

**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM)**

PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES

MAPEAMENTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS VOLTADOS PARA A PREVENÇÃO DE DESASTRES

# CARTOGRAFIA DE RISCO GEOLÓGICO

**Santa Lúcia – SP**

**REALIZAÇÃO**

**DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL**

**DIVISÃO DE GEOLOGIA APLICADA**

**2023**

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

**Ministro de Estado**

Alexandre Silveira de Oliveira

**Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**

Vitor Eduardo de Almeida Saback

**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM)**

**DIRETORIA EXECUTIVA**

**Diretor-Presidente interino**

Cassiano de Souza Alves

**Diretor de Geologia e Recursos Minerais interino**

Paulo Afonso Romano

**Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial**

Alice Silva de Castilho

**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 A. da Silva

**Chefe da Divisão de Gestão Territorial**

Maria Adelaide Mansini Maia

**Chefe da Divisão de Geologia Aplicada**

Tiago Antonelli

**SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO**

**Superintendente**

Lauro Gracindo Pizzatto

**Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial**

Vanesca Santorelli Medeiros

**Supervisor de Hidrologia e Gestão Territorial**

Andrea Segura Franzini

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL  
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM)  
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL  
I PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES I

MAPEAMENTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS  
VOLTADOS PARA A PREVENÇÃO DE DESASTRES

# CARTOGRAFIA DE RISCO GEOLÓGICO

Santa Lúcia, SP

## AUTORES

Leandro Galvanese Kuhlmann  
Maria Emília Radomski Brenny



---

São Paulo  
2023

**CARTOGRAFIA DE RISCO GEOLÓGICO - ARARAQUARA, SP**

**REALIZAÇÃO**

**Departamento de Gestão Territorial (DEGET)**

**Divisão de Geologia Aplicada (DIGEAP)**

**COORDENAÇÃO TÉCNICA**

Júlio César Lana

**AUTORES**

Leandro Galvanese Kuhlmann

Maria Emília Radomski Brenny

# 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

---

**E**ste trabalho apresenta os resultados do mapeamento de áreas de risco geológico executado no município de Santa Lúcia, no dia 27/04/2023. Durante os levantamentos de campo não foram identificadas áreas de risco alto e/ou muito alto, objeto central deste trabalho. Também não se constatou a existência de áreas de risco médio, associadas aos processos de inundação e deslizamento de encostas.

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

# SUMÁRIO

---

1. INTRODUÇÃO .....	2
2. OBJETIVOS.....	2
3. APLICABILIDADES E LIMITAÇÕES DE USO .....	3
4. METODOLOGIA .....	4
5. RESULTADOS .....	8
6. SUGESTÕES .....	8
7. CONCLUSÕES .....	10
8. CONTATO MUNICIPAL.....	10
REFERÊNCIAS .....	11

## 1. INTRODUÇÃO

---

De acordo com as informações disponibilizadas pelo Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD)<sup>1</sup>, no Brasil, milhares de pessoas são afetadas anualmente por desastres provocados por eventos adversos de natureza geológica, como deslizamentos, fluxo de detritos, queda de blocos de rocha, enxurradas, inundações, erosões, dentre outros.

Em grande parte, os efeitos desses desastres poderia ser mitigado por ações preventivas, tais como a implementação de políticas públicas de ordenamento territorial e a instalação de sistemas de monitoramento de alerta de chuvas intensas. Ocorre que, de maneira geral, as práticas de prevenção de desastres se embasam no conhecimento prévio da localização e características das áreas de risco geológico, fato este que configura a principal motivação do presente trabalho.

Diante do cenário exposto e procurando atender as diretrizes da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei 12.608/2012; BRASIL, 2012), desde 2012 o Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) tem contribuído para a efetividade do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, por meio da elaboração de instrumentos cartográficos destinados a subsidiar as boas práticas de ocupação do território e de prevenção de desastres.

Neste contexto, este relatório apresenta os resultados dos trabalhos de cartografia de áreas de risco geológico, realizados pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) no município de Santa Lúcia, no dia 27 de abril de 2023.

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
Leandro Galvanese Kuhlmann	Pesquisador em Geociências	Serviço Geológico do Brasil (CPRM)
Maria Emília Radomski Brenny	Pesquisadora em Geociências	Serviço Geológico do Brasil (CPRM)
Iole Sabino Santos	Coordenadora municipal de Proteção e Defesa Civil	Prefeitura Municipal de Santa Lucia

## 2. OBJETIVOS

---

O objetivo central deste trabalho consiste na identificação e caracterização das porções urbanizadas do território municipal sujeitas a sofrerem perdas ou danos causados por eventos adversos de natureza geológica, com vistas a subsidiar a tomada de decisões assertivas relacionadas às políticas de ordenamento territorial e prevenção de desastres. Além disso, destacam-se os seguintes objetivos específicos:

---

<sup>1</sup> Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/>



- Gerar informações técnicas a nível nacional com o intuito de 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 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 em geral da forma mais abrangente possível.



Figura 1 - Objetivos de desenvolvimento sustentável.

Ressalta-se ainda que este estudo está em consonância com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável<sup>2</sup> (Figura 1) e com o marco pós-2015 para a redução de riscos de desastres, também conhecido como Marco de Sendai<sup>3</sup>.

### 3. APLICABILIDADES E LIMITAÇÕES DE USO

#### A cartografia 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;
- Fomentar políticas públicas habitacionais e de saneamento;
- Contribuir para o desenvolvimento 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;

<sup>2</sup> Em setembro de 2015, líderes mundiais reuniram-se na sede da ONU, em Nova York, e decidiram um plano de ação para erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, a qual contém o conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS. Saiba mais em: <https://odsbrasil.gov.br/>

<sup>3</sup> Marco adotado por diversos países na Terceira Conferência Mundial sobre a Redução do Risco de Desastres, realizada de 14-18 março de 2015, em Sendai, Miyagi, no Japão. Saiba mais em: <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>

- 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 cartografia de áreas de risco geológico não deve ser aplicada para:**

- Qualquer aplicação incompatível com sua 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, o alcance e a trajetória de movimentos de massa, enxurradas e inundações.

É de suma importância enfatizar 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.

## 4. METODOLOGIA

---

Os métodos empregados para a elaboração deste trabalho são baseados nos procedimentos propostos por Brasil (2007) e Lana, Jesus e Antonelli (2021), os quais empregam a abordagem heurística para o mapeamento e classificação das áreas de risco.

A cartografia de áreas de risco geológico é desenvolvida exclusivamente em regiões onde existem imóveis destinados à 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 descritas no quadro 2 e sintetizadas no fluxograma representado pela figura 2.

Quadro 2 - Sequência de procedimentos desenvolvidos durante a execução do trabalho.

Fase	Etapa	Características
1	Compilação bibliográfica	Útil para o planejamento da campanha de campo.
	Fotointerpretação	Pode auxiliar na identificação prévia de áreas de risco.
	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	<p>Inclui somente áreas urbanizadas.</p> <p>Escala de referência varia entre 1:1.000 e 1:2.000.</p> <p>É feito por caminhamento, em conjunto com a Defesa Civil Municipal.</p> <p>Avaliam-se condições e indícios de risco geológico nas áreas pré-selecionadas pela equipe do SGB-CPRM e naquelas indicadas pela Defesa Civil Municipal.</p> <p>Não avalia eficácia ou pertinência de obras de engenharia de qualquer natureza.</p> <p>Não são avaliadas condições que não têm qualquer relação com processos geológicos.</p> <p>Utilizam-se GPS, tablet e/ou máquina fotográfica para registro das estações de campo.</p>
3	Delimitação e classificação das áreas de risco	<p>É feita por meio da interpolação de estações de campo.</p> <p>Não são cartografadas áreas sem edificações de permanência humana.</p> <p>Utilizam-se como base as imagens orbitais Google, como <i>BaseMap</i>, as bases cartográficas e topográficas do <i>OpenStreetMap</i>, geoserviços de relevo sombreado e de curvas de nível compiladas no <i>plugin MapTiler</i>. Todos passam por um processo de fusão/realçamento visual no QGIS para destacar as informações de relevo sobre a imagem do Google.</p> <p>São delimitadas e classificadas apenas as áreas de risco alto ou muito alto.</p> <p>As áreas de risco médio ou baixo, eventualmente, são indicadas no relatório como áreas de monitoramento.</p>
	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	É verificado se o trabalho não apresenta erros ou desvios metodológicos.
	Publicação do trabalho	Disponibilização do trabalho para o município, para as instituições que atuam na prevenção de desastres e para o público em geral.

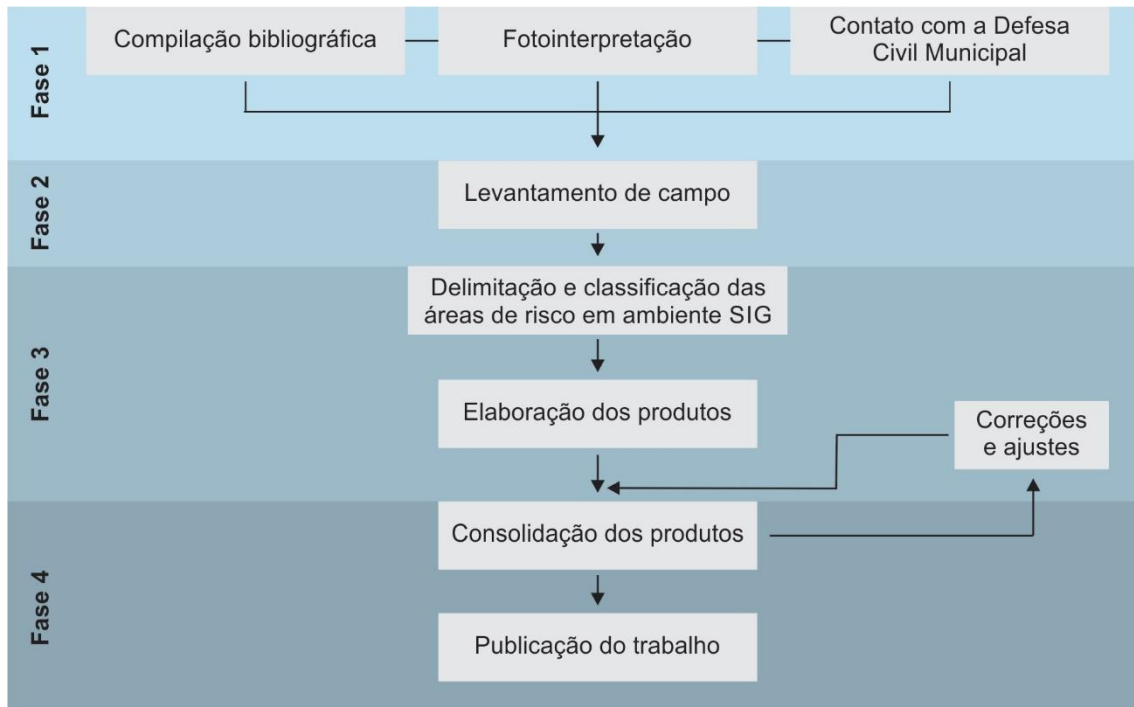


Figura 2 - Fluxo de processos executados durante o trabalho.

#### 4.1. CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO

Os objetos de análise da cartografia de áreas de risco geológico desenvolvida pelo SGB-CPRM são as áreas de risco alto e muito alto, conforme classificações propostas por Brasil (2004) e Brasil (2007), as quais são sintetizadas nos quadros 3 e 4.

As classificações supracitadas foram originalmente concebidas para serem aplicadas no mapeamento de áreas sujeitas a sofrerem perdas ou danos decorrentes da ação de deslizamentos e inundações. Todavia, apesar de apresentarem mecanismos de deflagração diferentes, outros processos, como, enchentes, alagamentos, enxurradas, erosão, subsidência, solapamento ou colapso, movimentação de dunas, expansão e contração de argilas, compartilham algumas características com os deslizamentos e inundações. 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 (Quadro 3 e quadro 4) foi estendida a todos os processos supracitados.

Convém destacar que a classificação dos graus de risco constitui uma orientação geral e, portanto, pode não prever a ocorrência de todos os indícios observados em campo, inclusive porque a dinâmica dos processos geológicos pode variar regionalmente. Deste modo, caso a situação constatada em campo não se enquadre na proposta de classificação, a equipe responsável pelo trabalho fará a atribuição do grau de risco conforme condições verificadas *in loco*.

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 BRASIL, 2007).

Grau de probabilidade	Descrição
<p><b>R1</b> 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/evidência(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><b>R2</b> 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(ns) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Processo de instabilização EM ESTÁGIO INICIAL de desenvolvimento.</p> <p>3. Mantidas as condições existentes, é REDUZIDA A POSSIBILIDADE de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<p><b>R3</b> 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><b>R4</b> 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 à 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, é MUITO PROVÁVEL a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>

Quadro 4 – Orientações gerais para classificação dos graus de risco a enchentes, inundações e enxurradas (Modificado de BRASIL, 2004).

<b>Grau de probabilidade</b>	<b>Descrição</b>
<b>R1 Baixo</b>	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 cinco anos).
<b>R2 Médio</b>	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com MÉDIO POTENCIAL DE CAUSAR DANOS, média frequência de ocorrência (Registro de UMA OCORRÊNCIA SIGNIFICATIVA nos últimos cinco anos).
<b>R3 Alto</b>	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com ALTO POTENCIAL DE CAUSAR DANOS, média frequência de ocorrência (Registro de UMA OCORRÊNCIA SIGNIFICATIVA nos últimos cinco anos) e envolvendo moradias de ALTA VULNERABILIDADE.
<b>R4 Muito alto</b>	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com ALTO POTENCIAL DE CAUSAR DANOS, principalmente sociais, alta frequência de ocorrência (Pelo menos, TRÊS EVENTOS SIGNIFICATIVOS nos últimos cinco anos) e envolvendo moradias de ALTA VULNERABILIDADE.

## 5. RESULTADOS

---

Não foram identificadas áreas de risco alto e/ou muito alto no município. Também não foram identificadas áreas de risco médio.

## 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 ou erradicar o risco geológico.

Recomenda-se que qualquer intervenção estrutural seja embasada por estudos e projetos chancelados por profissionais legalmente habilitados para tal.

1. Fiscalizar e proibir a construção em áreas protegidas pela legislação vigente;
2. 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;
3. Fiscalizar e exigir que novos loteamentos apresentem projetos urbanísticos respaldados por profissionais habilitados para tal;

4. Executar manutenção das drenagens pluviais e dos canais de córregos, a fim de evitar que o acúmulo de resíduos impeça o perfeito escoamento das águas durante a estação chuvosa;

## **7. CONCLUSÕES**

---

Não foram identificadas áreas de risco alto e/ou muito alto no município de Santa Lúcia - SP. Em grande parte, isso se deve à configuração topográfica da região, caracterizada por áreas de relevo suave e ausência de ocupação nas margens de cursos d'água expressivos, os quais poderiam deflagrar eventos de inundação ou enxurrada. Também não foram identificadas áreas de risco médio.

## **8. CONTATO MUNICIPAL**

---

Prefeito: Luiz Antônio Noli

e-mail: [secretaria@santalucia.sp.gov.br](mailto:secretaria@santalucia.sp.gov.br)

Coordenador Municipal de Proteção e Defesa Civil: Iole Sabino Santos

e-mail: [secretaria@santalucia.sp.gov.br](mailto:secretaria@santalucia.sp.gov.br)



## REFERÊNCIAS

---

- 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 [...]. Brasília, 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm). Acesso em: 17 mar. 2023.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Treinamento de técnicos municipais para o mapeamento e gerenciamento de áreas urbanas com risco de escorregamentos, enchentes e inundações. Apostila de treinamento. Brasília, 2004, 73p.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. Mapeamento de riscos em encostas e margem dos rios. Brasília, 2007. 176 p.
- LANA, Julio Cesar; JESUS, Denilson de; ANTONELLI, Tiago. Guia de procedimentos técnicos do Departamento de Gestão Territorial: setorização de áreas de risco geológico. Brasília: CPRM, 2021. v. 3. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22262>. Acesso em: 10 set. 2022.



MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

