

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

São Francisco de Paula, 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 – SGB

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

Júlio Cesar Lana

Execução

Renato Ribeiro Mendonça

Raquel Barros Binotto

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – SGB
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

São Francisco de Paula, RS

AUTORES

Renato Ribeiro Mendonça

Raquel Barros Binotto



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 São Francisco de Paula - RS, entre os dias 03 e 04/06/2024, em decorrência do aparecimento de trincas e deslizamento localizado no município, após o evento hidrogeoclimatológico extremo ocorrido no estado do Rio Grande do Sul, em maio do corrente ano. Os resultados mostram que os locais vistoriados, considerados mais críticos pela Diretoria Municipal de Defesa Civil, necessitam monitoramento constante pela municipalidade e a adoção de medidas para minimizar a atuação dos processos identificados com possibilidade, no caso do deslizamento vistoriado, de atingimento de residência.

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. LOCAIS VISTORIADOS | 3 |
| 6. SUGESTÕES DE AÇÕES PARA MANEJO SEGURO DAS ÁREAS VISTORIADAS E AÇÕES FUTURAS . | 9 |
| 7. CONTATO MUNICIPAL..... | 10 |
| 8. REFERÊNCIAS..... | 10 |

1. INTRODUÇÃO

Em atendimento à solicitação da Defesa Civil de São Francisco de Paula, encaminhada em 21 de maio deste ano, o Serviço Geológico do Brasil (SGB) apresenta neste trabalho os resultados da vistoria técnica realizada na referida municipalidade, entre os dias 03 e 04 de junho. Inicialmente, foi realizada uma reunião com representantes da administração pública municipal, da qual participaram, além da equipe técnica do SGB, o Sr. Eli Pontes Rangel, Diretor do Departamento de Defesa Civil, bem como o vice-prefeito, Thiago Carniel Teixeira. 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 |
|-------------------------|---|--|
| Raquel Barros Binotto | Pesquisadora em Geociências | Serviço Geológico do Brasil - SGB |
| Renato Ribeiro Mendonça | Supervisor Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial na unidade de Porto Alegre | Serviço Geológico do Brasil - SGB |
| Eli Pontes Rangel | Diretor do Departamento de Defesa Civil | Prefeitura Municipal de São Francisco de Paula |

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 aplicado 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

As chuvas do evento hidrogeoclimatológico que foi observado no mês de maio de 2024 no estado do Rio Grande do Sul tiveram, conforme IPH (2024), extremo volume e intensidade em curto intervalo de tempo e grande abrangência espacial. Foram observados acumulados de mais de 400 mm em menos de duas semanas, superiores a 700 mm em muitas regiões e maiores que 1.000 mm alguns casos. É o caso da região de São Francisco de Paula, conforme ilustrado na Figura 1, onde as estações de Capão dos Coxos e Morro Reuter, por exemplo, registraram acumulados de 600 a 700 mm neste mês. Cabe observar que a precipitação média anual na região para o período de 1948-2004m é 1.676,1mm e que entre 25/04 e 15/05/2024 choveu 770,1 mm, cerca de 46% do total esperado para o ano.

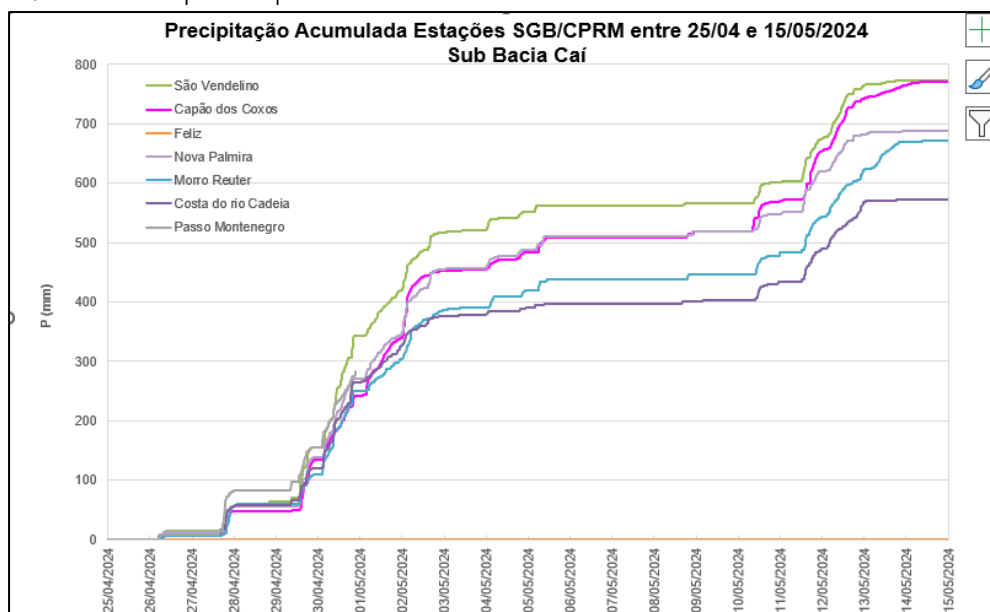


Figura 1 – Amostra de excentricidade dos eventos hidro meteorológicos na região em maio/2024. Fonte: SAH Cai//SGB-ANA.

Como consequência, estas precipitações elevadas causaram cheias rápidas na região da serra, assim como inundação com grande extensão espacial e elevada duração (semanas) na Região Metropolitana de Porto Alegre, além de inúmeros movimentos de massa, como os iniciados pelos indícios observados no município de São Francisco de Paula.

5. LOCAIS VISTORIADOS

A demanda inicialmente encaminhada ao Serviço Geológico do Brasil era relacionada a vistoria na área de Salto, entretanto, outra área foi adicionada à campanha de campo por demanda da Defesa Civil, conforme ilustrado na Figura 2 e descrito a seguir.

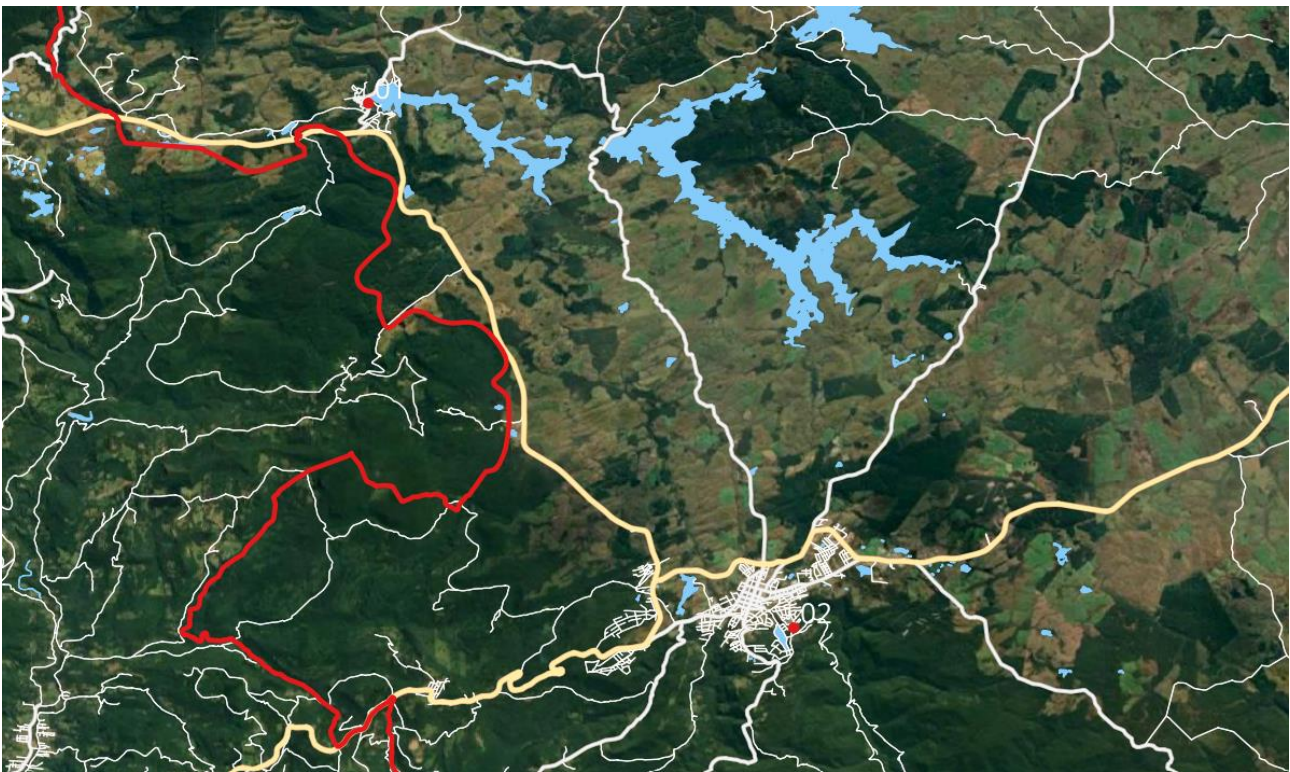


Figura 2 – Pontos vistoriados no município de São Francisco de Paula.

5.1. Comunidade Barragem do Salto

Na Figura 3 observa-se o contexto locacional do primeiro local vistoriado, caracterizado por encosta vegetada e ocupada às margens do lago da barragem do Salto, nas proximidades do barramento. Entre os dias 12 e 13/05/2024, os moradores locais relataram estalos e observação do surgimento de trincas e rachaduras nos terrenos das residências presentes na Av. Eletra e adjacências, conforme visto na Figura 4. Como medida preventiva, a Defesa Civil municipal procedeu a retirada da população do local e interdição.



Figura 3 – Local vistoriado na região do Salto, próximo à barragem.



Figura 4 – Proximidades da barragem do Salto: (a) acessos com trincas e rachaduras e (b) local da trinca no terreno do antigo hotel.

Durante a vistoria realizada no local, foram observadas trincas de cisalhamento sobre o aterro, que foi originalmente concebido para conformação do terreno. Essas trincas, localizadas em frente a uma edificação de dois pavimentos, apresentam aberturas na ordem de centímetros e se estendem por vários metros. Embora o desnível causado pelo abatimento do terreno seja pequeno, notou-se a presença de trincas diagonais (indicativas de cisalhamento) nas edificações próximas. A Figura 5 ilustra as situações verificadas durante a vistoria.

As trincas de cisalhamento são indicativas de que o solo subjacente está sofrendo deformações significativas. Isso pode comprometer a estabilidade das construções adjacentes, exigindo intervenções de engenharia para evitar danos maiores. A extensão e a abertura dessas trincas devem ser monitoradas regularmente para avaliar a progressão do problema.



Figura 5 – Trincas de cisalhamento no solo observadas na região da barragem do Salto: (a) e (b) trinca com abertura centimétrica e extensão de vários metros; (c) natureza do material: aterro e (d) trinca de cisalhamento na estrutura da edificação.

Trincas de cisalhamento também foram observadas no acesso a jusante da edificação do hotel, apresentando desníveis que variam de alguns centímetros a decímetros. A composição do material no local consiste em uma camada de aterro no topo, seguida por um solo residual derivado das rochas vulcânicas da Formação Serra Geral.

Adicionalmente, foi notado um acúmulo significativo de água em pontos baixos do pavimento, o que pode estar contribuindo para a instabilidade do terreno. É importante destacar a presença de um deslizamento em um corte de estrada, com dimensões de alguns metros, o que agrava ainda mais a situação de instabilidade geotécnica na área. Essas condições sugerem que a infiltração de água, combinada com as características do solo e do aterro, está afetando negativamente a estabilidade do terreno. A Figura 6 ilustra detalhadamente as situações observadas.



Figura 6 – Condições geotécnicas observadas em acesso abaixo do hotel: (a) e (b) trincas de cisalhamento observadas no pavimento do acesso, com abatimento de terreno de alguns centímetros chegando a decímetros; (c) abertura de trinca de cisalhamento em torno de 20 cm e (d) deslizamento planar raso em corte de estrada.

É importante ressaltar que, na rua da CEEE, foi verificado que a intensidade das chuvas de maio causou um ravinamento nos pontos baixos da estrada. Esses locais se transformaram em sumidouros para o fluxo das águas pluviais, o que pode aumentar a infiltração e agravar as situações de instabilidade geotécnica.

Essa erosão dos pontos baixos da estrada devido ao escoamento intenso da água das chuvas é preocupante pois não apenas compromete a integridade da via, mas também contribui para a formação de trincas e deslizamentos nas áreas adjacentes. A infiltração excessiva de água pode saturar o solo, reduzindo sua capacidade de suporte e aumentando o risco de falhas geotécnicas. A Figura 7 ilustra detalhadamente essas condições observadas.



Figura 7 – Ravinamento adjacente ao eixo da estrada local: (a) e (b) lonas utilizadas para evitar a infiltração de água no solo.

Apesar de todos os problemas geotécnicos identificados na comunidade, a vistoria realizada na escola da comunidade (Figura 8) revelou que esta não apresenta problemas geotécnicos evidentes, como trincas, recalques ou outras deformações. Portanto, as atividades escolares podem continuar normalmente. No entanto, é recomendado evitar o fluxo de veículos de grande porte, como caminhões e caminhonetes, até que ocorra um período de estiagem.

Além disso, é importante manter o monitoramento regular desta área para garantir que qualquer alteração nas condições geotécnicas seja detectada precocemente. Esse acompanhamento permitirá a tomada de medidas preventivas e corretivas, assegurando a segurança e a continuidade das atividades na escola.



Figura 8 – Escola da comunidade da barragem do Salto, sem danos geotécnicos evidentes.

Durante a vistoria na rua da CEEE, foram observadas duas residências construídas em terrenos que sofreram intervenções severas, com cortes verticais de 90 graus e situadas entre grandes blocos de rocha. Essa configuração coloca essas edificações em risco significativo de deslizamentos e/ou danos causados pela queda de blocos rochosos.

Essa situação ressalta a necessidade urgente de realizar um mapeamento detalhado das áreas de risco no município. A Figura 9 exemplifica essa situação crítica, destacando a proximidade das residências aos cortes íngremes e aos blocos de rocha de grande porte. Este mapeamento e as subseqüentes ações preventivas são cruciais para garantir a segurança dos moradores e a integridade das edificações na região.



Figura 9 – Proximidades da barragem do Salto: residências (a) próximas ao talude de corte e (b) em áreas de blocos de rochas.

5.2. Rua Dr. Ângelo Aranázio

No local, foi observado um deslizamento planar raso muito próximo a uma residência. O solo está bastante saturado devido ao encaminhamento inadequado de águas servidas e à ausência de sistemas de drenagem eficazes. A residência, sendo construída de madeira, é altamente vulnerável a eventos de deslizamento.

A moradora relatou ainda que a área sofre com inundações esporádicas, o que agrava ainda mais a situação de instabilidade do terreno. Esse cenário demonstra a necessidade de implementar medidas de controle de drenagem para garantir a segurança da residência e dos moradores. A Figura 10 exemplifica essa situação crítica, mostrando a proximidade do deslizamento em relação à casa e evidenciando os problemas de saturação do solo e a falta de drenagem adequada.



Figura 10 – Deslizamento vistoriado na rua Dr. Ângelo Aranázio: (a) deslizamento planar raso em face de encosta de alta declividade e (b) encosta de alta declividade bastante saturada em resposta as intensas chuvas e fluxo de água proveniente da rua acima.

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

Aqui são SUGERIDAS ações de curto prazo voltadas, em primeiro momento, ao manejo seguro dos locais vistoriados. Em seguida, são SUGERIDAS ações estruturantes e não estruturantes para atenuação e mitigação dos riscos geológicos.

Sugestões a curto prazo:

- i) Monitoramento diário das 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 novos movimentos ocorram;
- ii) Aguardar período de tempo de estiagem para realizar o retorno da população residente no entorno das áreas críticas;
- iii) Avaliação por empresa/engenheiro habilitado para verificar as condições estruturais das casas e prédios próximos aos deslizamentos e trincas que ocorreram;
- iv) Avaliação de empresa/engenheiro habilitado para verificar as condições dos sistemas de drenagem e águas servidas nas ruas aqui avaliadas, com o fim de verificar a existência de pontos de acúmulo de água nos sistemas.

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 grandes volumes ou chuvas estacionárias;
- ii) Criação de sistemas de alerta à população residente no local, frente a períodos de grandes chuvas, e promoção de simulados de evacuação;
- iii) Avaliação, por empresa especializada em geotecnia, de viabilidade técnica e econômica da execução de obras de contenção nos locais onde ocorreram deslizamentos próximos às 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, de viabilidade técnica e econômica da execução de obras de drenagem que busquem reduzir os pontos de surgência de água na encosta e encaminhamento correto das águas das chuvas de forma que se evite o super saturamento do solo;
- v) Criação de políticas públicas para redução das ocupações das áreas descritas a fim de evitar a formação de novas áreas de risco;
- vi) Ações de educação ambiental e de percepção de risco para os moradores destas áreas e 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 São Francisco de Paula/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.

7. CONTATO MUNICIPAL

Prefeito: Marcos André Aguzzolli,
e-mail: gabinetesaochico@gmail.com.

Departamento de Defesa Civil
Diretor: Eli Pontes Rangel
Telefone: (54) 9968-6464
e-mail: defesacivildcsfp@gmail.com

8. REFERÊNCIAS

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS. *Crerios hidrológicos para adaptação à mudança climática: Chuvas e cheias extremas na Região Sul do Brasil*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2024. Nota Técnica. Disponível em: [<https://www.ufrgs.br/iph/wp-content/uploads/2024/05/CriteriosAdaptacaoMudancaClimaticaChuvasCheiasExtremasSul.pdf>]. Acesso em: [28/05/2024].



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

