



SETORIZAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO GEOLÓGICO

AMAPA DO MARANHÃO - MA

MAIO DE 2022

Sumário

1.	APRESENTAÇÃO	1
2.	OBJETIVOS	1
3.	APLICABILIDADES E LIMITAÇÕES DE USO	2
4.	METODOLOGIA	3
5.	RESULTADOS	7
6.	SUGESTÕES	7
7.	CONCLUSÕES.....	8
8.	CONTATO MUNICIPAL.....	9
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	10

1. APRESENTAÇÃO

Este relatório apresenta os resultados da Setorização de Áreas de Risco Geológico realizada pelo Serviço Geológico do Brasil-CPRM no município de Amapá do Maranhão, no dia 16 de Maio de 2022, em atenção às diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei 12.608/2012).

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

Quadro 1: Profissionais que participaram dos levantamentos de campo.

Nome completo	Cargo ou função	Instituição
Lenilson Jose Souza de Queiroz	Pesquisador em Geociências	Serviço Geológico do Brasil – CPRM
Almir Araujo Pacheco	Técnico em Geociências	Serviço Geológico do Brasil – CPRM
Matias da Silva Lemos	Procurador do Município	Prefeitura Municipal de Amapá do Maranhão

2. OBJETIVOS

A Setorização de Áreas de Risco Geológico consiste na identificação e caracterização das porções urbanizadas do território municipal sujeitas a sofrerem perdas ou danos causados por eventos adversos de natureza geológica e objetiva subsidiar a tomada de decisões assertivas relacionadas às políticas de ordenamento territorial e prevenção de desastres. Além disso, destacam-se os seguintes objetivos específicos:

- Gerar informações técnicas a nível nacional com vistas a alimentar a base de dados das instituições responsáveis pelas ações de monitoramento e alerta de desastres provocados por eventos de natureza geológica;
- Contribuir com a definição de critérios para disponibilização de recursos públicos destinados ao financiamento de obras de prevenção e resposta a desastres;
- Embasar as ações dos órgãos de fiscalização voltadas à inibição da expansão das áreas de risco;

- Indicar sugestões gerais de intervenção a fim de orientar a implantação de práticas voltadas à prevenção de desastres;
- Desenvolver documentos cartográficos e relatórios técnicos em linguagem acessível, com foco em alcançar o público geral da forma mais abrangente possível.

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. Dessa forma, tendo em vista a dinâmica do crescimento urbano e, conseqüentemente, das áreas de risco geológico, é fundamental que o trabalho seja periodicamente atualizado.

3. APLICABILIDADES E LIMITAÇÕES DE USO

A Setorização de Áreas de Risco Geológico pode ser aplicada 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;
- A Setorização de Áreas de Risco Geológico não deve ser aplicada para:
- 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.

4. METODOLOGIA

Os métodos empregados para a elaboração da Setorização de Áreas de Risco Geológico se baseiam nos procedimentos propostos por Ministério das Cidades & IPT (2007) e por Lana *et al.* (2021), os quais empregam a abordagem heurística para o mapeamento e classificação das áreas de risco.

As setorizações de áreas de risco geológico são desenvolvidas exclusivamente em regiões onde existem edificações nas quais há permanência humana, como casas, edifícios, hospitais, escolas, estabelecimentos comerciais, dentre outros. Dessa forma, regiões não habitadas, como loteamentos em implantação, campos utilizados para atividade esportiva ou agropecuária, terrenos baldios, estradas, pontes, linhas férreas e túneis, não são objeto de mapeamento.

O trabalho é elaborado em quatro fases, as quais são sintetizadas no fluxograma representado na figura 1 e nas etapas descritas no quadro 2.

Quadro 2: Sequência de procedimentos desenvolvidos durante a elaboração das setorizações de áreas de risco geológico.

Fase	Etapa	Características
1	Compilação bibliográfica	Útil para o planejamento da campanha de campo; Pode auxiliar na identificação prévia de áreas de risco.
	Fotointerpretação	
	Contato com a Defesa Civil Municipal	É feita uma breve apresentação do trabalho, bem como da importância da participação da Defesa Civil Municipal na campanha de campo.
2	Levantamento de campo	Inclui somente áreas urbanizadas; Escala de referência varia entre 1.1.000 e 1.2.000; É feito por caminhamento em conjunto com a Defesa Civil Municipal; Avaliam-se condições e indícios de risco geológico nas áreas pré-selecionadas pela equipe CPRM e naquelas indicadas pela Defesa Civil Municipal; Não avalia eficácia ou pertinência de obras de engenharia de qualquer natureza; Não são avaliadas condições que não tem relação com processos geológicos; Utilizam-se GPS e máquina fotográfica para registro das estações de campo.
3	Delimitação e classificação das áreas de risco	É feita por meio da interpolação de estações de campo; Não são delimitadas áreas sem edificações de permanência humana; Utilizam-se como base as imagens orbitais Google como “BaseMap”, as bases cartográficas e topográficas do OpenStreetMap, geo serviços de relevo sombreado e de curvas de nível compiladas no <i>plugin</i> MapTiler. Todos passam por um processo de fusão/realçamento visual no QGIS para destacar as informações de relevo sobre a imagem do Google; São delimitadas e classificadas apenas as áreas de risco nos graus alto ou muito alto; As áreas de risco médio ou baixo eventualmente são indicadas no relatório como áreas de monitoramento.
	Elaboração dos produtos	Inclui os procedimentos de confecção dos mapas, relatório e arquivos vetoriais.
	Correções e ajustes	Etapa de adequação do material entregue pelas equipes técnicas, após serem consolidados na fase 4.
4	Consolidação dos produtos	Verifica-se se o trabalho não apresenta erros ou desvios metodológicos significativos.
	Publicação do trabalho	Disponibilização do trabalho para o município, para as instituições que atuam na prevenção de desastres e para o público em geral.

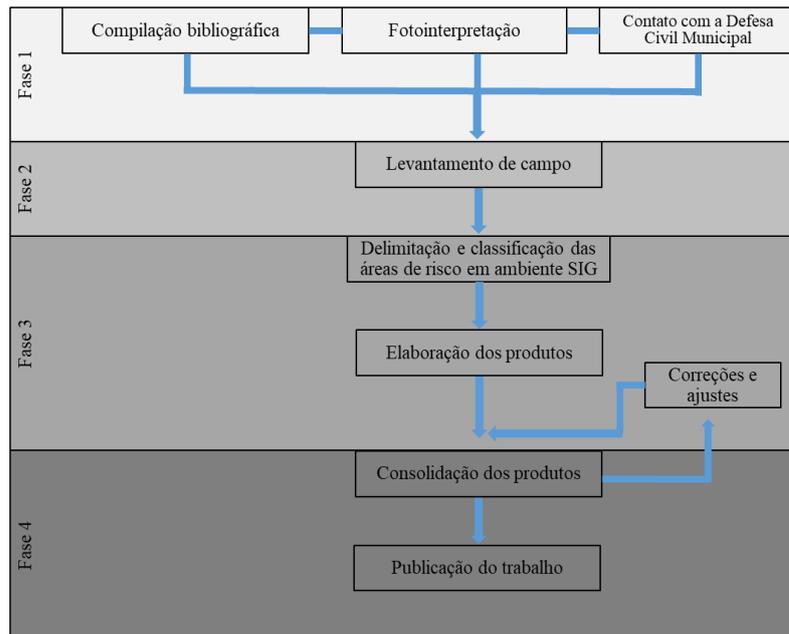


Figura 1: Sequência de procedimentos desenvolvidos durante a elaboração das setorizações de áreas de risco geológico.

4.1. Classificação das áreas de risco

As setorizações de áreas de risco geológico desenvolvidas pelo Serviço Geológico do Brasil-CPRM delimitam apenas as áreas de risco alto e muito alto, conforme proposta apresentada por Ministério das Cidades e IPT (2004 e 2007), a qual é sintetizada pelos quadros 3 e 4.

A classificação proposta por Ministério das Cidades e IPT (*op. cit.*) foi originalmente concebida para ser aplicada no mapeamento de áreas de risco a movimentos de massa e processos hídricos. Todavia, apesar de apresentarem mecanismos de deflagração diferentes, outros processos, como erosão, subsidência, solapamento ou colapso, movimentação de dunas, expansão e contração de argilas apresentam algumas características semelhantes àquelas associadas aos movimentos de massa. Dessa forma, na prática, o mapeamento das áreas de risco geológico considera alguns atributos do meio físico que são comuns a diversos processos. Portanto, a orientação proposta para a classificação dos graus de risco a movimentos de massa (Quadro 3) foi estendida aos processos supracitados.

Quadro 3: Orientações gerais para classificação dos graus de risco a movimentos de massa, erosões, subsidência, solapamento ou colapso, movimentação de dunas, expansão e contração de argilas (Modificado de Ministério das Cidades e IPT, 2007).

GRAU DE PROBABILIDADE	DESCRIÇÃO
<p>R1 Baixo</p>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de BAIXA OU NENHUMA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. Não se observa (m) sinal/feição/evidencia (s) de instabilidade. NÃO HÁ INDÍCIOS de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes NÃO SE ESPERA a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.</p>
<p>R2 Médio</p>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de MÉDIA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. Observa-se a presença de algum (s) sinal/feição/ evidencia (s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porem incipiente (s). Processo de instabilização EM ESTÁGIO INICIAL de desenvolvimento.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, e REDUZIDA A POSSIBILIDADE de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<p>R3 Alto</p>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de ALTA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. Observa-se a presença de significativo (s) sinal/ feição/ evidência (s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Processo de instabilização em PLENO DESENVOLVIMENTO, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, é PERFEITAMENTE POSSÍVEL a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<p>R4 Muito alto</p>	<p>1. Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito ALTA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. Os sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de deslizamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação a margem de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em AVANÇADO ESTÁGIO de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, e MUITO PROVÁVEL a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>

Quadro 4: Classificação dos graus de risco a processos hídricos (Modificado de Ministério das Cidades e IPT, 2004).

GRAU DE PROBABILIDADE	DESCRIÇÃO
R1 Baixo	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com BAIXO POTENCIAL DE CAUSAR DANOS e baixa frequência de ocorrência (NÃO HÁ REGISTRO DE OCORRÊNCIAS significativas nos últimos 5 anos).
R2 Médio	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com MÉDIO POTENCIAL DE CAUSAR DANOS, média frequência de ocorrência (Registro de 1 OCORRÊNCIA SIGNIFICATIVA nos últimos 5 anos).
R3 Alto	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com ALTO POTENCIAL DE CAUSAR DANOS, média frequência de ocorrência (Registro de 1 OCORRÊNCIA SIGNIFICATIVA nos últimos 5 anos) e envolvendo moradias de ALTA VULNERABILIDADE.
R4 Muito alto	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com ALTO POTENCIAL DE CAUSAR DANOS, principalmente sociais, alta frequência de ocorrência (Pelo menos 3 EVENTOS SIGNIFICATIVOS nos últimos 5 anos) e envolvendo moradias de ALTA VULNERABILIDADE.

5. RESULTADOS

Não foram identificadas áreas de risco alto ou muito alto no município de Amapá do Maranhão durante os levantamentos de campo realizados em maio de 2022. Todavia, é importante ressaltar que as condições observadas não são estáticas, ou seja, podem se alterar em função de condições naturais ou a partir de intervenções antrópicas inadequadas, as quais podem favorecer o surgimento de áreas de risco geológico futuramente. Portanto, é de suma importância que o município adote, desde já, práticas adequadas de controle urbano e ordenamento territorial.

6. SUGESTÕES

Neste capítulo são apresentadas sugestões baseadas nas situações verificadas durante a realização do presente trabalho.

É de suma importância esclarecer que as medidas de intervenção apresentadas constituem orientações gerais, não-mandatárias, que objetivam nortear as administrações municipais a respeito de possíveis formas de atuação para mitigar o risco geológico. Dessa forma, em nenhuma hipótese, as propostas apresentadas dispensam a realização de estudos e projetos que, em função das características

específicas de cada região, indiquem a viabilidade, o tipo e as formas de implantação de medidas de intervenção eficazes.

1. Verificar e reparar os pontos de vazamento de água em encanamentos;
2. Fiscalizar e proibir a construção em áreas protegidas pela legislação vigente;
3. Realizar programas de educação ambiental voltados para as crianças em idade escolar e para os adultos em seus centros comunitários, ensinando-os a evitar a ocupação de áreas impróprias para construção;
4. Elaborar plano de contingência que envolva a zona rural e urbana, para aumentar a capacidade de resposta e prevenção a desastres no município;
5. Fiscalizar e exigir que novos loteamentos apresentem projetos urbanísticos respaldados por profissionais habilitados para tal;
6. Executar manutenção das drenagens pluviais e canais de córregos, a fim de evitar que o acúmulo de resíduos impeça o perfeito escoamento das águas durante a estação chuvosa;
7. Agir de modo preventivo nos períodos de seca para percorrer e vistoriar todo município e corrigindo qualquer evento que possa evoluir para risco geológico
8. Adequar os projetos de engenharia às condições geológicas e topográficas locais, evitando realizar escavações e aterros de grande porte.

7. CONCLUSÕES

Não foram identificadas áreas de risco alto e muito alto no município, tampouco áreas de risco geológico médio (áreas de monitoramento). Este resultado se deve à topografia predominantemente plana do município, o que dificulta a deflagração de movimentos de massa, enxurradas e corridas. Também não foram observadas áreas de risco a inundações pois, diferente do município vizinho (Boa Vista do Gurupi), o município de Amapá do Maranhão encontra-se edificado em cotas elevadas em relação aos córregos e rios.

Todavia, apesar das condições observadas durante os levantamentos realizados em 2022, é importante que sejam adotadas práticas de controle e ordenamento territorial, a fim de evitar o surgimento de áreas de risco geológico futuramente.

8. CONTATO MUNICIPAL

Prefeito: Nelene da Costa Gomes

Telefone: (98) 98192-5983

Rocurador Municipal : Matias da Silva Lemos

Telefone (98) 98421 - 4096

Secretaria Municipal de Obras, Transportes e Infraestrutura: Jecivaldo
Pinheiro de Oliveira

Telefone: (98)98156-2545

e-mail: pref.amapa2021@gmail.com

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 17 mar. 2014.

LANA, Julio Cesar; JESUS, Denilson de; ANTONELLI, Tiago. Guia de procedimentos técnicos do departamento de gestão territorial: setorização de áreas de risco geológico. V. 3. Edição 1. Brasília: CPRM, 2021.

MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. Treinamento de Técnicos Municipais para o Mapeamento e Gerenciamento de Áreas Urbanas com Risco de Escorregamentos, Enchentes e Inundações. Apostila de treinamento. 2004. 73p.

MINISTERIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS – IPT. Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores – Brasília: Ministerio das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnologicas – IPT, 2007.