

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

MISSÃO VELHA - CE

REALIZAÇÃO

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL

DIVISÃO DE GEOLOGIA APLICADA

2023

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 interino

Cassiano de Souza Alves

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais interino

Paulo Afonso Romano

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

Denilson de Jesus

Juliana Rodrigues

Leandro Galvanese Kuhlmann

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

Missão Velha, CE

AUTORES

Denilson de Jesus
Juliana Rodrigues
Leandro Galvanese Kuhlmann



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.

Cassiano de Souza Alves
Diretor-Presidente interino

Alice Silva de Castilho
Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de uma avaliação técnica realizada no município de Missão Velha-CE, entre os dias 28/06 e 05/07/2023, em decorrência de eventos de instabilidade do terreno causando colapso de dezenas de imóveis. Os resultados mostram que os processos causadores dos transtornos foram da tipologia de deslizamento rotacional, com áreas possivelmente também afetadas por rastejo, os processos não se encontram estabilizados, podendo haver maiores transtornos nos próximos eventos de intensa precipitação.

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

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	1
3. APLICABILIDADES E LIMITAÇÕES DE USO	1
4. METODOLOGIA	2
5. CARACTERIZAÇÃO DO EVENTO	2
6. RESULTADOS	3
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	7
8. AGRADECIMENTOS	7
9. REFERÊNCIAS	8
ANEXOS	9

1. INTRODUÇÃO

Em Atendimento à solicitação da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Missão Velha - CE, feita por meio do Ofício nº 050/2023 (Ref SGB -SEI Referência: Processo no 48039.000560/2023-58), o Serviço Geológico do Brasil - CPRM, apresenta neste trabalho os resultados da vistoria técnica realizada no Distrito de Jamacaru, entre os dias 28 de junho e 5 de julho de 2023.

No documento, a Defesa Civil requeria apoio para realização de estudos geológicos no distrito de Jamacaru, onde supostamente havia sido deflagrado o processo classificado como “Subsidiências e Colapsos” (COBRADE 1.1.13.4.0), visando encontrar uma solução segura para aqueles moradores que residem no raio de risco.

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
Denilson de Jesus	Analista em Geociências	Serviço Geológico do Brasil
Juliana Rodrigues	Pesquisador em Geociências	Serviço Geológico do Brasil
Leandro Galvanese Kuhlmann	Pesquisador em Geociências	Serviço Geológico do Brasil
Vicente de Paulo Ribeiro Silva	Coordenador Municipal de Defesa Civil	Defesa Civil Municipal

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. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido através de inspeção de campo entre os dias 28 de junho e 05 de julho de 2023, os pesquisadores envolvidos realizaram inspeção dos imóveis atingidos e avaliação das feições características dos processos geológicos ocasionadores de risco.

A visita às residências foi realizada de forma amostral, conforme disponibilidade e disposição dos moradores de voluntariamente permitir o acesso dos profissionais do SGB- CPRM às suas propriedades.

Também foi realizada consulta à Rede Sismográfica Brasileira, a fim de verificar a possível relação do evento com ocorrências sísmicas na região.

Obtidas as devidas autorizações de voo pela Aeronáutica do Brasil, foi realizado levantamento aerofotogramétrico através de equipamento de drone, a partir do qual se construiu um modelo digital de elevação; o modelo foi elaborado ainda em versão preliminar, tendo em vista a necessidade de uma resposta rápida ao município.

A avaliação das áreas foi realizada com base na metodologia desenvolvida no Projeto Gides, parceria de instituições do Governo Brasileiro e do Governo Japonês (SGB, 2018), tendo sido feitas adaptações aos dados disponíveis, em virtude da urgência da entrega dos resultados.

5. CARACTERIZAÇÃO DO EVENTO

Segundo o Ofício enviado pela Defesa Civil, no ano de 2022 algumas áreas do distrito de Jamacaru começaram a apresentar indícios que sugeriam uma movimentação no terreno. Com as fortes chuvas ocorridas no início de 2023, o cenário sofreu um agravamento, levando o município a decretar Situação de Emergência (Decreto 14.03.006 de 14 de março de 2023) que teve seu Reconhecimento pelo Governo Federal (Portaria Nº 1205, de 24 de março de 2023).

Uma visita técnica do CREA-CE foi realizada no local. No relatório produzido foi sugerida a realização de estudos geofísicos e sondagem do tipo SPT para melhor caracterização do processo.

6. RESULTADOS

Apesar do que foi pressuposto pelo município, as evidências observadas no local sugerem que o processo geológico que ocasionou danos à algumas casas no distrito de Jamararu é do tipo deslizamento rotacional.

Os deslizamentos rotacionais são caracterizados por superfícies de rupturas arqueadas, se distinguem dos deslizamentos planares também por terem a mesma superfície reativada diversas vezes, as cristas, ou porções superiores costumam desenvolver outros planos de ruptura, com formação de diversos degraus de abatimento, vide figura 1.

A identificação foi feita através da observação: da disposição das trincas no piso das residências e do terreno; dos degraus de abatimento da região da crista dos deslizamentos; do relato de moradores do estreitamento do canal de drenagem, o que sugere o intumescimento na base da encosta; do relato de reativação de superfícies de movimentação em eventos anteriores, característicos do processo.

No entanto, em alguns trechos foram identificados sinais que remetem à processo de rastejo de solo. Devido à limitações dos dados e necessidade de resposta rápida, as áreas foram classificadas como de deslizamento rotacional. Assim na eventual disponibilidade de informações adicionais, essa classificação poderá ser refinada ou revista.

O processo sugerido é condizente com as características geológica/geomorfológicas do local, sendo observados os padrões esperados tanto em campo, quanto nas curvas de nível obtidas a partir do aerolevanteamento por drone. O distrito está situado no sopé da escarpa da Chapada do Araripe, sobre superfície deposicional (depósitos de encosta) com gradiente bastante variável (figura 2). O terreno é caracterizado como rampas de colúvio/tálus, constituído de material inconsolidado bastante heterogêneo, com blocos rochosos muito mal selecionados envoltos em matriz areno-silte-argilosa. Uma característica importante desse material é apresentar estrutura porosa, baixa capacidade de suporte, baixa resistência ao cisalhamento, e alta possibilidade de instabilização quando submetidos à saturação e ao carregamento (Pastor & Fontes, 1998). Dadas as suas características, esses depósitos são comumente considerados uma unidade geotécnica instável, representando zonas de alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa.

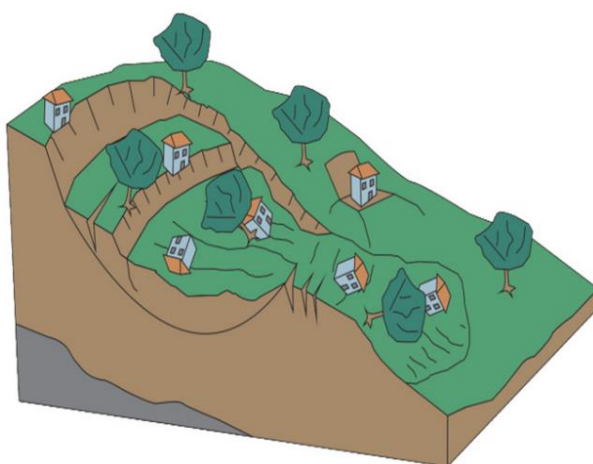


Figura 1 - Representação esquemática de deslizamento rotacional (SGB, 2019, adaptado de Tominaga, 2012).

Segundo relatos dos moradores mais antigos, os primeiros indícios de movimentação do terreno remontam à algumas décadas, quando uma parte da encosta cedeu e atingiu o antigo cemitério. Nos anos seguintes, outras movimentações em menor escala também ocorreram. Embora estas informações não

forneçam dados precisos, apresentam um subsídio importante para a compreensão do comportamento instável do terreno.

Atualmente, as evidências de movimentação são bastante expressivas em número e magnitude: trincas com aberturas milimétricas a centimétricas nas paredes e nos pisos das construções e nas ruas, degraus de abatimento e destruição de casas (figuras 3 a 13). Alguns moradores relataram o aumento das trincas em suas moradias, principalmente após o período chuvoso, o que sugere que o processo está em pleno desenvolvimento e coloca essas construções em risco iminente.

Considerando a percepção dos moradores de que o evento tem se agravado após os períodos chuvosos e a consulta à Rede Sismográfica Brasileira, que não mostrou registro de eventos sísmicos no período em que o evento foi deflagrado, pode-se supor que o fator deflagrador do processo que acomete a região é a chuva.



Figura 2 – Distrito de Jamacaru está situado no sopé da escarpa da Chapada do Araripe.



Figura 3 – Casas destruídas no distrito de Jamacaru.



Figura 4 – Feição de movimentação no terreno: degrau de abatimento na rua Vicente Bedeu.



Figura 5 – Feição de movimentação no terreno: trinca persistente no terreno e trinca nas moradias (local: largo próximo à rua Padre Cícero).



Figura 6 – Feição de movimentação no terreno: trinca persistente no terreno e trinca nas moradias (local: largo próximo à rua Padre Cícero). Observa-se lançamento de água servida diretamente no terreno.



Figura 7 – Feição de movimentação no terreno: degrau de abatimento na rua José Calixto.



Figura 8 – Trinca marcante no muro da residência na rua do Cemitério.



Figura 9 – Trinca persistentes no piso da casa na rua Antonio Tenório. Essa trinca persiste por toda a residência.



Figura 10 – Casas na rua do Cemitério apresentam numerosas trincas nas paredes e no piso.



Figura 11 – Abatimento no piso da casa na rua do Cemitério esquina com rua Antônio Tenório.



Figura 12 – Trincas com abertura milimétrica nas paredes e no piso de uma das casas da rua São Francisco.

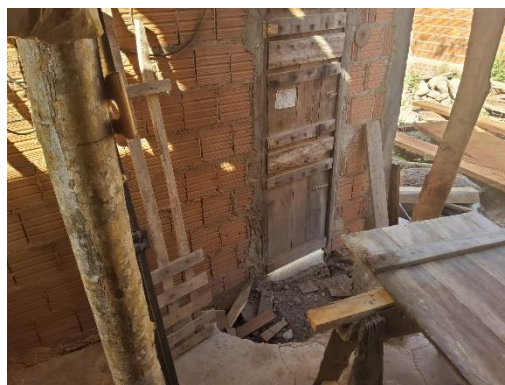


Figura 13 – Degrau de abatimento com cerca de 15cm na oficina situada nos fundos de uma casa da rua José Nazaro.

Pelo o que se pode constatar no distrito de Jamararu, sistema de coleta de esgoto é ineficiente ou inexistente, visto que em vários pontos visitados havia o lançamento de efluentes domésticos diretamente sobre o terreno (figuras 14 e 15). A saturação do material é um fator importante que pode acelerar o processo de desestabilização da encosta.

Outra questão que merece atenção é que nas áreas onde há escombros ainda existem algumas alvenarias (paredes) “de pé” (figuras 16 e 17). Algumas delas estão na iminência de tombar, colocando em risco as pessoas que circulam pelo local.

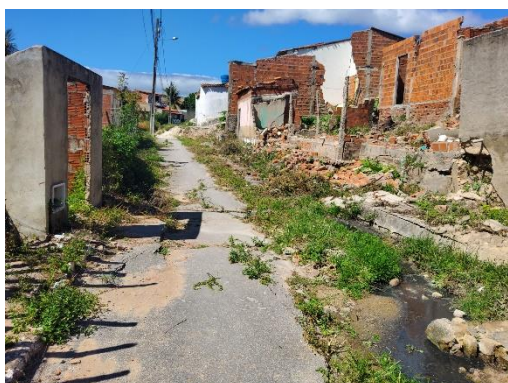


Figura 14 – As águas lançadas nas ruas à montante tem se acumulado na rua Vicente Bedeu. Isso tende a elevar o grau de saturação do terreno e acelerar o processo já deflagrado.



Figura 15 – Lançamento de água servida diretamente no terreno onde já se observam indícios de movimentação (rua do Cemitério). Em geral, todas as casas que aparecem na foto apresentam trincas.



Figura 16 – Alvenarias instáveis que colocam em risco as pessoas que circulam pelo local (Rua Vicente Bedeu).



Figura 17 – Alvenarias instáveis que colocam em risco as pessoas que circulam pela rua José Navaro.

Os imóveis atingidos foram cartografados, conforme resultados disponíveis no Anexo I.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Uma grande área do Distrito de Jamacaru, no município de Missão Velha – CE foi atingida por processo de deslizamento rotacional, com possível ocorrência de rastejo de solo em alguns trechos. O processo de deslizamento rotacional passou por ativação múltiplas vezes, com destaque para os períodos de chuva de 2022 e 2023.

Os processos não se encontram estabilizados, podendo sofrer novas movimentações, em especial nos períodos de maior precipitação chuvosa. Novas ativações do movimento podem impactar imóveis que ainda não se encontram destruídos ou danificados.

A classificação da tipologia e dimensionamento do processo, feita através de levantamento de campo e restituição aerofotogramétrica por Veículo Aéreo Não Tripulado – VANT, possui caráter preliminar. Uma investigação de maior detalhe é recomendada, utilizando como exemplo levantamentos topográficos de precisão ou monitoramento do deslocamento em tempo real por clinômetros, estações de posicionamento global diferencial (DGPS), ou conforme especificação técnica especializada; todo e qualquer levantamento ou aprofundamento dos estudos é de total responsabilidade dos executores.

Como o levantamento de trincas nas moradias foi realizado pela equipe do SGB-CPRM de forma amostral, é importante que seja realizada a complementação e atualização das mesmas pelos profissionais do município. O monitoramento dessas feições é importante para avaliar o avanço ou estabilização do processo;

Recomenda-se ainda a realização de estudos geofísicos e sondagens para a melhor caracterização do terreno. Esses estudos deverão ser realizados por profissionais habilitados e de preferência com experiência em estudo de estabilidade de encostas/ taludes.

Outra questão importante de ser reforçada é a necessidade de interditar a área dos escombros, impedindo ou pelo menos limitando a circulação de pessoas no local, ou se possível for, demolir parte das construções já destruídas e que estão instáveis, colocando em risco os transeuntes.

A responsabilidade sobre a tomada de decisão no que diz respeito ao endereçamento de providências para a área atingida é municipal, devendo seguir as boas práticas nas políticas de gestão de riscos e gestão de desastres, dentro da capacidade de ação e execução do município. Assim, recomendamos que seja feita avaliação de execução dentre as alternativas de gestão tais como intervenções estruturais para estabilização do processo, realocação da população atingida e/ou em risco, intervenções não estruturais, etc. Ressaltamos que diversas moradias localizadas dentro das áreas já se encontram desocupadas, não tendo sido feita a individualização das mesmas no presente relatório.

8. AGRADECIMENTOS

O Serviço Geológico do Brasil agradece à Defesa Civil Municipal de Missão Velha – CE, na figura de seu Coordenador Geral Sr. Vicente de Paulo Ribeiro da Silva, pelo apoio às atividades de campo e pela disponibilização dos estudos realizados anteriormente.

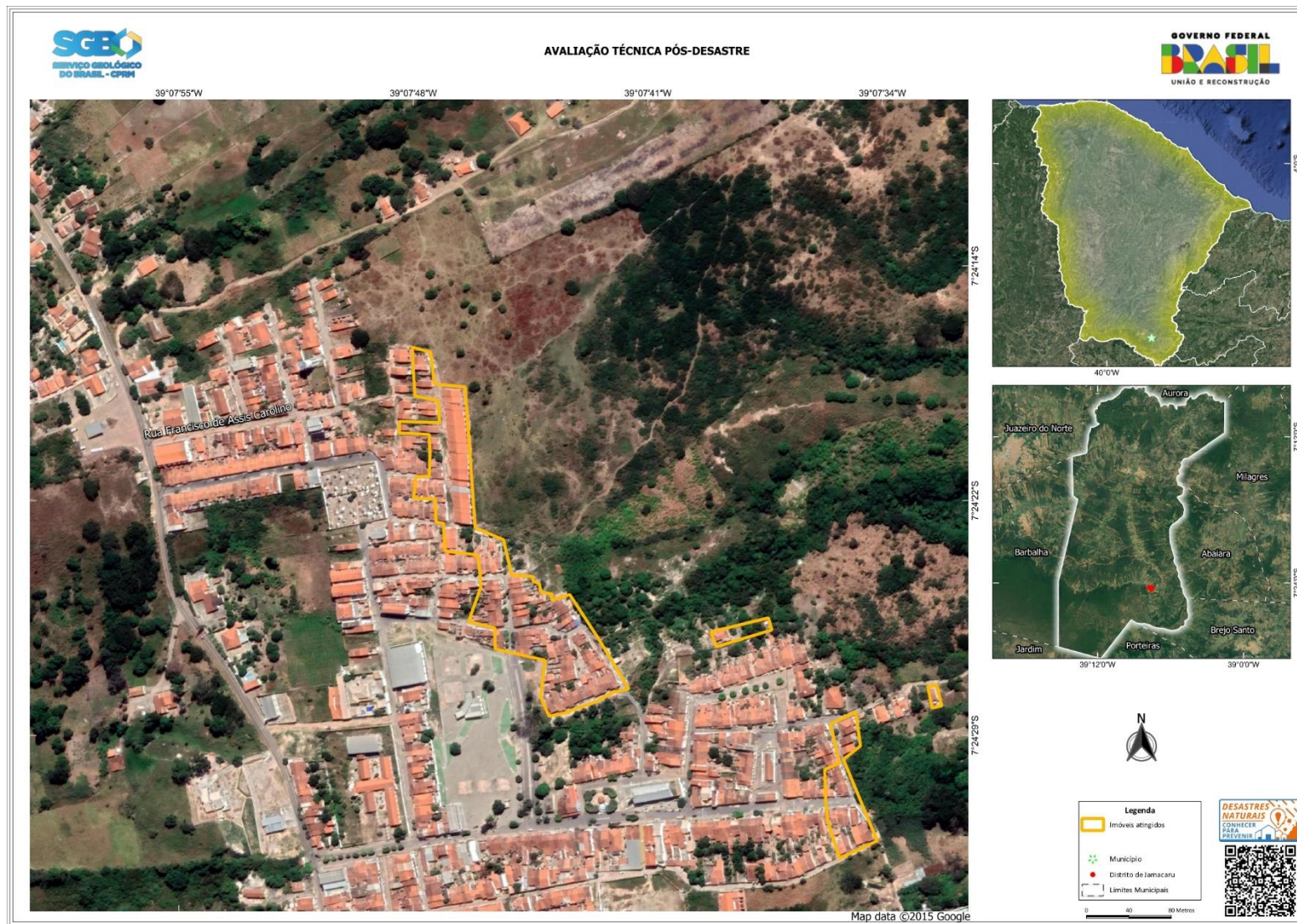
9. REFERÊNCIAS

PASTORE, E. L.; FONTES, R. M. Caracterização e classificação de solos. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (edit.). Geologia de Engenharia. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, São Paulo, 1998. p. 197-210.

SGB - Serviço Geológico do Brasil (2018). Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa – Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Desastres Naturais – Projeto GIDES. (livro eletrônico): CPRM - Coordenação: Jorge Pimentel e Thiago Dutra dos Santos. – Rio de Janeiro: CPRM/SGB – Serviço Geológico do Brasil, 2018; Versão 1. 213 páginas (pdf) ISBN (978-85-7499-448-2)

TOMINAGA, L.K. Desastres naturais: por que ocorrem? In: TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do (Org.). Desastres naturais: conhecer para prevenir. 2. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2012c. cap. 1, p. 11-23.

ANEXOS





MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

