

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

PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES

MAPEAMENTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS VOLTADOS PARA A PREVENÇÃO DE DESASTRES

# **AVALIAÇÃO TÉCNICA DE RISCO GEOLÓGICO**

**Comunidades Dunas II e Morro Santiago, Fortaleza-CE**

**REALIZAÇÃO**

**DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL**

**DIVISÃO DE GEOLOGIA APLICADA**

2024

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

**Ministro de Estado**

Alexandre Silveira

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

Vitor Eduardo de Almeida Saback

**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM**

**DIRETORIA EXECUTIVA**

**Diretor Presidente**

Inácio Melo

**Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial**

Alice Silva de Castilho

**Diretor de Geologia e Recursos Minerais**

Francisco Valdir Silveira

**Diretor de Infraestrutura Geocientífica**

Paulo Afonso Romano

**Diretor de Administração e Finanças**

Cassiano de Souza Alves

**DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL**

**Chefe do Departamento de Gestão Territorial**

Diogo Rodrigues Andrade da Silva

**Chefe da Divisão de Geologia Aplicada**

Tiago Antonelli

**Chefe da Divisão de Gestão Territorial**

Maria Adelaide Mansini Maia

**EQUIPE TÉCNICA**

Dianne D. Farias Fonseca

Juliana Gonçalves Rodrigues

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

MAPEAMENTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS  
VOLTADOS PARA A PREVENÇÃO DE DESASTRES

---

# **AVALIAÇÃO TÉCNICA DE RISCO GEOLÓGICO**

## **Comunidades Dunas II e Morro Santiago, Fortaleza-CE**

---

### **AUTORES**

Dianne D. Farias Fonseca  
Juliana Gonçalves Rodrigues



Fortaleza  
2024

# APRESENTAÇÃO

---

**As** ações promovidas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) no âmbito do Departamento de Gestão Territorial (DEGET), envolvem o desenvolvimento de estudos do meio físico voltados à conservação ambiental, ordenamento territorial e prevenção de desastres.

Neste contexto, a Divisão de Geologia Aplicada (DIGEAP) tem papel fundamental na condução de estudos, projetos e programas, cujo foco principal é produzir instrumentos técnicos capazes de subsidiar os gestores públicos na formulação, aprimoramento e execução de políticas direcionadas à mitigação dos danos causados por eventos adversos de natureza geológica, como deslizamentos, quedas de blocos de rocha, erosões, inundações, dentre outros.

As atividades desenvolvidas pelo DEGET e pela DIGEAP incluem, ainda, ações de fomento à disseminação do conhecimento geocientífico, por meio da promoção de cursos de capacitação voltados aos agentes públicos e à sociedade em geral.

Assim, com esse espírito de inovação e com a responsabilidade de fomentar a ocupação segura e sustentável do território, o SGB-CPRM espera que as informações contidas no presente relatório possam ser empregadas em prol do bem-estar da sociedade brasileira.

**Inácio Melo**  
Diretor-Presidente

**Alice Silva de Castilho**  
Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

# RESUMO

---

Este trabalho apresenta os resultados de uma avaliação técnica de risco geológico realizada nas comunidades Dunas II e Morro Santiago, localizadas na planície litorânea do município de Fortaleza-CE, em atendimento ao pleito feito pela Secretaria Municipal de Segurança Cidadã do município, por meio do Ofício nº 0790/2024/SESEC/COPDC, exarado pelo Sr. Heraldo Maia Pacheco, Secretário Municipal da Segurança Cidadã da Prefeitura Municipal de Fortaleza. Os levantamentos de campo foram realizados nos dias 11 e 12 de junho de 2024 e permitiram concluir que no local há três áreas de muito alto risco a deslizamentos em duna, resultado da ocupação desordenada deste ambiente.

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

# SUMÁRIO

---

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. APLICABILIDADES E LIMITAÇÕES DE USO .....	1
3. HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO ENTRE 1950 E 2023 .....	2
4. AVALIAÇÃO DE RISCO GEOLÓGICO EM 2024 .....	3
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	5
REFERÊNCIAS .....	7

## 1. INTRODUÇÃO

No dia 23 de abril de 2024, por meio do Ofício nº 0790/2024/SESEC/COPDC, assinado pelo Secretário Municipal da Segurança Cidadã da Prefeitura Municipal de Fortaleza, Sr. Heraldo Maia Pacheco, foi solicitada ao Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) a antecipação da avaliação e atualização dos trechos considerados como áreas de risco das comunidades conhecidas como Morro Santiago e Dunas II, ambas localizadas no bairro Barra do Ceará, com objetivo de verificar a atual situação do risco geológico do local. Em resposta à requisição da Secretaria Municipal da Segurança Cidadã da Prefeitura Municipal de Fortaleza, o SGB-CPRM informou por meio do OFÍCIO Nº 14/2024/REFO/PR/CA-CPRM, que o pleito seria atendido e antecipado para o mês de junho de 2024.

Assim, considerando o cenário exposto, este trabalho apresenta inicialmente uma breve contextualização histórica da ocupação do Morro Santiago e Dunas II, seguida pelos resultados obtidos a partir de uma avaliação técnica das atuais condições do risco geológico do local. A visita da equipe do SGB-CPRM ao local foi realizada nos dias 11 e 12 de junho de 2024 e contou com a participação de membros da Defesa Civil de Fortaleza.

É importante ressaltar que os resultados expostos no presente relatório representam as condições observadas no momento da visita de campo, as quais podem se alterar ao longo do tempo. Além disso, cabe enfatizar que este estudo não substitui o mapeamento das áreas de risco geológico existentes no município. Desta forma, não se descarta a possibilidade de existirem na região outras áreas de risco geológico.

## 2. APLICABILIDADES E LIMITAÇÕES DE USO

Este trabalho pode ser utilizado para:

- Subsidiar o poder público na seleção das áreas prioritárias a serem contempladas por ações destinadas à prevenção dos desastres;
- Contribuir para a elaboração de projetos de intervenção estrutural em áreas de risco;
- Embasar a elaboração de planos de contingência;
- Auxiliar a construção de sistemas de monitoramento e alerta de desastres;
- Direcionar as ações da Defesa Civil;
- Fomentar ações de fiscalização com objetivo de inibir o avanço da ocupação nas áreas de risco mapeadas e em terrenos com condições topográficas e geológicas similares.

Este trabalho **não** deve ser aplicado para:

- Substituir a Setorização de Áreas de Risco Geológico;
- Qualquer aplicação incompatível com a escala cartográfica de elaboração (1:1.000-1:2.000);
- Substituir análises de estabilidade de taludes e encostas;
- Substituir projetos de engenharia destinados à correta seleção, dimensionamento e implantação de obras estruturais em áreas de risco;
- Avaliar a pertinência e eficácia de obras de engenharia de qualquer natureza;
- Substituir estudos censitários específicos para indicar o número e a característica socioeconômica dos habitantes das áreas de risco;
- Indicar quando ocorrerão eventos adversos nas áreas de risco;
- Determinar a energia, alcance e trajetória de movimentos de massa, enxurradas e inundações.

### 3. HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO ENTRE 1950 E 2023

A partir da comparação entre fotografias aéreas da década de 50 (escala de 1:25.000) e imagens de satélite disponíveis no *Google Earth* para o ano de 2023, é possível constatar que nos anos 50 a ocupação no local objeto deste trabalho ainda não havia se iniciado (Figura 1A). A imagem obtida daquele período mostra a existência da duna onde estão assentadas atualmente as comunidades Morro Santiago e Dunas II, como um campo vegetado fixo e totalmente preservado, sem existência de ocupações e apenas com algumas incipientes intervenções humanas, como presença de trilhas que levavam ao topo da duna.

Na imagem de satélite obtida em 2023 (Figura 1B), nota-se a total descaracterização desta área, com intensa ocupação pelas construções e arruamentos, elevado grau de impermeabilização, retirada total da vegetação primária, com a presença atualmente de uma vegetação secundária rasteira e esparsa. Essas intervenções foram realizadas sem considerar as fragilidades desse ecossistema que impõe determinadas limitações de uso, haja vista o caráter geotécnico de depósitos arenosos inconsolidados, assim como restrições ambientais devido à sua natureza de área fonte de recurso hídricos, uma vez que as dunas são zonas naturais de infiltração de água pluvial.

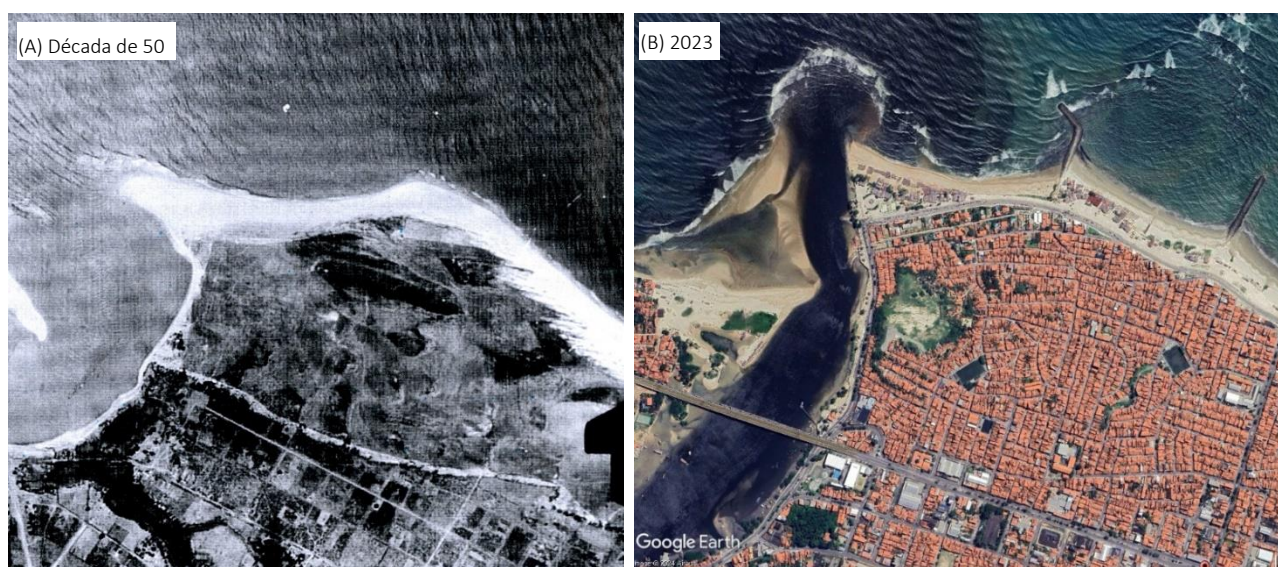


Figura 1 – Evolução temporal da ocupação territorial na região onde se localizam as comunidades Morro do Santiago e Dunas II, entre a década de 50 (A) e 2023 (B). Fonte: elaborado pelos autores a partir de fotografias aéreas (SACS - Serviço Aerofotogramétrico Cruzeiro do Sul [1958?]) e imagens do Google Earth.

No ano de 2012 o SGB-CPRM elaborou o mapeamento das áreas de risco geológico de Fortaleza, quando foi cartografada a região do Morro Santiago e Dunas II como área de risco geológico a processos de deslizamento de solo e material de aterro (CPRM, 2012) (Figura 2). Nota-se na imagem utilizada para a cartografia de 2012, que a área já se encontrava completamente ocupada e que não houveram significativas mudanças no cenário de ocupação que encontramos atualmente, apenas obras de urbanização no topo da duna com a construção do mirante do Morro do Santiago.





Figura 2 – Resultado da cartografia de risco geológico realizada pelo SGB-CPRM em abril de 2012 na região das Comunidades Dunas II e Morro Santiago. Fonte: elaborado pelos autores a partir de informações disponíveis em CPRM (2012).

#### 4. AVALIAÇÃO DE RISCO GEOLÓGICO EM 2024

A vistoria realizada nos dias 11 e 12 de junho de 2024, foi embasada por imagens de satélite da cidade de Fortaleza, a partir das quais foi possível definir da melhor forma possível os setores de risco. Os trabalhos foram acompanhados pela Gerente de Núcleo, Marta Edna do Nascimento Uchoa de Abreu e pelos Agentes de Defesa Civil, Cesar Angelo de Lima e Matheus Nascimento da Silva.

Os setores de risco estão localizados predominantemente sobre depósitos litorâneos eólicos quaternários pouco vegetados, mais conhecidos como dunas eólicas. Essas dunas são constituídas por materiais inconsolidados arenoquartzosos bem selecionados, de granulometria fino a médio, com colorações que variam de esbranquiçada a rosada, repousando sobre a Formação Barreiras.

Conforme pode-se observar na Figura 3, durante a visita ao local foi delimitado um novo contorno para as áreas de risco, as quais estavam contidas em um único polígono identificado em 2012. Nesse contexto, vale ressaltar que segundo a metodologia atualmente adotada e baseada nos procedimentos propostos por Lana, Jesus e Antonelli (2021), o antigo setor foi separado e refinado, resultando na individualização de três áreas de risco muito alto a deslizamentos em duna, conforme descrito abaixo:

Áreas de Risco Muito Alto a Deslizamentos em Duna



Figura 3 – Mapa das áreas de risco muito alto a deslizamentos em duna (polígonos vermelhos) atualmente delimitadas nas comunidades Dunas II e Morro do Santiago.

**Localidade: Dunas II**

Área de risco muito alto a deslizamentos em duna. A comunidade conhecida como Dunas II foi construída sobre uma duna com cerca de 15m de amplitude e declividade chegando a 35 - 40 graus (Figura 4). As moradias apresentam padrão construtivo médio a baixo (casas de alvenaria e de madeira) e foram construídas sem o conhecimento técnico necessário. No local foram observados vários indícios de instabilidade, tais como: trincas nas moradias, muros embarrigados e rachados. Segundo moradores, após fortes chuvas é comum que o material arenoso se desestabilize e que atinja algumas casas. O lançamento de lixo, entulho e água servida diretamente sobre o terreno é bastante comum. No local já existe uma obra de contenção (muro de gabião), porém a sua implantação resolveu o problema em apenas um trecho da duna.

**Localidade: Morro de Santiago (Travessa Santiago)**

Área de risco muito alto a deslizamentos em duna. A comunidade conhecida como Morro Santiago está instalada sobre uma duna. As moradias de alvenaria foram construídas muito próximas à base de taludes escavados em material arenoso inconsolidado. No local foram observadas evidências de movimentação desses taludes. Segundo moradores, após fortes chuvas é comum que o material arenoso se desestabilize e atinja algumas casas, causando grandes transtornos. No local também ocorre o lançamento de lixo, entulho e água servida diretamente sobre o terreno.



#### **Localidade: Morro Santiago (Rua Larga)**

Área de risco muito alto a deslizamentos em duna. A comunidade conhecida como Morro Santiago foi implantada sobre uma duna com cerca de 15m de amplitude e declividade chegando a 35 - 40 graus (Figura 4). As moradias de alvenaria foram construídas muito próximas à crista e à base de taludes escavados em material arenoso inconsolidado recoberto por aterro/entulho. No local foram observados vários indícios de instabilidade, tais como: trincas e degraus de abatimento nas moradias, muros embarrigados e rachados. Segundo moradores da Rua Paulo Aragão, há histórico de deslizamentos que atingiram os fundos de algumas casas, causando grandes transtornos e prejuízos. No local também ocorre o lançamento de lixo e água servida diretamente sobre o terreno. Uma obra de contenção (muro de gabião) já foi feita no local, porém esta resolveu o problema em apenas uma vertente da duna.



Figura 4 – Imagens aéreas obtidas por VANT das Comunidades Dunas II e Morro Santiago. Fonte: Defesa Civil de Fortaleza.

## **5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Morro Santiago e Dunas II exemplificam um passivo do controle urbano do poder público, um problema comum em grandes cidades brasileiras. A ocupação desordenada e a criação de áreas de risco geológico são problemas críticos que afetam diversos municípios por todo o território nacional. A falta de planejamento urbano adequado, aliada ao crescimento populacional descontrolado e à expansão urbana em áreas inadequadas, tem resultado na construção de habitações em locais suscetíveis a eventos geológicos adversos, como deslizamentos, erosões, alagamentos e inundações.

As comunidades do Morro do Santiago e Dunas II se desenvolveram ocupando uma área ambiental e geotecnicaamente sensível, caracterizando uma ocupação primeiramente irregular, embora plenamente

consolidada, com abastecimento de água, energia, calçamento, comércio ativo e, em grande parte da área, um serviço de esgoto precário. A ocupação de dunas impõe diversas limitações geotécnicas para a construção de habitações ou outras edificações, devido ao caráter inconsolidado, de baixa coesão e capacidade de suporte do material. Esse tipo de solo torna as áreas de adensamento urbano extremamente frágeis, aumentando os riscos de deslizamento causados pela instabilidade do material.

Para mitigar esses problemas, é imperativo adotar políticas públicas eficazes que incluam o planejamento urbano sustentável, a regulamentação e fiscalização rigorosa da ocupação do solo, e a implementação de medidas de prevenção e mitigação de riscos. Além disso, é essencial promover a conscientização da população sobre como minimizar os riscos geológicos.

A criação de áreas de risco é, muitas vezes, um reflexo da vulnerabilidade social e econômica das comunidades, que, por falta de opções, acabam se instalando em locais perigosos. Portanto, soluções abrangentes devem incluir também ações sociais que ofereçam alternativas de moradia segura e acessível, bem como programas de realocação para áreas menos vulneráveis.

Somente através de uma abordagem integrada, que combine planejamento urbano, educação, fiscalização e políticas sociais, será possível enfrentar eficazmente o desafio da ocupação desordenada e garantir um futuro mais seguro e resiliente para as populações em risco.

A seguir, 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 a administração municipal a respeito de possíveis formas de atuação para mitigar ou erradicar o risco geológico. Por fim, recomenda-se que qualquer intervenção estrutural seja embasada por estudos e projetos cancelados por profissionais legalmente habilitados para tal.

1. Avaliar a possibilidade de remover e de realocar temporariamente em locais seguros os moradores que se encontram nas áreas de risco durante o período de chuvas;
2. 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;
3. Desenvolver estudos de adequação do sistema de drenagem pluvial e de esgoto, a fim de evitar que o fluxo seja direcionado sobre a face dos taludes ou encostas;
4. Verificar e reparar os pontos de vazamento de água em encanamentos;
5. Remover o depósito de lixo e entulho despejados diretamente sobre as encostas dessas comunidades;
6. Orientar os moradores quanto ao descarte correto dos resíduos sólidos e dos efluentes domésticos. A presença do lixo também pode resultar na proliferação de animais e de doenças;
7. Avaliar a possibilidade de implementar projetos geotécnicos de estabilização dos taludes, tais como: contenção, redes de drenagem pluvial e proteção superficial. Sempre respaldados por profissionais habilitados;
8. Implantação de políticas de controle urbano (fiscalização) para evitar construções e intervenções inadequadas em dunas;
9. Implementar programas educativos para conscientizar a população sobre os riscos da ocupação inadequada sobre esses terrenos.

## REFERÊNCIAS

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes: Fortaleza, Ceará. CPRM, 2012. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/18950>. Acesso em: 01 jul. 2024.

LANA, Julio Cesar; JESUS, Denilson de; ANTONELLI, Tiago. Guia de procedimentos técnicos do Departamento de Gestão Territorial: setorização de áreas de risco geológico. Brasília: CPRM, 2021. v. 3. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22262>. Acesso em: 01 jul. 2024.



MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

