



SETORIZAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO GEOLÓGICO

SÃO LUIZ DO
PARAITINGA - SP

2022

Sumário

1. APRESENTAÇÃO	3
2. OBJETIVOS	4
3. APLICABILIDADES E LIMITAÇÕES DE USO	5
4. METODOLOGIA	6
5. RESULTADOS	10
6. SUGESTÕES	21
7. CONCLUSÕES.....	23
8. CONTATO MUNICIPAL.....	25
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

1. APRESENTAÇÃO

Este relatório apresenta os resultados da Setorização de Áreas de Risco Geológico realizada pelo Serviço Geológico do Brasil-CPRM no município de São Luiz do Paraitinga, entre os dias 04 e 08/04/2022, em atenção às diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei 12.608/2012).

Os levantamentos de campo feitos em 2022 foram realizados pelos profissionais listados no quadro 1.

Quadro 1: Profissionais que participaram dos levantamentos de campo.

Nome completo	Cargo ou função	Instituição
Carla Cristina Magalhães de Moraes	Pesquisadora em Geociências	Serviço Geológico do Brasil – CPRM
Maria Cecília Silveira Gardinalix	Pesquisadora em Geociências	Serviço Geológico do Brasil – CPRM
José Carlos Luzia Rodrigues	Coordenador Municipal de Defesa Civil	Prefeitura Municipal
Geni Morgado Cavalca	Diretora do Serviço Social (Catuçaba)	Prefeitura Municipal

O município de São Luiz do Paraitinga (SP) sofreu um grande desastre no verão 2009-2010. De acordo com Brollo *et al.* (2010) isso se deu em consequência de um evento chuvoso de grande magnitude, que provocou extensa inundação e inúmeros escorregamentos, afetando quase metade da população e danificando importante acervo histórico-cultural. Foi um evento pluviométrico atípico que causou extensa inundação na área urbana e rural, bem como vários escorregamentos de encostas e solapamento de margens de córregos (Foto 1). Os danos sociais envolveram 5.163 pessoas afetadas (equivalente a 95 desabrigados, 5.050 desalojados, 16 deslocados, 2 feridos) e 1 óbito (em veículo automotor no evento de inundação). Além dos prejuízos econômicos e sociais, também houve prejuízo cultural, uma vez que este desastre gerou grandes danos ao Centro Histórico da Cidade. (Brollo *et al.*, 2010).

Neste evento, o rio transbordou 11 metros acima de seu nível normal, o maior já registrado no município, alcançando a área central da cidade que

abrigava 437 imóveis dos séculos XVIII e XIX, tombados pelo patrimônio histórico, levando à danos ao patrimônio arquitetônico, como o desabamento da Igreja Matriz e severos danos à inúmeras edificações (Brollo *et al.*, 2010).

Posteriormente ao evento, no ano de 2010, foram mapeadas 16 áreas de risco no município (médio, alto e muito alto), trabalho este executado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas-IPT (Gomes & Gramani, 2010).



Foto 1 - Praça central da cidade em Janeiro/2010, antes da igreja colapsar. Ao fundo diversos deslizamentos de talude (imagens cedidas pela defesa civil).

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.

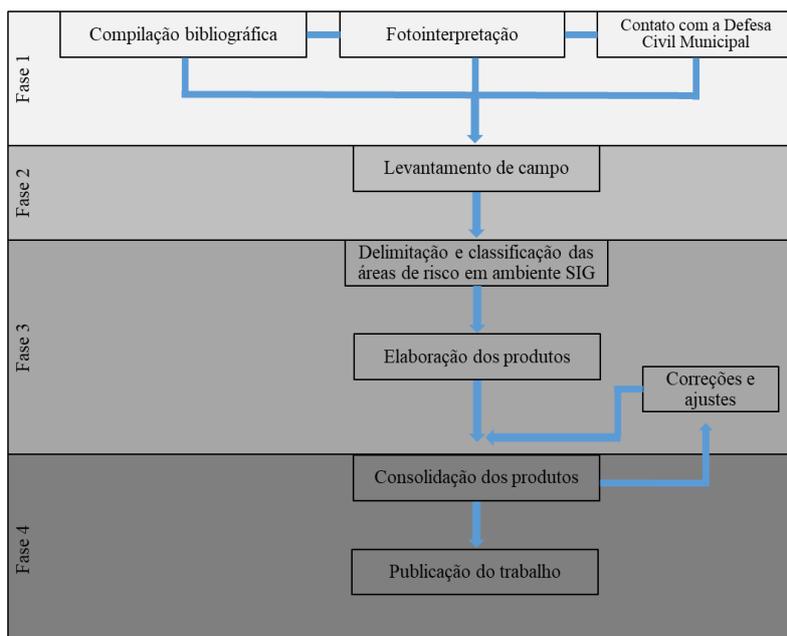


Figura 1: Sequência de procedimentos desenvolvidos durante a elaboração das setorizações de áreas de risco geológico.

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
R1 Baixo	<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>
R2 Médio	<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/ 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, e REDUZIDA A POSSIBILIDADE de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
R3 Alto	<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>
R4 Muito alto	<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

Os resultados obtidos neste trabalho estão sumarizados nos quadros 5 e 6.

Quadro 5: Síntese comparativa dos resultados da Setorização de Áreas de Risco Geológico.

Grau de risco	Número de áreas de risco geológico mapeadas	Número aproximado de imóveis em áreas de risco	Número aproximado de pessoas em áreas de risco
Alto	11	1244	4976
Muito alto	01	50	200

Quadro 6: Relação dos setores de risco geológico alto e/ou muito alto cartografados no município.

Código do setor	Grau de risco	Tipologia	Logradouro	Número aproximado de imóveis	Número aproximado de pessoas
SP_SAOLUIZ_SR_001_CPRM	Alto	Deslizamento	Bairro Alto do Cruzeiro	150	600
SP_SAOLUIZ_SR_002_CPRM	Alto	Inundação	Centro, Benfica, Conjuntos Populares, Chácara Coelho, Ver de perto, Várzea dos Passarinhos, Jovem e Orris.	716	2864
SP_SAOLUIZ_SR_003_CPRM	Muito Alto	Deslizamento	Bairro do Vitória	50	200
SP_SAOLUIZ_SR_004_CPRM	Alto	Deslizamento	Benfica	60	240
SP_SAOLUIZ_SR_005_CPRM	Alto	Deslizamento	Benfica, Rua Benedito de Souza Pinto	36	144
SP_SAOLUIZ_SR_006_CPRM	Alto	Deslizamento	São Benedito	20	80
SP_SAOLUIZ_SR_007_CPRM	Alto	Deslizamento	Centro/João Roman	14	56
SP_SAOLUIZ_SR_008_CPRM	Alto	Deslizamento	Centro/Ver de Perto	20	80
SP_SAOLUIZ_SR_009_CPRM	Alto	Deslizamento	Santa Teresinha	12	48
SP_SAOLUIZ_SR_010_CPRM	Alto	Deslizamento	Centro/Acesso Ver. José Pinto de Souza	62	248
SP_SAOLUIZ_SR_011_CPRM	Alto	Deslizamento	Pimentas	24	96
SP_SAOLUIZ_SR_012_CPRM	Alto	Inundação	Catuçaba	130	520

5.1. Caracterização das áreas de risco geológico associadas a movimentos gravitacionais de massa

Em visita realizada em Abril de 2022, o Serviço Geológico do Brasil constatou que a cidade de São Luiz de Paraitinga fez diversas obras de contenção na cidade após a “grande enchente” de janeiro de 2010, o que, no

geral, minimizou o risco em diversos locais. Podemos citar uma área no centro da cidade, chamada Rua do Carvalho, onde pelo menos 55 casas (Foto 2) se encontravam em área de risco muito alto (R4) no mapeamento anterior feito pelo IPT, em 2010. Após obras de contenção e retaludamento na encosta, o risco foi minimizado para médio e não contemplado neste trabalho. Hoje o local é conhecido como Rua da Música e se tornou um ponto de encontro e local de visitação de muitos turistas na cidade (Foto 3).



Foto 2- Fundos dos terrenos de casas em estilo colonial da Rua do Carvalho onde houve solapamento e deslizamentos.



Foto 3 - Área revitalizada com obras de contenção. Hoje chamada de Rua da Música.

Ainda no centro, há uma área na Rua João Roman onde duas obras de contenção e retaludamento foram feitas na encosta. Denominado SP_SAOLUIZ_SR_007_CPRM com risco alto. (Foto 4).

No bairro Benfica/Casas Populares, 24 residências foram retiradas de um local de muito alto risco e obras de contenção foram feitas também, extinguindo também a área de alto risco a deslizamentos logo abaixo.

No Centro, Rua João Pereira Lopes, também uma obra de contenção eliminou áreas de muito alto risco e alto a deslizamentos (Foto 5).



Foto 4 -Obra de contenção na encosta - João Roman.



Foto 5- Obra de contenção na Rua João Pereira Lopes.

Atualmente, estas áreas não possuem setores de muito alto risco a movimentos de massa, mas seguem com risco a inundações, assim como vários outros locais da cidade.

No bairro Alto do Cruzeiro a cidade também fez um excelente trabalho em locais com residências em locais de muito alto risco, as casas foram desocupadas e pelo menos 7 interditadas e já demolidas (Foto 6). Existem

diversas casas com monitoramento constante da defesa civil municipal onde ainda há um alto risco a deslizamento.



Foto 6 - Residências interditadas pela Defesa civil. Algumas já foram demolidas.

5.2. Caracterização das áreas de risco geológico associadas a processos hídricos

O trabalho de Moradei (2016) indica que o mais antigo relato de que se tem notícia é uma enchente em 1863. No acervo do Arquivo histórico Municipal de Taubaté existe uma notícia de um jornal da cidade que registrou uma catástrofe em São Luiz do Paraitinga. A reportagem — datada de dia 28 de janeiro de 1863 — relata a enchente que ocorreu na noite de 11 para 12 de janeiro do mesmo ano. Segundo as informações, as águas chegaram até a proximidade da porta da Matriz e pela Rua Direita (atual Rua Cel. Domingues de Castro) alcançou a porta lateral da Igreja das Mercês. A enchente teria causado a destruição de duas pontes, da primeira cadeia pública e de três sobrados, de quatro casas térreas, entre muitas outras arruinadas. O trabalho

também reporta outras enchentes. Uma delas é a enchente de 1967, quando o rio atingiu 5,80m acima do seu nível normal, chegando ao cruzamento das ruas Cel. Domingues de Castro e Monsenhor Gióia.

Em 1971, houve uma cheia no Rio do Chapéu, causando destruições na Vila de Catuçaba e enchente no Rio Paraitinga, que teria atingido 6,30m acima de seu nível normal. De 1967 até 1980, a Prefeitura chegou a decretar situação de calamidade pública por três vezes em decorrência das enchentes. Em 1996, outro forte transbordamento ocorreu e as águas chegaram à Praça da Matriz. O principal fator apontado foi uma tromba d'água na região da Serra do Mar. Nessa oportunidade, as águas do Chapéu causaram represamento do Paraitinga, que subiu rapidamente à zona urbana, provocando a inundação das várzeas. A inundação em 1996 causou muitos prejuízos materiais, porém, sem causar destruição de prédios. Porém, infelizmente, deixou três vítimas fatais: duas nas águas do Chapéu; e outra soterrada no Bairro Puruba, na zona rural (Moradei, 2016).

É importante ressaltar que a equipe da SBG/CPRM esteve em ambas as localidades durante o trabalho de campo em Abril de 2022, mas não iremos contemplar aqui nos polígonos de risco alto e muito visto que duas mortes se deram em veículo automotor. O local do desabamento no Puruba não é mais habitado e a residência não mais existe e o local exato da ocorrência não foi encontrado em visita técnica, passados 26 anos do ocorrido.

Mas, apesar dessas perdas humanas, nenhuma das cheias anteriores foi tão devastadora como a enchente de 2010, que foi um divisor de águas na história da cidade. A enchente de 1  de janeiro de 2010 foi sem precedentes, pois não há nenhum registro histórico de um episódio tão intenso como esse. Natália Moradei, como moradora da cidade e arquiteta da Prefeitura Municipal, na época, vivencieiou a tragédia e a transformou em objeto de estudo em sua tese de mestrado e na publica o de um livro posteriormente (Moradei, 2016).

A autora cita vários fatores como corte da vegeta o nativa, solo saturado, alta precipita o nas cabeceiras do Paraitinga, nível elevado do próprio Rio Paraitinga e cheia do Rio do Chapéu (que fica a jusante do

município e provoca um contra fluxo) foram apontados como a causa dessa grande enchente.

Medeiros (2011) *apud* Moradei (2016) verificou a anomalia de precipitação no período da inundação ocorrida em São Luiz do Paraitinga, e concluiu que essa enchente histórica da cidade foi causada pelo acúmulo de chuva mensal e não pela ocorrência de uma precipitação máxima diária, o que popularmente poderia ser considerada uma tromba d'água. De acordo com os dados e as projeções hidrológicas feitas, MEDEIROS (2011, p. 101) conclui que:

Quando as chuvas acumuladas são analisadas, observa-se um altovolume precipitado, que pode ter contribuído para a saturação do solo e posteriores inundações ocorridas no dia 1 de janeiro de 2010. Nas estações localizadas na cabeceira da bacia, as chuvas diárias de janeiro de 2010 foram classificadas como chuvas extremas. O mesmo não ocorreu nas estações localizadas em São Luís do Paraitinga e Santa Branca, onde as chuvas diárias foram classificadas como leves ou moderadas. (...) As chuvas diárias elevadas observadas na cabeceira da bacia, assim como os meses chuvosos no ano de 2009, o alto volume acumulado e as condições de relevo contribuíram para a catástrofe observada na região. Os danos observados decorrem da ocupação da planície de inundação.

No trabalho pré-campo encontramos diversas publicações sobre a mancha de inundação da cidade e levantamentos aéreos e com uso de VANT (Veículos aéreos não transportados). Baseados no trabalho de Moradei (2016, pág.116) com o relato da “grande enchente de 2010” foi desenhado o polígono que deu origem ao setor SP_SAOLUIZ_SR_002_CPRM, que foi comparado com observações de campos e relatos de moradores. O polígono de inundação mapeado inclui os bairros Centro, Benfica, Conjuntos Populares, Chácara Coelho, Ver de perto, Várzea dos Passarinhos, Jovem e Orris.



Foto 7- Centro e diversos bairros logo após a grande cheia. Dia 01 de janeiro de 2010 (cedidas pela Def. Civil)



Foto 8- Bairro Benfica Dia 01 de janeiro de 2010 (Imagens cedidas pela Defesa Civil)

Agora em fevereiro de 2022 a cidade sofreu novamente as consequências da cheia. A cota máxima do evento de cheia do rio Paraitinga em São Luís do Paraitinga foi 6,52m no dia 08/02/2022 (fig.2). A cheia atingiu o centro da cidade, chegando à praça principal que fica em frente à Igreja Matriz. Abaixo o cotograma dos 3 meses anteriores da nossa estação (ANA/CPRM). (Fonte: pesquisador Marcos Salviano/ ANA/CPRM)

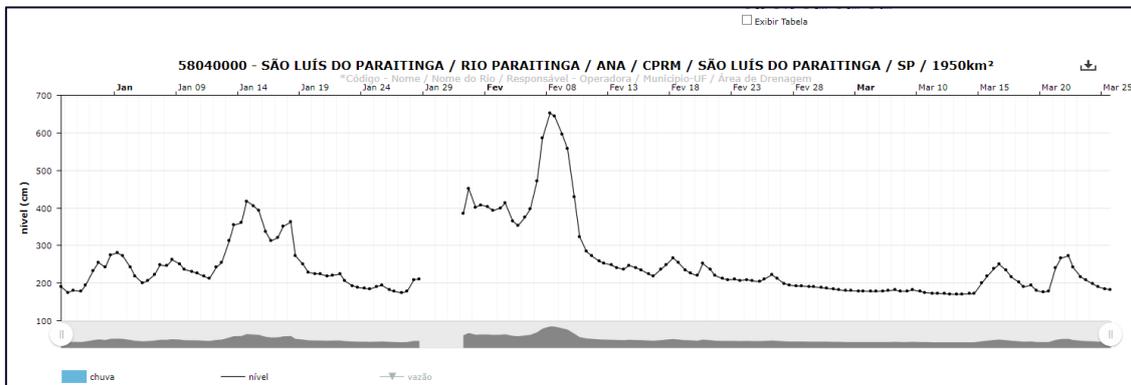


Figura 2- Cotograma Janeiro/Fevereiro/Março 2022 (fonte: ANA/CPRM)

Em campo encontramos algumas marcas d'água deste evento mais recente ocorrido em Fevereiro de 2022 (Foto 10 e 11).



Foto 9- Marca d'água relacionada ao evento de 08/02/2022 na Via de Acesso Ver. Jose Pinto de Sousa. Em frente ao Fórum da cidade



Foto 10 - Marca d'água na rua Capitão Antônio Carlos



Foto 11- Bairro Orris, onde a mancha de inundação alcançou as casas nos dois últimos eventos.

O distrito de Catuçaba, distante 20km do centro de São Luiz de Paraitinga, foi impactado por uma cheia mais recente, em 27 de fevereiro de 2017 onde em alguns pontos houve mais de 4m de massa d'água em áreas habitadas, chegando a pouco mais de 30cm de água na praça central de Catuçaba. Nesta data não houve inundação em São Luiz do Paraitinga, apenas em Catuçaba.



Foto 12 –Rua Principal. Fotos cedidas pela Sra. Geni da inundação em Catuçaba



Foto 13- Distrito de Catuçaba, onde houve um evento mais recente de inundação em 2017



Foto 14- Altura que a água alcançou nas casas na rua principal de Catuçaba



Foto 15- Área central de São Luiz do Paraitinga após igreja colapsar. Foto de janeiro de 2010 (cedidas pela Def. Civil)

6. SUGESTÕES

Neste presente trabalho 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. Avaliar possibilidade de remover e realocar temporariamente em locais seguros os moradores que se encontram nas áreas de risco durante o período de chuvas;
2. Desenvolver estudos de adequação do sistema de drenagem pluvial e esgoto a fim de evitar que o fluxo seja direcionado sobre a face dos taludes ou encostas.
3. Verificar e reparar os pontos de vazamento de água em encanamentos;
4. Desenvolver estudos geotécnicos e hidrológicos com a finalidade de embasar os projetos e/ou obras de contenção de encostas ou de blocos rochosos;
5. Fiscalizar e proibir a construção em áreas protegidas pela legislação vigente;
6. Instalar sistema de alerta para as áreas de risco, através de meios de veiculação pública (mídia, sirenes, celulares), permitindo a remoção eficaz dos moradores em caso de alertas de chuvas intensas ou contínuas;
7. 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; recomposição de mata ciliar em diversos pontos do município,
8. Elaborar plano de contingência que envolva a zona rural e urbana, para aumentar a capacidade de resposta e prevenção a desastres no município;

9. Fiscalizar e exigir que novos loteamentos apresentem projetos urbanísticos respaldados por profissionais habilitados para tal;
10. 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, sem retirada da mata ciliar existente;
11. Agir de modo preventivo nos períodos de seca, aproveitando a baixa no número de ocorrências para percorrer e vistoriar todas as áreas de risco conhecidas e adotar as medidas preventivas cabíveis;
12. Adequar os projetos de engenharia às condições geológicas e topográficas locais, evitando realizar escavações e aterros de grande porte;
13. Recomenda-se a continuação das atividades de campo para coletar informações relevantes para melhor caracterização do evento de dezembro 2010, 2017 (em Catuçaba) e 2022 em SLP,
14. Recomenda-se a revisita técnica para a atualização sistêmica da setorização do risco geológico alto e muito alto nos bairros com crescimento desordenado e uma maior atenção em locais como Catuçaba, onde ocorrem eventos de cheia em outra bacia hidrográfica (Ribeirão do Chapéu e Rio Pinga/rio da Queimada);
15. Recomenda-se a modelagem de perigo e avaliação de campo da bacia hidrográfica do Córrego do Puruba (não contemplada na setorização de risco), bem como nas principais encostas do perímetro urbano do município; Recomenda-se a aplicação da metodologia de risco nos setores de perigo, de acordo com o preconizado no manual de mapeamento de perigo e risco - Projeto GIDES (Pimentel & Dutra, 2018) de modo a avaliar a viabilidade de incorporação na metodologia de setorização de risco.

7. CONCLUSÕES

Nos últimos 12 anos, em São Luiz do Paraitinga/SP, foram feitas muitas obras de contenção e muitas moradias foram retiradas de áreas de risco muito alto. Em consequência, tais ações acarretaram na redução do número total de áreas de risco de movimento de massa no município. Adicionalmente, a Defesa Civil tem realizado vistorias e se mostra bastante atuante.

Em 19 de janeiro de 2019 foi realizado o 1º Simulado de Abandono de Área de Risco na Vila de Catuçaba, São Luiz do Paraitinga. Neste exercício foi simulada uma ocorrência de inundação do Rio do Chapéu com emissão prévia de aviso meteorológico da Defesa Civil do Estado, monitoramento físico da população e agentes municipais. Houve também atendimento simulado de 03 vítimas por soterramento de moradia construída de maneira irregular nas margens do rio, que foram socorridas pelo Corpo de Bombeiros, com apoio do Grupamento Aéreo da Polícia Militar. No exercício houve ainda a remoção preventiva dos moradores da área de Risco para dois abrigos provisórios.

Além de capacitação e treinamentos, em campo foram verificadas muitas intervenções e melhorias no município. Foi possível verificar diversos bairros com obras de revitalização de pavimentos e correto ordenamento das águas superficiais (Como no Santa Teresinha e Benfica), que minimizaram alto e muito alto risco a movimentos de massa. No Bairro do Vitória não encontramos nenhuma ação e é visível o crescimento desordenado na região, sendo ali classificado como local de muito alto risco a movimentos de massa; além de deslizamentos há possibilidade de corrida de massa e queda de blocos.

De acordo com Moradei (2016), São Luiz do Paraitinga se formou em um meandro do Rio Paraitinga e, portanto, tem um histórico de convivência com suas cheias. Porém, nunca havia passado por um evento tão devastador como a inundação de 2010. Atualmente, a cidade convive com a possibilidade de ocorrência de inundações. Para tanto, foi desenvolvido um sistema de alerta, que funciona a partir do monitoramento constante das cheias através de régua instaladas em pontos estratégicos, bem como por meio do envio de mensagens via celular e da comunicação entre moradores.

O Rio Paraitinga localiza-se na sub-bacia de mesmo nome que, por sua vez, compõe a importante Bacia do Rio Paraíba do Sul. A sub-bacia do Rio Paraitinga possui uma área de 2413 km², atravessando 11 municípios da região do Vale do Paraíba paulista. A nascente do Rio Paraitinga localiza-se no município de Areias, a uma altitude de 1800 metros, na porção elevada da Serra do Mar. Por causa da conformação do terreno e das configurações geológicas e geomorfológicas da região, o Rio Paraitinga apresenta diversos afluentes. Desde sua nascente, ele percorre 166 km até se juntar ao Rio Paraibuna para formarem o Rio Paraíba do Sul, na altura da cidade de Paraibuna (PDM, 2012).

De acordo com o Coordenador de Defesa Civil José Carlos Luzia Rodrigues, nas áreas mais centrais de São Luiz do Paraitinga, os acompanhamentos (empíricos) das taxas de cheia revelam que o nível da água sobe segundo taxas de 8 a 10 cm por hora, enquanto a vazante ocorre em taxas de cerca de 7 cm por hora.

Ranzini *et al.* (2004) *apud* Moradei (2016) afirmam que bacias como essas, onde ocorreu o corte raso da cobertura vegetal, sofrem um aumento significativo do volume de vazão, redução do tempo de pico, aumento das áreas de saturação e consequente potencialização do escoamento superficial. Sendo assim, com certeza, esse fator foi grande contribuinte para a enchente devastadora de 2010.

Isso corrobora as informações repassadas pela Sra. Geni, que informou estar atuando mais ativamente para recomposição de mata ciliar em diversos pontos do município. Essa ação tem se mostrado muito positiva em Catuçaba, região que foi impactada por uma cheia em 2017, onde houve mais de 4 m de massa d'água em algumas áreas habitadas, chegando a pouco mais de 30 cm de água na praça central deste distrito. Ações de manutenção de mata ciliar se mostraram bastante eficazes evitando maiores danos em situações atípicas de chuvas e desde então uma política de maior preservação está sendo aplicada. Curiosamente, nesta data não houve inundação em São Luiz do Paraitinga, apenas em Catuçaba, indicando que o evento decorreu de uma chuva mais localizada naquela bacia (distante 20 km do centro de São Luiz do Paraitinga).

Podemos concluir que o município tem um grande contingente populacional vivendo em áreas de risco e isso se dá pela própria configuração natural do terreno e da ocupação de áreas suscetíveis e eventos de inundações, com mais de 5100 pessoas em áreas de alto e muito alto risco a inundações e movimentos de massa, mas as inundações são muito mais expressivas, representando 65,4% da população (3384 pessoas aproximadamente).

8. CONTATO MUNICIPAL

Prefeita: Ana Lucia Bilard Sicherle

Telefone: (12) 3671-7000

Coordenador Municipal de Proteção e Defesa Civil:

José Carlos Luzia Rodrigues

Telefone:(12) 3671-1545

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.

BROLLO, M. J., CARLOS, A., GUEDES, M. Desastres Naturais e Riscos em São Luiz do Paraitinga (SP). *In: Anais do 7º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental* (pp. 1-19). Maringá: SBCGG.

GOMES, L. A., GRAMANI, M. F. IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Relatório de vistoria técnica -São Luís do Paraitinga, 2010.

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.

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 Tecnológicas – IPT, 2007.

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.

MORADEI, N.S. A grande enchente de São Luiz do Paraitinga- Dissertação de mestrado. 2016.

PDM - Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Rio Paraitinga _____. Secretaria de Saneamento e Energia- DAEE. Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Rio Paraitinga. Elaboração Hidrostudio: São Paulo, 2012.