serviço Geológico do Brasil em 2013 com propensão a inundações do rio Taquari (Figura 16), entretanto devido a força do evento da bacia do rio Taquari em toda a região, observou-se que moradias nunca antes atingidas acabaram sendo afetadas por este último evento.



Figura 16 – Setores delimitados na setorização de risco do Serviço Geológico do Brasil em 2013 (polígonos em vermelho) na margem direita do rio Taquari com risco a inundações, atingidos por uma inundações brusca devido as fortes chuvas de final de abril e início de maio. Nas imediações da rua Rubens Feldens, no bairro Passo das Pedras uma grande quantidade de moradia foi completamente destruída. Imagem Google Earth.

6. CONCLUSÕES

O evento climático extremo registrado no estado do Rio Grande do Sul em abril e maio de 2024 deflagrou diversos eventos adversos no município de Cruzeiro do Sul, dentre os quais se destacam: i) a reativação do processo de rastejo instalado sobre os depósitos de tálus e solos coluvionares que ocorrem na encosta íngreme do morro de Cruzeiro do Sul (setor de risco RS_CS_SR_09_CPRM, delimitado em 2013); ii) o aparecimento de rachaduras e pequenos degraus na rua Rua Padre Afonso Weiler na Vila Celia; iii) inundações no rio Taquari, as quais de forma brusca atingiram moradias no centro e causaram uma grande destruição no bairro Passo de Estrela.

Especificamente no morro de Cruzeiro do Sul, o afogamento da base do depósito coluvionar, por ocasião da inundações provocada pelo Rio Taquari, e a supersaturação de água dos depósitos de tálus da porção média e superior da encosta, potencializaram os processos gravitacionais, reativando e criando novos planos de ruptura, materializados por trincas, rachaduras e degraus de abatimento. Esta movimentação lenta, acaba provocando sérios danos estruturais nas edificações e vias públicas.

O potencial de evolução deste processo lento para um processo abrupto, deve ser considerado após precipitações intensas, devido a existência de espesso pacote de tálus na parte superior da encosta. Também, deve se avaliar a existência de depósitos aluvionares na margem do rio, assim como a espessura dos depósitos coluvionares que estão sujeitos a supersaturação devido o aumento de nível do rio.

Como recomendação futura, **SUGERE-SE** a implantação de sistema de monitoramento de nível do freático, volume de chuva, e monitoramento do nível do rio, além de implantação de sistema de marcos topográficos, de forma a verificar a relação entre estes parâmetros e detectar as áreas de maior movimentação. Outros estudos geológico-geotécnicos, devem inicialmente analisar a viabilidade técnica e econômica de se executar obras de contenção no local. Esta avaliação deve ser realizada através de investigação geotécnica do solo buscando sua real natureza e competência por empresas ou profissionais habilitados.

Atualmente, a prefeitura já está executando atividades de investigação geológico-geotécnicas por meio de empresa contratada para avaliação do substrato, dados estes que serão importantes para tomadas de decisão futuras.

Por fim, após a vistoria dos pontos críticos relatados neste trabalho recomenda-se a atualização do mapeamento de áreas de risco em Cruzeiro do Sul, monitoramento constante dos indícios de movimentação da encosta no morro de cruzeiro e na rua Padre Afonso Weiler na Vila Celia. Atividades de educação de percepção de risco geológico e hidrológico para as comunidades afetadas e o fortalecimento da defesa civil municipal.

7. REFERÊNCIAS

HOELZEL, Marlon. **Ação emergencial para delimitação de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massas e enchentes: Cruzeiro do Sul, RS. SGB/CPRM: 2013.** Disponível em <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/20093>. Acessador em 27 de maio de 2024.

CEMADEM. **Precipitação acumulada em 35 dias na Estação Secretaria da Agricultura, Cruzeiro do Sul, RS.** Gráfico para PCDs. Disponível em: https://resources.cemaden.gov.br/graficos/interativo/grafico_CEMADEN.php?idpcd=7649&uf=RS. Acessado em 27/05/2024.

