

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
MINISTÉRIO DAS CIDADES
PROGRAMA PERIFERIA VIVA
PERIFERIA SEM RISCO

PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS

CARTOGRAFIA DE RISCO GEOLÓGICO

Teresina - PI

REALIZAÇÃO

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL
DIVISÃO DE GEOLOGIA APLICADA

2025

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Alexandre Silveira de Oliveira

Secretária de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Ana Paula Lima Vieira Bittencourt (interina)

MINISTÉRIO DAS CIDADES

Ministro de Estado

Jader Barbalho Filho

Secretário Nacional de Periferias

Guilherme Simões Pereira

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Inácio Cavalcante Melo Neto

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Francisco Valdir Silveira

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretora de Infraestrutura Geocientífica

Sabrina Soares de Araújo Góis

Diretor de Administração e Finanças

Inácio Cavalcante Melo Neto

COORDENAÇÃO NACIONAL

Departamento de Gestão Territorial - DEGET

Diogo Rodrigues Andrade da Silva

Divisão de Geologia Aplicada – DIGEAP

Tiago Antonelli

Divisão de Gestão Territorial - DIGATE

Maria Adelaide Mansini Maia

EQUIPE TÉCNICA

Execução

Douglas da Silva Cabral

Elton Rodrigo Andretta

Luiz Fernando dos Santos

Marco Antonio de Oliveira

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

MINISTÉRIO DAS CIDADES

PROGRAMA PERIFERIA VIVA

PERIFERIA SEM RISCO

PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS

CARTOGRAFIA DE RISCO GEOLÓGICO

Teresina, PI

AUTORES

Douglas da Silva Cabral

Elton Rodrigo Andretta

Luiz Fernando dos Santos

Marco Antonio de Oliveira

Brasil

2025

PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS – CARTOGRAFIA DE RISCO GEOLÓGICO

TERESINA, PI

REALIZAÇÃO

Departamento de Gestão Territorial (DEGET)

Divisão de Geologia Aplicada (DIGEAP)

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Tiago Antonelli

AUTORES

Douglas da Silva Cabral

Elton Rodrigo Andretta

Luiz Fernando dos Santos

Marco Antonio de Oliveira

APRESENTAÇÃO

As ações promovidas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM), por meio do Departamento de Gestão Territorial (DEGET), envolvem a elaboração 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 públicas 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, a disseminação do conhecimento geocientífico, por meio da promoção de cursos de capacitação multitemáticos, 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.

Para atingir este propósito o Ministério de Minas e Energia, representado pelo Serviço Geológico do Brasil, e o Ministério das Cidades, através da Secretaria Nacional de Periferias realizam em parceria o “Plano Municipal de Redução de Riscos” de Teresina-PI, como um instrumento de planejamento, diagnóstico e proposição de medidas estruturais e não estruturais para a redução dos efeitos do risco geológico na população, considerando a estimativa de custos, os critérios de priorização de intervenções e a compatibilização com outros programas nas três esferas de governo: federal, estadual e municipal.

O conhecimento do terreno e dos processos naturais e antrópicos que causam os riscos geológicos são apresentados neste relatório na forma de uma cartografia que identifica os setores sujeitos aos riscos muito alto, alto e médio e a partir desta caracterização serão construídas as intervenções mais efetivas para a redução dos riscos de desastres, que atingem as populações mais vulneráveis da cidade.

Inácio Melo
Diretor-Presidente

Alice Silva de Castilho
Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

RESUMO

Este relatório apresenta os resultados do mapeamento de áreas de risco geológico de Teresina-PI, executado entre os dias 20 de outubro e 02 de novembro de 2024 (primeira etapa de campo) e entre 09 e 22 de fevereiro de 2025 (segunda etapa de campo), como parte integrante do Plano Municipal de Redução de Riscos. A identificação e qualificação das áreas de risco geológico foram feitas segundo métodos qualitativos, que se embasam na análise de critérios naturais e antropogênicos do meio físico. Ao todo, foram identificadas 167 áreas de risco, das quais, sete foram classificadas como risco muito alto, sessenta e cinco como risco alto e noventa e quatro como risco médio (monitoramento). Dentre os processos geohidrológicos caracterizados nos setores de risco do município, se destacam as inundações, os deslizamentos e as quedas de blocos de rocha. As conclusões apontam que as áreas de risco geológico cartografadas decorrem, majoritariamente, da ocupação de terrenos inundáveis da planície dos rios Parnaíba e Poti, feitas com sucessivas elevações do terreno, por aterros lançados, mas ainda sujeitos a recorrência de eventos de inundação e alagamentos, além de colapsos de solo e erosões devido a baixa capacidade de suporte dos solos, que poderão ser agravados com a mudança climática em curso.

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

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVOS	3
3. APLICABILIDADES E LIMITAÇÕES DE USO	4
4. MÉTODOS	5
5. RESULTADOS	10
6. SUGESTÕES	33
7. CONCLUSÕES	34
8. CONTATO MUNICIPAL	35
REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

De acordo com as informações disponibilizadas pelo Atlas Digital de Desastres no Brasil, entre os anos de 1991 e 2024, mais de 59 milhões de pessoas foram afetadas por desastres causados por fenômenos geohidrológicos, como inundações, alagamentos, enxurradas, movimentos de massa e erosões. Além dos danos materiais e prejuízos econômicos, estimados pela plataforma em mais de R\$ 90 bilhões, estes eventos provocaram a morte de milhares de pessoas, causando impactos sociais e psicológicos devastadores na vida de diversas famílias brasileiras.

Em grande parte, o efeito desses desastres poderia ter sido mitigado por ações preventivas, tais como a instituição de políticas públicas de ordenamento territorial, a implementação de intervenções estruturais e não estruturais nas áreas de risco e a instalação de sistemas de monitoramento e alerta de chuvas intensas. Ocorre que, de acordo com Narváez, Lavell e Ortega (2009), as práticas de prevenção de desastres se embasam no conhecimento prévio da localização e das características das áreas de risco, fato que constitui a principal motivação do presente trabalho.

Diante deste cenário, o Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) se ressalta como um importante subsídio para as ações de mitigação e preparação para desastres, uma vez que apresenta propostas de intervenções estruturais e não estruturais voltadas à erradicação ou mitigação dos riscos, a partir da identificação e caracterização de áreas prioritárias.

Atualmente, a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, instituída pela Lei Federal 12.608/2012, determina que o PMRR seja elaborado pelos municípios, sob a forma de um plano de implantação de obras e serviços para a redução de riscos de desastres. No entanto, em grande parte das municipalidades brasileiras não dispõem de corpo técnico suficiente para a elaboração destes instrumentos. Por este motivo, a partir do Programa Periferia Viva, o Ministério das Cidades retomou o financiamento do PMRR, os quais serão executados por diversas instituições, dentre as quais se insere o Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM).

Assim, como parte integrante das etapas de elaboração do PMRR de Teresina-PI, este relatório apresenta os resultados dos trabalhos de cartografia de áreas de risco geológico, realizados entre os dias 20 de outubro a 02 de novembro de 2024 (primeira etapa de campo) e 09 a 22 de fevereiro de 2025 (segunda etapa de campo).

Os levantamentos de campo foram realizados e acompanhados pelos profissionais listados no quadro 01.

Quadro 01 - Profissionais que participaram dos levantamentos de campo.

Nome completo	Cargo ou função	Instituição
Douglas da Silva Cabral	Pesquisador em Geociências	Serviço Geológico do Brasil (SGB)
Elton Rodrigo Andretta	Pesquisador em Geociências	Serviço Geológico do Brasil (SGB)
Luiz Fernando dos Santos	Pesquisador em Geociências	Serviço Geológico do Brasil (SGB)
Marco Antonio de Oliveira	Pesquisador em Geociências	Serviço Geológico do Brasil (SGB)
Marcos Rolf Aragão Gomes	Gerente de Operações da Defesa Civil	Prefeitura de Teresina-PI
Bárbara Isa Pinto Salles	Analista	Prefeitura de Teresina-PI
Thamires da Silva Morais	Analista	Prefeitura de Teresina-PI
Leonardo Madeira Martins	Coordenador da Agenda 2030	Prefeitura de Teresina-PI
André Araújo Rocha	Arquiteto	Prefeitura de Teresina-PI

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 geohidrológica, com vistas a subsidiar o plano de intervenções do PMRR. Além disso, destacam-se os seguintes objetivos específicos:

- Gerar informações técnicas do território brasileiro 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;
- Desenvolver documentos cartográficos e relatórios técnicos em linguagem acessível, com foco em alcançar o público em geral da forma mais abrangente possível.



Figura 01- Objetivos de desenvolvimento sustentável.

Ressalta-se ainda que este estudo está em consonância com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável¹ (Figura 01) e com o marco pós-2015 para a redução de riscos de desastres, também conhecido como Marco de Sendai².

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 estruturais e não estruturais, destinadas à prevenção dos desastres;
- Fomentar políticas públicas de habitação e de saneamento;
- Embasar a elaboração de planos de contingência;
- Auxiliar a construção de sistemas de monitoramento e alerta de desastres;
- Direcionar as ações da Defesa Civil;

¹ 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/>

² 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 quantitativas 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 dos fenômenos geohidrológicos associados às áreas de risco.

É de suma importância enfatizar que os resultados expostos no presente trabalho representam as condições observadas no momento da visita de campo, as quais podem se alterar ao longo do tempo, em função de fatores naturais ou antropogênicos. Dessa forma, é fundamental que o mapeamento seja periodicamente atualizado.

4. MÉTODOS

De acordo com Brasil (2024), o mapeamento de áreas de risco geológico se insere na segunda etapa de desenvolvimento do Plano Municipal de Redução de Risco- PMRR. Os métodos empregados para a elaboração do mapeamento são baseados nos procedimentos propostos por Brasil (2007) e adaptado por Lana, Jesus e Antonelli (2021), os quais empregam a abordagem heurística para o mapeamento e classificação das áreas de risco.

Convém enfatizar que 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 prática esportiva ou agropecuária, terrenos baldios e vias de acesso, não são objeto de mapeamento.

O trabalho é elaborado em quatro fases, as quais são descritas no quadro 02 e sintetizadas no fluxograma representado pela figura 02.

Quadro 02 -- Sequência de procedimentos desenvolvidos durante a execução do trabalho.

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 ocupadas por imóveis de permanência humana. Escala de referência varia entre 1:1.000 e 1:2.000. É feito por caminharmento, em conjunto com a Defesa Civil Municipal. Avaliam-se condições e indícios de risco geológico nas áreas pré-selecionadas pela equipe do SGB-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 têm qualquer relação com processos geológicos. Utilizam-se GPS, tablet, drone e/ou 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 cartografadas áreas sem edificações de permanência humana. 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. São cartografadas as áreas de risco médio, alto ou muito alto. As áreas de risco 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	É verificado se o trabalho não apresenta erros ou desvios metodológicos.
	Publicação do trabalho	Disponibilização do trabalho para embasar as próximas etapas do PMRR.

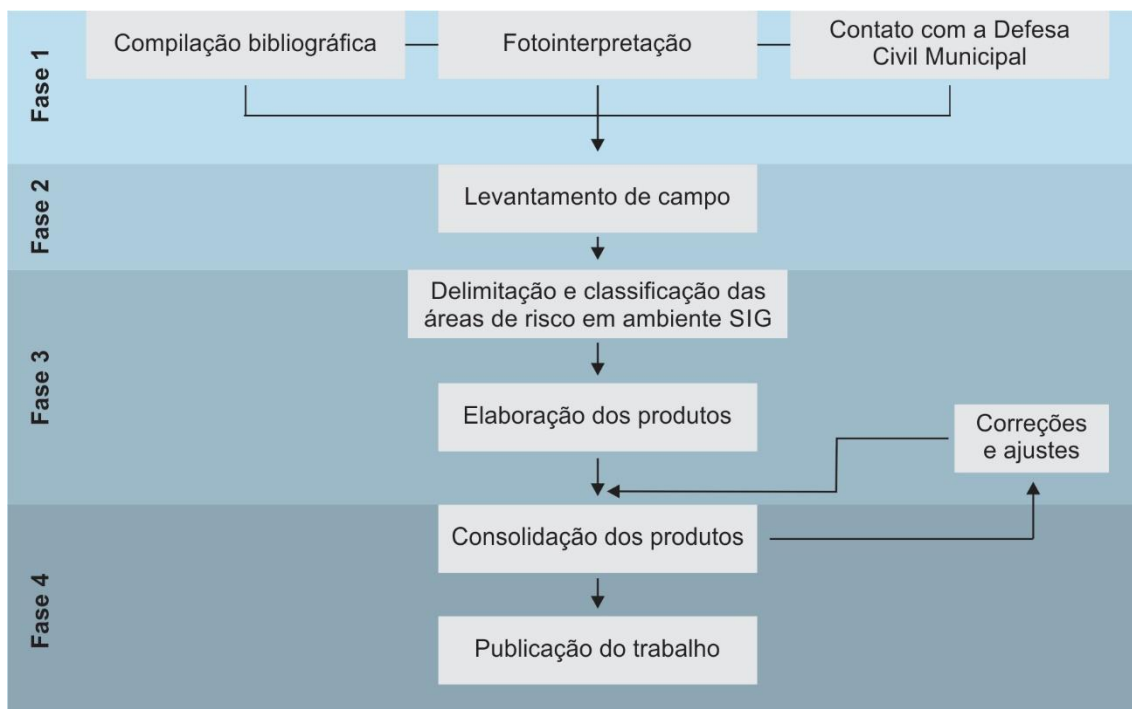


Figura 02 - Fluxo de processos executados durante o trabalho.

4.1. CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO

Os objetos de análise deste mapeamento são as áreas de risco médio, alto e muito alto, conforme classificações propostas por Brasil (2007), as quais são sumarizadas nos quadros 03 e 04. Por consequência, todas as áreas não englobadas nos graus de risco supracitados, serão consideradas áreas de risco baixo.

As classificações propostas por Brasil (2007) foram originalmente concebidas para serem aplicadas no mapeamento de áreas sujeitas a sofrerem perdas ou danos decorrentes da ação de deslizamentos, solapamentos de margens de cursos d'água, enchentes e inundações (Quadro 03 e quadro 04). Todavia, existem no Brasil, diversos outros processos geohidrológicos perigosos, sendo alguns de ocorrência local e outros de abrangência nacional. Assim, de acordo com as orientações propostas por Brasil (2024), os fenômenos não englobados na classificação apresentada em Brasil (2007) serão abordados por modelos próprios de classificação dos graus de risco, a serem elaborados pelos executores do mapeamento, com base na compreensão da dinâmica dos processos atuantes e de suas potencialidades quanto à deflagração de desastres na região alvo de mapeamento.

Convém destacar que a classificação dos graus de risco constitui uma orientação geral e, portanto, pode não prever a ocorrência de todos os indícios existentes em campo, inclusive porque a dinâmica e manifestação dos processos geohidrológicos pode variar regionalmente. Deste modo, caso a situação constatada durante o mapeamento não se enquadre nos cenários

previstos no quadro 03 e no quadro 04, a equipe responsável pela execução do trabalho fará a atribuição do grau de risco levando em consideração as condições verificadas *in loco*.

Quadro 03 - Orientações gerais para classificação dos graus de risco a deslizamentos e solapamentos de margens de drenagens (Modificado de BRASIL, 2007).

Grau de risco	Cenários
R1 Baixo	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. 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. 3. Mantidas as condições existentes, NÃO SE ESPERA a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
R2 Médio	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. 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. 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.
R3 Alto	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. 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. 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.
R4 Muito alto	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. 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. 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.

Quadro 04 – Orientações gerais para classificação dos graus de risco a enchentes e inundações (Modificado de BRASIL, 2007).

Grau de risco	Cenários
R1 Baixo	a) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo, atingindo moradias de bom padrão construtivo, situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo; b) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo, atingindo moradias de baixo padrão construtivo, situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo; c) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo, atingindo moradias de baixo padrão construtivo, situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo; d) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo, atingindo moradias de bom padrão construtivo, situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo.
R2 Médio	a) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo, atingindo moradias de bom padrão construtivo, situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo; b) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo, atingindo moradias de baixo padrão construtivo, situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo; c) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo, atingindo moradias de bom padrão construtivo, situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo; d) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo, atingindo moradias de baixo padrão construtivo, situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo.
R3 Alto	Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo, atingindo moradias de baixo padrão construtivo, situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo; b) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo, atingindo moradias de bom padrão construtivo, situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo; c) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo, atingindo moradias de baixo padrão construtivo, situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo.
R4 Muito alto	a) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo, atingindo moradias de baixo padrão construtivo, situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo.

5. RESULTADOS

Os resultados obtidos neste trabalho estão sumarizados nos quadros 05 e 06.

Quadro 05 - Síntese dos resultados obtidos pelo trabalho.

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
Muito alto	7	27	108
Alto	66	1.029	4.116
Médio	94	6.039	24.156
Total	167	7.095	28.380

Quadro 06 - 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
PI_TERESIN_SR_001_SGB	médio	alagamento, inundação	Rua José Miguel Haddad. Torquato Neto 3	2006	8024
PI_TERESIN_SR_002_SGB	médio	inundação, enxurrada	Rua Curimatã. Angelim	29	116
PI_TERESIN_SR_003_SGB	alto	deslizamento, erosão	Rua Caribe. Angelim	3	12
PI_TERESIN_SR_004_SGB	médio	inundação	Rua São Miguel. Alto Alegre	32	128
PI_TERESIN_SR_005_SGB	médio	deslizamento, erosão	Rua Guarapari. Parque Jacinta	2	8
PI_TERESIN_SR_006_SGB	alto	inundação, erosão	Rua 3. Areias	10	40
PI_TERESIN_SR_007_SGB	alto	inundação, erosão	Rua do Cemitério. Santa Cruz	10	40

PI_TERESIN_SR_008_SGB	médio	inundação, erosão	Rua Cinco. Santa Cruz	9	36
PI_TERESIN_SR_009_SGB	alto	inundação	Rua Cinco. Mocambinho 3	2	8
PI_TERESIN_SR_010_SGB	médio	inundação	Rua Piratininga. Santo Antônio	20	80
PI_TERESIN_SR_011_SGB	alto	deslizamento, erosão	Rua Irmã Alzira Carvalho. Bela Vista	5	20
PI_TERESIN_SR_012_SGB	alto	deslizamento	Rua Nova Glória. Bela Vista	4	16
PI_TERESIN_SR_013_SGB	alto	deslizamento, erosão	Rua Macedônia. Bela Vista	6	24
PI_TERESIN_SR_014_SGB	médio	inundação, enxurrada	Rua Corisco. Tres Andares	5	20
PI_TERESIN_SR_015_SGB	alto	deslizamento	Rua Acelino Ribeiro. Três Andares	6	24
PI_TERESIN_SR_016_SGB	médio	inundação	Av. Abdias Neves. Cristo Rei	36	144
PI_TERESIN_SR_017_SGB	médio	inundação	Rua Lagoinha. São Pedro	115	460
PI_TERESIN_SR_018_SGB	médio	inundação	Av. Poty Velho. Santa Rosa	40	160
PI_TERESIN_SR_019_SGB	médio	inundação, alagamento	Rua El Shaday. Lindalma Soares	1437	5748
PI_TERESIN_SR_020_SGB	médio	deslizamento, erosão	Rua Milênio. Dilma Rouseff	9	36
PI_TERESIN_SR_021_SGB	médio	inundação, alagamento	Rua João J Oliveira. Chapadinha	488	1952

PI_TERESIN_SR_022_SGB	médio	inundação	Rua Bigode. Pedra Mole	12	48
PI_TERESIN_SR_023_SGB	médio	inundação	Av. Poty Velho. São Domingos	35	140
PI_TERESIN_SR_024_SGB	alto	inundação, alagamento	Rua do Posto. Santa Teresa	30	120
PI_TERESIN_SR_025_SGB	médio	inundação	Rodovia PI - 113. Santa Teresa	21	84
PI_TERESIN_SR_026_SGB	médio	inundação, alagamento	Rodovia PI - 113. Cancela	29	116
PI_TERESIN_SR_027_SGB	muito alto	deslizamento, queda blocos	Ramal da Cancela. Santa Teresa	3	12
PI_TERESIN_SR_028_SGB	alto	inundação	Rua 12. Lagoa do Mocambinho	28	112
PI_TERESIN_SR_029_SGB	alto	inundação	Rua Raimundo N. Mesquita. Alto Alegre	52	208
PI_TERESIN_SR_030_SGB	alto	inundação	Rua Bissau. Mocambinho	4	16
PI_TERESIN_SR_031_SGB	médio	inundação	Rua Poti. Água Mineral	51	204
PI_TERESIN_SR_032_SGB	alto	deslizamento, erosão	Rua Sanathiel Vaz. Verde Lar	26	104
PI_TERESIN_SR_033_SGB	alto	deslizamento, erosão	Av. Brasil. Verde Lar	44	176
PI_TERESIN_SR_034_SGB	médio	deslizamento	Av. Brasil. Verde Lar	4	16
PI_TERESIN_SR_035_SGB	alto	deslizamento, erosão	Rua Agripino Lopes. Verde Lar	19	76
PI_TERESIN_SR_036_SGB	alto	deslizamento	Rua Brilhante. Verde Lar	70	280

PI_TERESIN_SR_037_SGB	alto	erosão, deslizamento	Rua Macena. Bela Vista	5	20
PI_TERESIN_SR_038_SGB	muito alto	deslizamento	Rua Colombo. Bela Vista	1	4
PI_TERESIN_SR_039_SGB	alto	deslizamento	Rua Líbano. Bela Vista	11	44
PI_TERESIN_SR_040_SGB	alto	erosão, deslizamento	Rua Agricolândia	1	4
PI_TERESIN_SR_041_SGB	alto	erosão, deslizamento	Rua Lourival Lobo	2	8
PI_TERESIN_SR_042_SGB	alto	erosão, inundação	Rua Costa Rica. Cidade Nova	3	12
PI_TERESIN_SR_043_SGB	médio	inundação	Rua Equador. Cidade Nova	1	4
PI_TERESIN_SR_044_SGB	alto	erosão, deslizamento	Rua Nilo Peçanha. Catarina	12	48
PI_TERESIN_SR_045_SGB	alto	erosão, deslizamento	Rua Jequeri. Catarina	3	12
PI_TERESIN_SR_046_SGB	alto	deslizamento, erosão	Rua Bem Posta. Verde Lar	8	32
PI_TERESIN_SR_047_SGB	médio	inundação	Rua 7. Mocambinho	93	372
PI_TERESIN_SR_048_SGB	médio	inundação	Rua Vina. Mocambinho	111	444
PI_TERESIN_SR_049_SGB	médio	inundação	Rua 4. Mocambinho	29	116
PI_TERESIN_SR_050_SGB	médio	inundação	Rua 16. Mocambinho	3	12
PI_TERESIN_SR_051_SGB	médio	inundação	Rua Bom Jesus. Angelim	8	32

PI_TERESIN_SR_052_SGB	médio	deslizamento, erosão	Rua Agripino Lopes. Verde Lar	12	48
PI_TERESIN_SR_053_SGB	médio	deslizamento, erosão	Rua Farmacêutico Acrísio S. Verde Lar	41	164
PI_TERESIN_SR_054_SGB	médio	deslizamento, erosão	Rua Bem Posta. Verde Lar	16	64
PI_TERESIN_SR_055_SGB	médio	deslizamento, erosão	Rua Tallyme T. Pinheiro. Verde Lar	9	36
PI_TERESIN_SR_056_SGB	médio	inundação	Rua Haroldo C. Couto. São João	376	1504
PI_TERESIN_SR_057_SGB	médio	inundação	Rua Líbano. Bela Vista	6	24
PI_TERESIN_SR_058_SGB	médio	deslizamento, erosão	Rua Paraguaçu. Bela Vista	2	8
PI_TERESIN_SR_059_SGB	médio	deslizamento	Rua Paraguaçu. Bela Vista	2	8
PI_TERESIN_SR_060_SGB	médio	deslizamento, erosão	Rua Agricolândia. Bela Vista	3	12
PI_TERESIN_SR_061_SGB	médio	deslizamento, inundação	Rua Lourival Lobo. Bela Vista	1	4
PI_TERESIN_SR_062_SGB	médio	deslizamento	Rua Lourival Lobo. Bela Vista	2	8
PI_TERESIN_SR_063_SGB	médio	deslizamento	Rua Morungaba. Catarina	2	8
PI_TERESIN_SR_064_SGB	médio	erosão, deslizamento	Rua Medianeira. Catarina	2	8
PI_TERESIN_SR_065_SGB	médio	deslizamento, erosão	Rua Uruguai. Cidade Nova	3	12

PI_TERESIN_SR_066_SGB	médio	erosão, inundação	Rua Odilon Araújo. Cristo Rei	3	12
PI_TERESIN_SR_067_SGB	médio	alagamento	Rua Alvaro Freire. Cristo Rei	2	8
PI_TERESIN_SR_068_SGB	alto	inundação, enxurrada, deslizamento	Rua Água Santa. Chapadinha	6	24
PI_TERESIN_SR_069_SGB	médio	inundação, alagamento	Rua Dom Avelar. Vale Quem Tem	101	404
PI_TERESIN_SR_070_SGB	médio	inundação, erosão, alagamento	Rua Manoel A. Filho. Mafrense	84	336
PI_TERESIN_SR_071_SGB	médio	Erosão	Rua Santo Agostinho. Vila da Paz	17	68
PI_TERESIN_SR_072_SGB	alto	inundação, alagamento	Rua Roland Jacob. Mafrense	17	68
PI_TERESIN_SR_073_SGB	médio	erosão, inundação	Rua Presidente Lincoln. Mafrense	5	20
PI_TERESIN_SR_074_SGB	alto	erosão, colapso	Rua Raimundo P. Sampaio. Mafrense	1	4
PI_TERESIN_SR_075_SGB	médio	erosão, colapso	Rua Raimundo P. Sampaio. Mafrense	9	36
PI_TERESIN_SR_076_SGB	médio	inundação, erosão, alagamento	Rua Manoel A. Filho. Mafrense	32	128
PI_TERESIN_SR_077_SGB	alto	inundação, alagamento	Rua Des. Vaz da Costa. Mafrense	18	72
PI_TERESIN_SR_078_SGB	alto	erosão, colapso	Av. Campo Maior. Lagoa Pantanal	8	32

PI_TERESIN_SR_079_SGB	médio	alagamento, inundação	Rua João H. Rebello. Nova Brasília	26	104
PI_TERESIN_SR_080_SGB	médio	alagamento, inundação	Rua Antonio Monteiro. Pq. Alvorada	55	220
PI_TERESIN_SR_081_SGB	alto	erosão, alagamento	Rua Cardial. Afonso Gil	9	36
PI_TERESIN_SR_082_SGB	alto	deslizamento, erosão	Rua Cardeal. Três Andares	9	36
PI_TERESIN_SR_083_SGB	médio	deslizamento, erosão	Rua Jacarandá. Três Andares	4	16
PI_TERESIN_SR_084_SGB	médio	deslizamento, erosão	Rua Rita Menezes. Redenção	12	48
PI_TERESIN_SR_085_SGB	alto	deslizamento, erosão	Rua Menino Deus. Três Andares	1	4
PI_TERESIN_SR_086_SGB	muito alto	erosão, enchente	Rua Santa Rosa. Três Andares	3	12
PI_TERESIN_SR_087_SGB	alto	erosão	Rua Cantor Cazuza. Três Andares	3	12
PI_TERESIN_SR_088_SGB	médio	inundação	Rua Irmãs Carmelitas. Monte Alegre	1	4
PI_TERESIN_SR_089_SGB	médio	deslizamento	Rua Arizona. Porto do Centro	38	152
PI_TERESIN_SR_090_SGB	muito alto	deslizamento, queda blocos	Rua Flor do Tempo. Pedro Balzi.	1	4
PI_TERESIN_SR_091_SGB	médio	inundação, alagamento	Rua Marrecas. Mafrense	72	288

PI_TERESIN_SR_092_SGB	alto	inundação, erosão, colapso	Rua Mangaratiba. Mafrense	106	424
PI_TERESIN_SR_093_SGB	alto	inundação, erosão, colapso	Rua Des. Flávio Furtado. Mafrense	6	24
PI_TERESIN_SR_094_SGB	médio	inundação, alagamento	Rua Des. Flávio Furtado. Mafrense	4	16
PI_TERESIN_SR_095_SGB	alto	inundação, erosão, colapso	Rua Treze. Mafrense	5	20
PI_TERESIN_SR_096_SGB	alto	inundação, erosão, colapso	Rua Quatorze. Mafrense	25	100
PI_TERESIN_SR_097_SGB	alto	inundação, erosão, colapso	Rua Quinze. Mafrense	41	164
PI_TERESIN_SR_098_SGB	alto	inundação	Margem do Rio Parnaíba	1	4
PI_TERESIN_SR_099_SGB	médio	erosão, colapso	Av. Campo Maior. Lagoa Pantanal	9	36
PI_TERESIN_SR_100_SGB	médio	deslizamento	Rua Araçaí. Porto do Centro	26	104
PI_TERESIN_SR_101_SGB	médio	erosão, alagamento	Rua Pedro Veras. Porto do Centro	4	16
PI_TERESIN_SR_102_SGB	médio	deslizamento	Rua Aruanã. Porto do Centro	34	136
PI_TERESIN_SR_103_SGB	médio	inundação, erosão	Rua Dep. Sebastião Leal. Porto do Centro	24	96
PI_TERESIN_SR_104_SGB	alto	inundação, erosão	Rua Dep. Sebastião Leal. Porto do Centro	1	4

PI_TERESIN_SR_105_SGB	médio	deslizamento	Rua Flor do Tempo. Pedro Balzi.	7	28
PI_TERESIN_SR_106_SGB	médio	deslizamento, queda blocos	Rua Flor do Tempo. Pedro Balzi.	4	16
PI_TERESIN_SR_107_SGB	médio	deslizamento, queda blocos	Rua Dois. Pedro Balzi.	2	8
PI_TERESIN_SR_108_SGB	muito alto	deslizamento, queda blocos	Rua Flor do Tempo. Pedro Balzi.	5	20
PI_TERESIN_SR_109_SGB	alto	deslizamento, queda blocos	Rua Flor do Tempo. Pedro Balzi.	4	16
PI_TERESIN_SR_110_SGB	muito alto	deslizamento, queda blocos	Rua Flor do Tempo. Pedro Balzi.	2	8
PI_TERESIN_SR_111_SGB	médio	deslizamento	Rua Flor do Tempo. Pedro Balzi.	7	28
PI_TERESIN_SR_112_SGB	médio	deslizamento	Rua Flor do Tempo. Pedro Balzi.	3	12
PI_TERESIN_SR_113_SGB	médio	deslizamento	Rua Dois. Pedro Balzi.	13	52
PI_TERESIN_SR_114_SGB	médio	erosão, alagamento	Rua São Pedro. Afonso Gil	4	16
PI_TERESIN_SR_115_SGB	médio	erosão, alagamento	Rua São José. Afonso Gil	21	84
PI_TERESIN_SR_116_SGB	alto	erosão, alagamento	Rua Padre Cícero, Afonso Gil	5	20
PI_TERESIN_SR_117_SGB	médio	erosão, alagamento	Rua Cosme e Damião. Afonso Gil	14	56

PI_TERESIN_SR_118_SGB	alto	erosão, inundação	Rua São Raimundo. Afonso Gil	1	4
PI_TERESIN_SR_119_SGB	médio	erosão, inundação	Rua São Lázaro. Afonso Gil	2	8
PI_TERESIN_SR_120_SGB	alto	erosão, inundação	Rua São Lázaro. Afonso Gil	5	20
PI_TERESIN_SR_121_SGB	médio	erosão, inundação	Rua São Silvestre. Afonso Gil	4	16
PI_TERESIN_SR_122_SGB	alto	inundação, erosão	Av. Henry Wall Carvalho. Afonso Gil	1	4
PI_TERESIN_SR_123_SGB	médio	inundação, erosão	Av. Henry Wall Carvalho. Afonso Gil	2	8
PI_TERESIN_SR_124_SGB	alto	deslizamento	Rua Imperatriz. Catarina	10	40
PI_TERESIN_SR_125_SGB	médio	deslizamento	Rua Imperatriz. Catarina	1	4
PI_TERESIN_SR_126_SGB	médio	inundação, erosão	Rua Cantor Cazuza. Três Andares	29	116
PI_TERESIN_SR_127_SGB	médio	erosão, deslizamento	Rua Menino Deus. Três Andares	7	28
PI_TERESIN_SR_128_SGB	médio	erosão, deslizamento	Rua Menino Deus. Três Andares	5	20
PI_TERESIN_SR_129_SGB	alto	erosão, deslizamento	Rua Antonio Lemos. Três Andares	2	8
PI_TERESIN_SR_130_SGB	médio	erosão, deslizamento	Rua Menino Deus. Três Andares	3	12

PI_TERESIN_SR_131_SGB	alto	erosão, deslizamento	Rua Menino Deus. Três Andares	1	4
PI_TERESIN_SR_132_SGB	médio	erosão, deslizamento	Rua Menino Deus. Três Andares	1	4
PI_TERESIN_SR_133_SGB	médio	erosão, deslizamento, inundação	Rua Acelino Ribeiro. Tres Andares	12	48
PI_TERESIN_SR_134_SGB	médio	erosão, deslizamento	Rua Uruçuí. Três Andares	1	4
PI_TERESIN_SR_135_SGB	alto	deslizamento, erosão	Rua Uruçuí. Três Andares	7	28
PI_TERESIN_SR_136_SGB	médio	inundação, erosão	Rua Prof. José F. Silva. Três Andares	7	28
PI_TERESIN_SR_137_SGB	alto	erosão	Rua Uruçuí. Três Andares	3	12
PI_TERESIN_SR_138_SGB	muito alto	inundação	Rua Cedro. Poti Velho	12	48
PI_TERESIN_SR_139_SGB	médio	inundação, erosão	Rua Itaueira. Três Andares	14	56
PI_TERESIN_SR_140_SGB	médio	inundação	Rua Prof. Camilo Filho. Santana	13	52
PI_TERESIN_SR_141_SGB	alto	erosão, inundação	Rua Quatro. São Sebastião	55	220
PI_TERESIN_SR_142_SGB	alto	inundação	Conjunto Novo Milênio	15	60
PI_TERESIN_SR_143_SGB	médio	inundação	Rua Dois. Conjunto Novo Milênio	69	276
PI_TERESIN_SR_144_SGB	alto	inundação	Rua Deus Quer	48	192
PI_TERESIN_SR_145_SGB	alto	inundação, erosão	Av. São Francisco. Itararé	30	120

PI_TERESIN_SR_146_SGB	médio	erosão	Rua Benedito Almeida. Itararé	33	132
PI_TERESIN_SR_147_SGB	médio	erosão	Rua Dep. Alberto Monteiro. Parque Poti	1	4
PI_TERESIN_SR_148_SGB	médio	inundação	Av. Prof. Camilo Filho	1	4
PI_TERESIN_SR_149_SGB	alto	inundação	Rua Beija Flor. Recanto Pássaros	6	24
PI_TERESIN_SR_150_SGB	alto	deslizamento	Rua Santa Quitéria. Satélite	3	12
PI_TERESIN_SR_151_SGB	médio	deslizamento	Rua Santa Quitéria. Satélite	21	84
PI_TERESIN_SR_152_SGB	médio	erosão	Rua Canguru. Satélite	13	52
PI_TERESIN_SR_153_SGB	alto	erosão	Rua Dep. Francisca Trindade, Satélite	16	64
PI_TERESIN_SR_154_SGB	alto	inundação, erosão	Rua Plutão. Satélite	118	472
PI_TERESIN_SR_155_SGB	alto	erosão	Rua Marte. Satélite	1	4
PI_TERESIN_SR_156_SGB	alto	inundação	Rua Acadêmico Joca M Matos. Vale Quem Tem	7	28
PI_TERESIN_SR_157_SGB	alto	deslizamento	Rua Ouro Fino. Vale Quem Tem	1	4
PI_TERESIN_SR_158_SGB	médio	erosão	Rua Ouro Fino. Vale Quem Tem	4	16

PI_TERESIN_SR_159_SGB	alto	inundação	Rua Juiz Joaquim Lopes. Vale Quem Tem	16	64
PI_TERESIN_SR_160_SGB	médio	inundação	Rua Dep. Santana. Vale Quem Tem	14	56
PI_TERESIN_SR_161_SGB	alto	inundação	Rua Dom Avelar. Vale Quem Tem	42	168
PI_TERESIN_SR_162_SGB	alto	inundação, erosão	Rua Boa Esperança. Pedra Mole	4	16
PI_TERESIN_SR_163_SGB	médio	inundação	Rua do Fio. Pedra Mole	7	28
PI_TERESIN_SR_164_SGB	alto	inundação	Rua Ferroviária. Parque Bumerangue	2	8
PI_TERESIN_SR_165_SGB	médio	inundação, alagamento	Rua Ferroviária. Parque Bumerangue	19	76
PI_TERESIN_SR_166_SGB	médio	inundação, erosão	Rua João H Rebelo. Lagoa Pantanal	17	68
PI_TERESIN_SR_167_SGB	alto	deslizamento	Residencial Dom Avelar, Bairro Vale Quem Tem	5	20

5.1. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO GEOLÓGICO ASSOCIADAS A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

O substrato geológico onde a capital do Piauí, Teresina, se assenta é composto por rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba, de idade Paleozoica, formado por arenitos, folhelhos e calcários, de origem marinha, da Formação Pedra do Fogo. Sobre este terreno fluem de sul para norte, os rios Parnaíba e Poti, e, no encontro destes cursos d'água foi erguida a cidade. Assim, desde a sua fundação até os dias atuais a ocupação urbana ocorreu às margens destes rios, em

terrenos alagadiços da planície de inundação, e, aos poucos foi se expandindo em direção às áreas topograficamente mais elevadas da Bacia Paleozoica.

Desta forma o terreno que sustenta a cidade pode ser compartimentado naquele que situa-se nas margens e confluência dos rios Parnaíba e Poti, que são planos, composto por sedimentos aluvionares recentes, e guardam, apesar das modificações antropogênicas, características do ambiente fluvial ativo que se originaram como: extensa planície de inundação, presença de lagoas e meandros abandonados e nível d'água sub aflorante. Outro terreno é representado pelos litotipos da Bacia Sedimentar do Parnaíba que formam um relevo mais acidentado, nas bordas noroeste e sudeste do município.

Na planície de inundação dos rios Parnaíba e Poti ocorrem solos moles, formado pela deposição de argilas, areias e cascalhos inconsolidados, sujeitos a recalques e colapsos, bem como de processos erosivos nas margens dos cursos d'água, que provocam seu solapamento. A ocupação urbana deste terreno é feita por sucessivos aterros lançados, para construção de ruas e moradias, que avançam sobre as lagoas, como as do norte, no bairro Mocambinho, e pequenos canais de drenagem. A baixa qualidade geotécnica deste terreno, agora formado por aterros e solos moles, é a causa principal dos processos de risco geológico identificados.

Nas áreas onde predominam os terrenos mais antigos da Bacia Paleozoica, foi possível observar que as rochas sedimentares geram um solo pouco espesso, com fragmentos e blocos rochosos logo abaixo da superfície. Neste aspecto, estes solos rasos não favorecem deslizamentos de grande porte. Mas cortes na base da encosta, para ocupação por moradias e abertura de vias de acesso, podem acarretar em deslizamentos com capacidade destrutiva, como visto na comunidade Santa Teresa e Cancela. Em regiões de taludes íngremes, alguns escavados para extração mineral, que expõem paredões rochosos com mais de 25 m de altura, ocorrem deslizamentos planares e queda de blocos, como observado no Bairro Pedro Balzi (Figuras 03 e 04).



Figura 03 – Vista do chão do talude de corte do bairro Pedro Balzi (setor PI_TERESIN_SR_109_SGB).



Figura 04 – Vista aérea do bairro Pedro Balzi com destaque para a escavação resultando em um paredão subvertical (setor PI_TERESIN_SR_109_SGB).

Ainda, estes terrenos sedimentares antigos são entalhados pela rede de drenagem superficial que flui para os rios Parnaíba e Poti e a ocupação urbana, principalmente em suas cabeceiras, acaba por direcionar e concentrar as águas pluviais nestas áreas criando erosões, na forma de ravinas e voçorocas, que afetam, com deslizamentos, as moradias em seu entorno.

Há de se ressaltar que a presença de rochas calcárias em subsuperfície tem sido o causador de colapsos de solo de grande porte, na forma de dolinas, quando submetidos a extração de água subterrânea. No entanto as ocorrências deste tipo de colapso são de difícil observação, pois obras de reconstrução de vias e edificações afetadas mascaram estas cicatrizes. Este tipo de situação de risco não foi objeto de cartografia neste trabalho.

5.2. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO GEOLÓGICO ASSOCIADAS A PROCESSOS HÍDRICOS

Os riscos geológicos associados aos processos hídricos são predominantes dentre os 167 setores de risco mapeados, tanto em números absolutos, como em área territorial e população atingida. A principal tipologia é a inundação, que corresponde a 70 setores e os alagamentos a 4 setores (Figura 05).

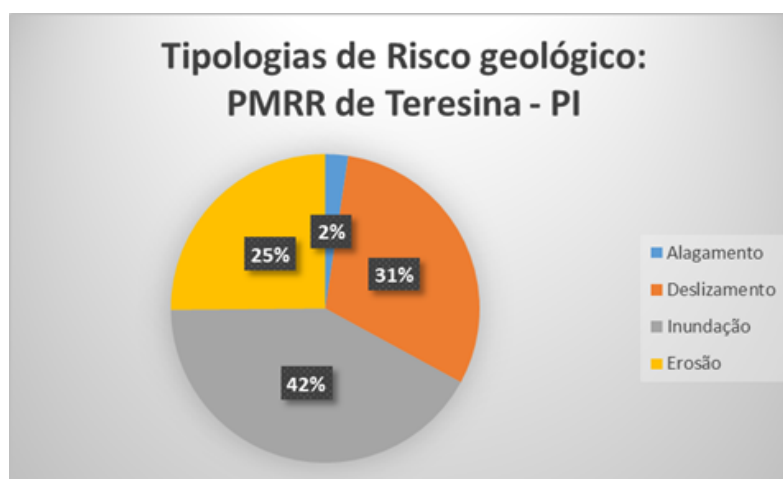


Figura 05 -Distribuição das principais tipologias de risco em Teresina – PI.

A inundação ocorre em eventos hidrológicos extremos e cíclicos durante o período de enchente do rio Parnaíba e do controle que exerce sobre o rio Poti, quando os picos de cheia são coincidentes ocorrem o extravasamento das águas de seu canal, que transbordam sobre a planície de inundação ocupada pela urbanização (Figuras 06 a 09). O aterramento contínuo das lagoas e pequenas drenagens diminui sua capacidade de armazenamento durante estes eventos e faz com que as águas transbordem e atinjam ruas e moradias do entorno (Figuras 10 a 13).



Figura 06 – Ocupação na planície de inundação direita do Rio Poti (Setor PI_TERESIN_SR_088_SGB).



Figura 07 – Moradias instaladas entre o dique de contenção e o leito do Rio Poti (Setor PI_TERESIN_SR_138_SGB).



Figura 08 – Moradia de taipa localizada na margem do Rio Parnaíba (Setor PI_TERESIN_SR_098_SGB).



Figura 09 – Rio Parnaíba inunda trechos de sua planície direita, atingido ao menos uma moradia (Setor PI_TERESIN_SR_098_SGB).



Figura 10 – Ocupação marginal à lagoa dos Oleiros exposta aos processos de erosão da margem de aterro pela dinâmica hídrica (Setor PI_TERESIN_SR_097_SGB).



Figura 11 – Solos das lagoas sendo aterrados pela densificação da ocupação (Setor PI_TERESIN_SR_095_SGB).



Figura 12 – Ocupação marginal à lagoa exposta aos processos de inundação e erosão da margem de aterro promovida pela dinâmica hídrica (Setor PI_TERESIN_SR_073_SGB).



Figura 13 – Aterro recente da borda da lagoa dos Oleiros, região norte de Teresina (Setor PI_TERESIN_SR_077_SGB).

Um engenhoso sistema de diques construídos em locais críticos nas margens dos rios Parnaíba e Poti evita os extravasamento de suas águas durante o período de águas altas, e, associado a bombas de recalque posicionadas nas lagoas e margens dos rios, que fazem o escoamento das águas superficiais que ali chegam para o canal do rio, retardam a elevação do nível das águas acumuladas na planície urbanizada e consequente reduzem o impacto da inundação (Figuras 14 a 17).



Figura 14 – Dique de concreto nas proximidades do Pesqueirinho.



Figura 15 – Sistema de comportas localizado na Rua dos Palmeirais, Mafrense.



Figura 16 – Sistema de bombeamento das lagoas do norte: Estação Elevatória da Boa Esperança (Fonte: <https://pmt.pi.gov.br/tag/bombeamento/>).



Figura 17 – Exemplo de dispositivo (canal) de drenagem interligando as lagoas e sistemas de drenagem urbanos.

No entanto, em eventos hidrológicos extremos, como o ocorrido nos anos de 1985, 2004 e 2009, este sistema não evitou a inundação de parte da cidade (Figura 18).



Figura 18: Inundação em Teresina no ano de 2004. Região das Lagoas do Norte (Fonte: Teresina, 2006).

O período de cheia dos rios Parnaíba e Poti ocorre entre os meses de março e abril logo após as chuvas que caem na bacia, cujo registro nas estações meteorológicas em Teresina, apresenta a quadra chuvosa entre os meses de janeiro a abril, com acumulados anuais de cerca de 1.300 mm.

Diante deste cenário o Serviço Geológico do Brasil implantou um sistema de alerta de cheia do Rio Poti, que permite com o monitoramento de estações hidrológicas a montante da cidade, a previsão com antecedência de 24 horas da chegada da onda de cheia, preparando a defesa civil e população para o evento que se aproxima.

Há de considerar que devido à mudança climática global os eventos hidrológicos extremos, com chuvas torrenciais e inundações severas, ocorrerão com maior frequência e magnitude e desta forma será preciso aprimorar o sistema de diques e bombas de recalque já prevendo que as águas dos rios Parnaíba e Poti possam ultrapassar a cota de inundação projetada para este sistema.

Do mesmo modo é preciso discretizar e espacializar a mancha de inundação dos rios Parnaíba e Poti de modo a representar a área a ser atingida em eventos hidrológicos extremos que superem os observados até este momento.

5.3. ÁREAS A SEREM MONITORADAS

Os setores de risco classificados como médio devem ser monitorados. Principalmente os setores de inundação em áreas ainda não adensadas pela urbanização, como a região do Poti Velho, às margens do rio Parnaíba (Setor PI_TERESIN_SR_018_SGB), cuja ocupação está em franco processo de expansão e precisa ser adequado às condições de risco de inundações e alagamentos (Figura 19).



Figura 19 – Ocupação recente de terrenos inundáveis do Rio Parnaíba (Setor PI_TERESIN_SR_018_SGB).

5.4. REGISTRO DAS OFICINAS E REUNIÕES

O PMRR em Teresina se iniciou com a reunião de alinhamento por videoconferência entre o Serviço Geológico do Brasil, a Secretaria Nacional de Periferias e os gestores da Prefeitura Municipal de Teresina em 27 de setembro de 2024, onde foi acordado o cronograma das atividades a serem realizadas para dar início aos trabalhos. A etapa inicial foi marcada por uma série de eventos de divulgação do trabalho, com o objetivo principal de apresentar as fases de mapeamento que foram executadas nas áreas de risco, tanto para representantes de diversas secretarias da prefeitura e entidades locais, como também para o engajamento com a comunidade local, buscando esclarecer as dúvidas da população e estreitar as relações entre a comunidade e a área técnica. Esses eventos estão relacionados no quadro 07.

Quadro 07 - Eventos que marcaram o início do PMRR em Teresina.

Data	Local	Atividade	Convidados
17/10/2024	Sala de Reuniões SEMPLAN-Secretaria Municipal de Planejamento	Discussão com técnicos da Prefeitura sobre a Coordenação Especial Agenda 2030 e o risco geológico e o PMRR.	Coordenação Especial Agenda 2030, Defesa Civil Municipal.
17/10/2024	Salão Nobre do Palácio da Cidade	Apresentação sobre risco geológico e o PMRR.	Secretarias municipais, Defesa Civil Municipal, Entidades Municipais, Estaduais e Federais.
17/10/2024	Auditório externo	Apresentação sobre risco geológico e PMRR.	Equipe de transição, Vice prefeito eleito, Defesa Civil Municipal.
17/10/2024	Auditório do Centro de Formação Odilon Nunes	Apresentação sobre risco geológico e PMRR. Entrega de material didático, esclarecimento de dúvidas e discussões.	Secretarias municipais, Defesa Civil Municipal, Líderes Comunitários.
18/10/2024	EMEF Professora Ana Vitória de Carvalho Santos	Apresentação sobre risco geológico e PMRR. Entrega de material didático, esclarecimento de dúvidas e discussões.	Secretarias municipais, Defesa Civil Municipal, Discentes e Docentes da Escola.
18/10/2024	EMEF Dep. Francílio Almeida	Apresentação sobre o PMRR, cronograma de trabalho, esclarecimento de dúvidas e discussões.	Secretarias municipais, Defesa Civil Municipal, Discentes e Docentes da Escola.

Entre os dias 17 e 18 de outubro de 2024, foram realizadas diversas atividades em Teresina, com o objetivo de apresentar o PMRR, promover a educação sobre riscos geológicos e fortalecer a articulação com a comunidade local, gestores públicos e escolas, principalmente aquelas que foram atingidas por eventos de inundação e movimentação de massa.

No dia 17/10, pela manhã, foram realizadas duas reuniões nas dependências da Prefeitura Municipal. A primeira atividade ocorreu das 9h às 10h30 na Sala de Reunião SEMPLAN – Secretaria Municipal de Planejamento com a equipe da Coordenação Especial da Agenda 2030 em Teresina, com uma apresentação do coordenador Leonardo Madeira e uma discussão com o objetivo de integração com os trabalhos a serem realizados durante o PMRR (Figura 20).

No intervalo entre as reuniões, os membros da equipe técnica do SGB e SNP concederam entrevistas à imprensa local (Figura 21).



Figura 20 – Reunião com a Coordenação Especial da Agenda 2030 - Teresina.



Figura 21 – Entrevista do pesquisador em geociências Tiago Antonelli para a imprensa local

Na sequência foi realizada uma reunião no Salão Nobre do Palácio da Cidade, com a presença do Secretário Municipal de Planejamento e Coordenação (SEMPPLAN), do Secretário Municipal de Governo (SEMGOV) e de diversas autoridades de entidades municipais, estaduais e federais que atuam na cidade de Teresina. Nessa reunião foi apresentado o Programa pelo representante do Ministério das Cidades/SNP Fernando Rocha Nogueira e pelo SGB através do Tiago Antonelli (Figura 22).

Na parte da tarde ocorreu uma reunião com a equipe de transição de mandato da Prefeitura, representado pelo vice-prefeito eleito Jeová Barbosa de Carvalho Alencar, onde foram detalhadas as atividades que posteriormente foram realizadas (Figura 23).



Figura 22 – Reunião realizada entre SGB, SNP e representantes da Prefeitura de Teresina.



Figura 23 – Reunião realizada entre SGB, SNP e a equipe de transição eleita para o novo mandato na Prefeitura de Teresina.

Já na parte da noite foi promovido um encontro com líderes comunitários, onde além da apresentação técnica e entrega de materiais educativos, este encontro foi marcado pelo forte

engajamento dos participantes, que demonstraram grande interesse em contribuir com o projeto (Figura 24).



Figura 24 – Evento com os líderes comunitários.

No dia seguinte, 18/10, foram feitas visitas em duas escolas municipais, EMEF Professora Ana Vitória de Carvalho Santos e EMEF Deputado Francílio Almeida, onde a equipe do SGB fez uma apresentação técnica sobre risco geológico e o PMRR que seria executado no município, com a finalidade de conscientização e divulgação desses conceitos para educadores e alunos que serão multiplicadores dessas informações. Além da entrega de materiais didáticos do programa SGBEduca, para cerca de 80 alunos e 6 professores. Após as apresentações, houve espaço para esclarecimento de dúvidas e interação com os participantes (Figura 25).

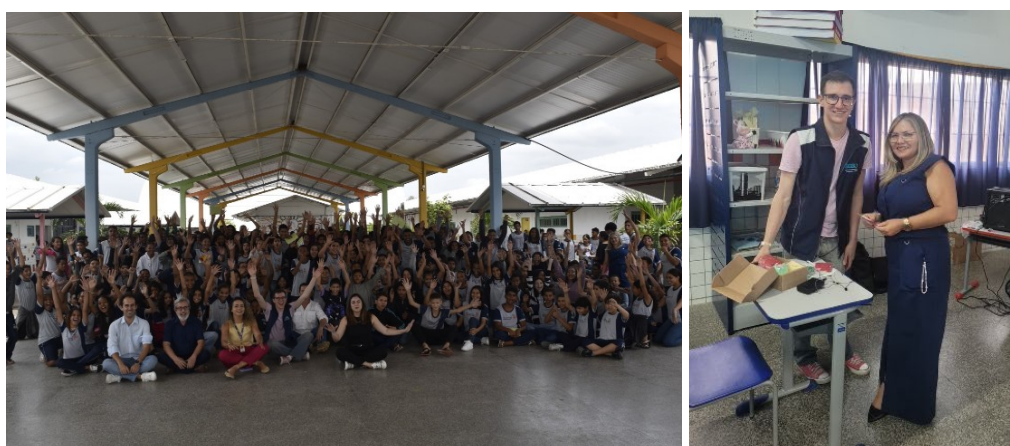


Figura 25 - Eventos nas escolas municipais de ensino fundamental.

Por fim, os resultados preliminares foram debatidos diretamente com o Prefeito de Teresina durante encontro ocorrido em seu gabinete quando do encerramento da segunda etapa de campo.

6. SUGESTÕES DE INTERVENÇÕES NÃO ESTRUTURAIS

Neste capítulo são apresentadas sugestões não estruturais, 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 mandatórias, que objetivam nortear as administrações municipais a respeito de possíveis formas de atuação para mitigar ou erradicar o risco geológico.

1. Aprimorar o sistema de alerta de cheia dos rios Poti/Parnaíba com o adensamento de estações hidrometeorológicas e de sistemas de radar que possam prever o deslocamento de células convectivas de chuva e seu efeito na vazão dos rios;
2. Necessidade de discretizar e espacializar a mancha de inundação dos rios Parnaíba e Poti de modo a representar a área a ser atingida em eventos hidrológicos extremos que superem os observados até este momento;
3. Equipar e capacitar a Defesa Civil Municipal com instrumentos adequados para o desempenho de suas atividades;
4. Engajar a população residente das áreas de risco a contribuir com as ações de prevenção de riscos;
5. Mediante alertas de chuvas intensas, avaliar a possibilidade de remover e de realocar temporariamente em locais seguros os moradores que se encontram nas áreas de risco alto ou muito alto;
6. Instalar sistema de alerta para as áreas de risco, por meio de veiculação pública (mídia, sirenes, celulares), permitindo a remoção eficaz dos moradores em caso de alertas de chuvas intensas ou contínuas;
7. Promover 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;
8. Elaborar Plano de Contingência, para aumentar a capacidade de resposta por parte do poder público e das autoridades frente a desastres;
9. Fiscalizar e exigir que novos loteamentos apresentem projetos geotécnicos e urbanísticos, respaldados por profissionais habilitados para tal;

10. 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;
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.

7. CONCLUSÕES

A partir da observação de aspectos do meio físico foram cartografadas 167 áreas (setores) de risco geológico em Teresina-PI, das quais 94 foram categorizadas como risco médio, 66 como risco alto e 07 como risco muito alto.

A conformação geográfica da cidade de Teresina, situada na confluência dos rios Parnaíba e Poti, e erguida sobre terrenos da planície de inundação destes rios, caracteriza-se como áreas planas, alagadiças, com lagoas e meandros abandonados, e nível freático subaflorante, condicionam as situações de risco geológico associado aos eventos de inundação e alagamento.

Estes terrenos constituem solos moles de baixa capacidade de suporte e sua ocupação é feita com o empilhamento de aterros lançados, formado por solos e entulhos de construção, para a abertura de vias e moradias, que por vezes avançam sobre as lagoas e pequenos cursos d'água. Além do risco de processos hidrológicos, como os alagamentos e inundação, estão sujeitos a colapsos, erosão e solapamento da base das moradias.

Nas áreas mais elevadas topograficamente, nas regiões noroeste e sudeste, escarpas abruptas e paredões rochosos possibilitam a queda de blocos sobre moradias situadas em seu entorno. Nestes terrenos altos o entalhamento dos canais de drenagem, que fluem para os rios Parnaíba e Poti, é potencializado pela condução e concentração das águas pluviais pelo sistema de escoamento superficial formado pelo arruamento e telhados que levam estas águas diretamente para as encostas, criando erosões como ravinas e voçorocas que desestabilizam as moradias em seu entorno. Deslizamentos podem ocorrer nestes terrenos, onde encostas com alta declividade quando escavadas em sua base, para abertura de vias e construção de moradias, podem desencadear este processo. Embora em caráter localizado, pois os solos são rasos com pouco volume de material a ser mobilizado.

Os sistemas de engenharia, formados por diques e bombas de recalque devem ser aprimorados para cenários de eventos hidrológicos extremos que poderão ocorrer com mais frequência e

magnitude, diante da mudança climática global. Neste mesmo sentido, o sistema de alerta de cheia dos rios Poti e Parnaíba deve ser aperfeiçoado com o adensamento de estações hidrometeorológicas e de sistemas de radar que possam prever o deslocamento de células convectivas que possam acarretar em chuvas torrenciais sobre a cidade. Por fim, a projeção da mancha de inundação deve ser melhor discretizada e representar espacialmente a área atingida por eventos hidrológicos extremos que superem os observados até o momento.

O mapeamento ora apresentado procurou fornecer uma base sólida para a tomada de decisões e para o desenvolvimento de políticas e ações que visem à segurança e ao bem-estar da população. A continuidade dos esforços para a atualização dos dados e a realização de novos estudos, será essencial, para manter a resiliência do município frente aos desastres.

8. CONTATO MUNICIPAL

Prefeito: Silvio Mendes

e-mail: prefeitura.teresina.pi@gmail.com

Coordenador Municipal de Proteção e Defesa Civil: Coronel José Nunes

e-mail: prefeitura.teresina.pi@gmail.com

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Periferias. Departamento de Mitigação e Prevenção de Riscos. Periferia sem risco: guia para planos municipais de redução de riscos. Brasília, DF, Ministério das Cidades, 2024, 68p. Disponível em: <https://www.capacidades.gov.br/capaciteca/periferia-sem-risco-guia-para-planos-municipais-de-reducao-de-riscos/>.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. Mapeamento de riscos em encostas e margem dos rios. Brasília, DF. 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>.
- NARVÁEZ, L.; LAVELL, A.; ORTEGA, G. P. La gestión del riesgo de desastres: un enfoque basado en procesos. Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina - Predecan. 1. ed., Lima, 2009. 106 p. Disponível em: https://www.cac.int/sites/default/files/Comunidad_Andina._Gesti%C3%B3n_del_Riesgo_desastres_un_enfoque_basado_en_procesos._2009.pdf.
- TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. Programa Lagoas do Norte: Relatório de Avaliação Ambiental (RAA). 2006.



SERVIÇO
GEOLÓGICO
DO BRASIL

MINISTÉRIO DAS
CIDADES



Periferia
Viva