

## 2º SUMÁRIO EXECUTIVO - PLANO DE TRABALHO ATUALIZADO

### INSTABILIDADE DE TERRENO - BAIRRO DO PINHEIRO MACEIÓ – ALAGOAS

Dezembro de 2018

## **Sumário**

INTRODUÇÃO .....	3
PROCEDIMENTOS INICIAIS.....	3
OBJETIVOS DA PARTICIPAÇÃO DO SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM.....	3
PLANO DE TRABALHO .....	4
Trabalhos preliminares executados.....	4
Próximas etapas.....	7
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	10

## **INTRODUÇÃO**

Historicamente o bairro Pinheiro, localizado no município de Maceió (AL), vem apresentando surgimentos de inúmeras fissuras em casas e alicerces em vias públicas. Estes fenômenos se intensificaram após fortes chuvas de verão, de 15 fevereiro de 2018, e um abalo sísmico de magnitude 2,4 na escala Richter, no dia 3 de março de 2018 nesta região. O evento produziu danos significativos como fissuras, trincas e rachaduras em edificações, ruas e passeios em uma área expressiva do bairro, inclusive com a interdição de diversas moradias.

A Secretaria Adjunta Especial de Defesa Civil do Município de Maceió foi então acionada pela população (ocorrência RO-0170/2018). Após reunir evidências e averiguar o cenário solicitou apoio do Serviço Geológico do Brasil – CPRM (SGB-CPRM), através da sua Superintendência Regional de Recife.

Em decorrência, ainda no mês de março, a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado de Alagoas – CEDEC-AL e a Promotoria de Justiça da Capital de Alagoas, solicitaram por meio dos ofícios nº 044/2018 – CEDEC/AL e nº 34/2018 – 66ª PJC/MPE/AL, a presença de uma equipe de pesquisadores do SGB-CPRM para auxiliar nas atividades de pesquisas direcionadas a identificar as causas do fenômeno de instabilidade de terreno naquele bairro.

## **PROCEDIMENTOS INICIAIS**

O SGB-CPRM atenta a sua missão estratégica de cooperar com os esforços das administrações municipais na busca de condições que viabilizam a superação de condições de instabilidade e impactos ambientais em áreas urbanas, instituiu-se, sob a liderança do Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial, Antônio Carlos Bacelar Nunes, a criação de uma força tarefa composta por pesquisadores do seu quadro de pessoal, para em parceria, com outras instituições federais, estaduais e municipais realizar uma missão urgente com a finalidade de investigar a abrangência das feições de instabilidade do terreno.

Em atendimento às solicitações supracitadas, o SGB-CPRM realizou de 12 a 14 de março de 2018, a primeira visita técnica ao Bairro Pinheiro, em companhia da Defesa Civil de Maceió, dando origem ao documento “Relatório de visita técnica de avaliação dos problemas ocorridos no Bairro Pinheiro. Neste relatório, datado de 28 março de 2018, identificou-se a necessidade de estudos mais detalhados e usos de equipamentos geofísicos específicos (ofício nº 035/2018/SUREG-RE).

Em 15/05/2018, por meio do ofício nº 082/2018 – GSA/SAEDEC, foi solicitada audiência com o Diretor-Presidente do SGB-CPRM para tratar de assuntos relacionados à instabilidade do terreno do Bairro Pinheiro. Complementarmente, em 23 de maio de 2018, estabeleceu-se um grupo de trabalho multidisciplinar envolvendo, a Prefeitura Municipal de Maceió, Defesa Civil de Alagoas e Maceió, o SGB-CPRM, Agência Nacional de Mineração, Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres - CENAD e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Com efeito, o grupo de trabalho reunido na Prefeitura de Maceió, em 07 de junho de 2018, apresentou uma versão preliminar de um plano de trabalho do SGB-CPRM para investigação e diagnóstico da instabilidade do terreno do Bairro Pinheiro, com a inclusão de uma vistoria ao local afetado.

Após os primeiros meses de estudo na área, necessários para o dimensionamento dos trabalhos e equipamentos e o aguardo de reforço de recursos financeiros governamentais, um novo Plano de Trabalho foi elaborado, objeto do presente documento.

## **OBJETIVOS DA PARTICIPAÇÃO DO SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM**

- Identificar as áreas de influência do processo de instabilidade do terreno do Bairro Pinheiro, suas características e intensidade;

- Identificar áreas de maior intensidade das feições de instabilidade e acompanhar sua evolução;
- Apontar as áreas prioritárias para avaliação da equipe de engenharia da Defesa Civil de Maceió sobre as condições estruturais das edificações;
- Realizar estudos na região com o objetivo de contribuir para a busca da causa ou das causas do fenômeno no bairro;
- Oferecer suporte técnico à Defesa Civil de Maceió durante reuniões e trabalhos sobre o evento do Bairro Pinheiro;
- Fornecer subsídios técnicos que possam auxiliar as tomadas de decisões da Defesa Civil de Maceió em caso de emergência;
- Dar ciência aos órgãos locais e à população do avanço dos trabalhos através de sua assessoria de imprensa.

Por meio dessas investigações pretende-se:

- Nortear as ações da Defesa Civil Municipal no direcionamento de futuras investigações que por ventura sejam necessárias;
- Subsidiar tecnicamente as tomadas de decisões da Defesa Civil de Maceió quanto aos métodos de monitoramento a serem aplicados no bairro.

## **PLANO DE TRABALHO**

O presente plano de trabalho proposto pela SGB-CPRM contempla uma abordagem metodológica multitemática e em diversas profundidades, considerando principalmente os aspectos geológicos, geotécnicos, hidrogeológico, topográficos, batimétricos, geofísicos e de ocupação do terreno. Os trabalhos no bairro contará com participação da Defesa Civil de Maceió.

Os dados serão trabalhados em Sistema de Informação Geográfica (SIG) e Integração em 3D. A disponibilização dos resultados será feito através de relatórios técnicos sintéticos, apresentações e sistemas visualizadores de fácil manuseio.

Cabe ressaltar que os métodos e técnicas a serem utilizadas não irão pôr em risco a estabilidade do terreno do bairro e suas infraestruturas e moradias. As solicitações de apoio aos órgãos locais, tais como interdição de ruas, autorização de acesso e outras demandas estão sendo enviadas diretamente às Defesas Cíveis Estaduais e Municipais para devidas providências.

## **Trabalhos preliminares executados**

Os estudos da CPRM no Bairro Pinheiro foram iniciados em junho de 2018 revelando, até o momento, os seguintes resultados:

### **• Junho e Setembro 2018:**

**1. Vistoria nas residências e vias públicas para o mapeamento das evidências do fenômeno:** Realizadas duas etapas de campo para vistoria técnica com o acompanhamento da Defesa Civil de Maceió. A primeira de reconhecimento para constatação de danos, principalmente aqueles inicialmente atribuídos ao abalo

sísmico e a segunda de caracterização da área de ocorrência do evento, padrão da deformação, assim como a intensidade do processo.

No período compreendido entre os dias de 24 e 26 de setembro de 2018, realizou-se uma segunda etapa de vistorias técnicas, com acompanhamento dos técnicos da Defesa Civil de Maceió, objetivando ampliar o caminhamento no bairro para identificação de sinais de instabilidade e sua disposição espacial, com a possibilidade de identificar novas edificações e moradias afetadas, além de acompanhar possíveis evoluções dos sinais anteriormente constatados. O resultado do trabalho foi apresentado sob a forma de um mapa com as evidências de deformações (orientação das principais trincas e rachaduras nas moradias e arruamentos) classificadas em três níveis de intensidade, além de um relatório descritivo denominado “Levantamento das Feições de Instabilidade do Terreno no Bairro Pinheiro, Maceió-AL” (Figuras 1 e 2).

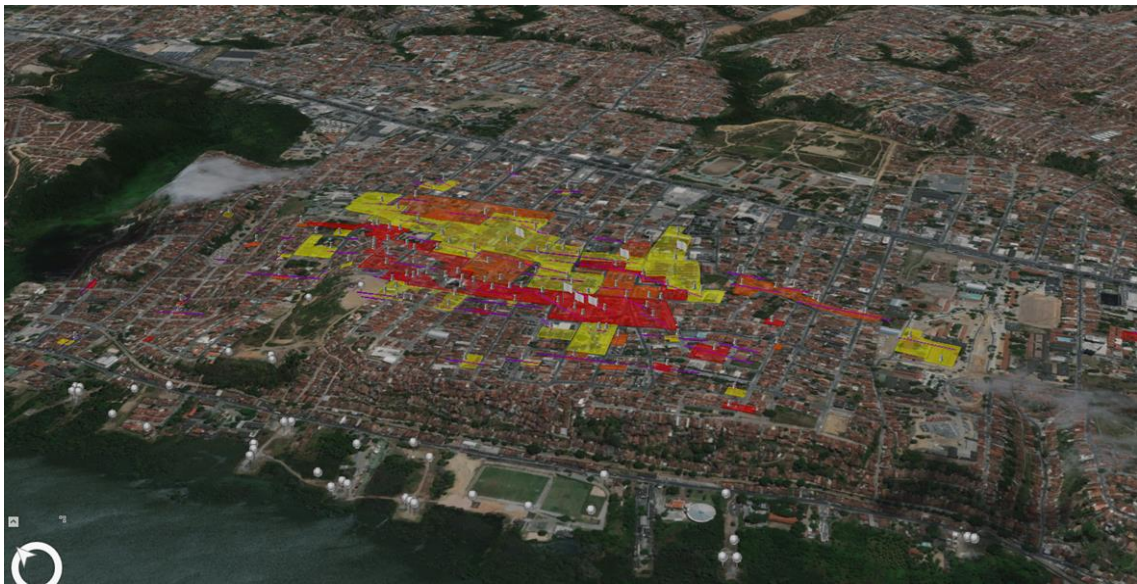


Figura 1 - Visualização dos setores de instabilidade do terreno em perspectiva. - área em vermelho: grau alto; áreas em laranja: grau médio; área em amarelo: grau baixo. Atualizado em setembro de 2018.



Figura 2 – Trincas e rachaduras que retratam a área de instabilidade alta no terreno Junho de 2018..

• **Setembro 2019**

**2. Aquisição dos dados disponíveis e assuntos correlatos nos órgãos locais:** Obtenção de estudos de hidrogeologia, voltados para os aquíferos em sub-superfície e sua dinâmica, e visitas a órgãos e instituições estaduais, municipais e federais, estabelecidas em Maceió, além de empresas privadas relacionadas com o tema, efetuando-se o recolhimento das informações disponíveis, promovendo a sistematização, organização e alimentação de um banco de dados com todo o material recolhido.

**3. Aplicação de método geofísico GPR dentro de residências e em vias públicas:** Os trabalhos desenvolvidos envolveram a aplicação de método geofísico GPR (*Ground Penetrating Radar*) dentro de residências e em vias públicas para tentar obter uma radiografia do subsolo embaixo de casas e de ruas. Devido às suas características técnicas relacionadas principalmente al alto teor de argila no solo, a investigação através do método GPR permitiu apenas a investigação em subsuperfície a uma profundidade de até 10 m. Devido a necessidade de uma investigação a maiores profundidades, decidiu-se utilizar outra metodologia geofísica para complementar as informações obtidas inicialmente, e este foi o método audiomagnetotelúrico.

Os Perfis de GPR foram realizados nas seguintes ruas, casas e prédios:



Figura 3 – Levantamento com GPR em ruas do bairro Pinheiro, Maceió-AL.

- 04 perfis na Rua Joaquim Gouveia de Albuquerque;
- 01 perfil na Rua Sem Nome;
- 01 perfil na Rua Prof. Mário Marroquim;
- 02 perfis na casa da Sra. Adriana na Rua Prof. Mário Marroquim;
- 12 perfis na Rua Luiz Rizzo, 631 (casa da Sra. Aline);
- 09 perfis no CEPA;
- 01 perfil na Rua Tavares Bastos, 165 (casa);
- 01 perfil na Rua Tereza de Azevedo;
- 12 perfis na Rua Francisco Freire Ribeiro, 219 (casa rosa);
- 08 perfis na Rua Jornalista Augusto Vaz Filho;
- 11 perfis na Rua Joaquim Gouveia de Albuquerque, 379 (ed. Albarello);
- 04 perfis na Rua Francisco Amorim;
- 04 perfis na Rua Luiz Rizzo;
- 06 perfis na Rua Pedro Suruagy;
- 21 perfis na Rua Prof. Mário Marroquim, 491 (casa do epicentro);
- 10 perfis na Rua Luiz Rizzo, 666 (casa);

10 perfis no Condomínio Jardim Acácia;  
10 perfis na Rua Francisco Amorim, 734 (Condomínio Espanha).

- **Outubro a Dezembro 2018**

**4. Aquisição de bens e serviços:** nos últimos meses de 2018 as atividades estão sendo concentradas na integração dos dados adquiridos e na elaboração de notas técnicas e abertura de procedimentos licitatórios para aquisição de bens e serviços necessários às pesquisas.

## Próximas etapas

Dar continuidade às investigações com a aplicação de estudos e técnicas específicas, tendo em consideração as seguintes hipóteses de trabalho:

1. Características geotécnicas dos solos da região;
2. Presença de vazios (cavidades, cavernas) no solo e subsolo da região decorrente de causas naturais ou de ações antrópica;
3. Estruturas/Feições tectônicas ativas na região (falhas, descontinuidades, por exemplo).

Os trabalhos a serem realizados encontram-se sintetizados na tabela 1 e detalhados a seguir:

**5. Levantamento batimétrico e sísmico (embarcado) do Complexo Lagunar:** objetiva a definição do relevo e estruturas geológicas/descontinuidades do fundo das Lagoas de Mundaú e Manguaba em busca de sinais de subsidência ou que indique alterações morfológicas anormais. **Período campo: 07 a 24 janeiro 2019.**

**6. Levantamento interferométrico (radar via satélite):** execução de estudos interferométricos no setor urbano leste e sul de Maceió, adjacente à Lagoa Mundaú, através da análise de um série histórica de 60 imagens que cobre o período de abril 2016 a abril 2018 (24 meses). O método interferométrico permite apontar as áreas com deformação do terreno e obter a velocidade de deformação com uma precisão na ordem de milímetros por ano para o período monitorado com as imagens SAR. O resultado permitirá também ver se a velocidade de deformação é contínua ou se está acelerando. **Período campo: 01 janeiro a 01 março 2019.**

**7. Levantamento geofísico pelo método Audio-Magnetotelúrico (AMT):** método eletromagnético no domínio da frequência que permitirá estimar os valores de condutividade elétrica em subsuperfície, a partir das medidas na superfície terrestre dos campos elétricos e magnéticos. Possui um intervalo de investigação que poderá variar de 30 m a 1300 m de profundidade abaixo da superfície. Terá como objetivo identificar descontinuidades ou valores anômalos na condutividade elétrica, que poderiam representar possíveis vazios no interior do subsolo ou alguns tipos de estruturas geológicas. Método complementar ao GPR que investigou o subsolo do bairro até uma profundidade de 10 metros. **Período campo: janeiro a março 2019.**

Tabela 1 – Cronograma de execução dos trabalhos no bairro Pinheiro, Maceió (AL). Atualizada em 20 dez 2018.

Atividades Executada / Prevista	Execução - 2018							Previsão de Execução 2019					
	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
1. Vistoria nas residências e vias públicas para o mapeamento das evidências do fenômeno – Atualização Mapas de Evidências	■				■					■		■	
2. Aquisição dos dados disponíveis a respeito de assuntos correlatos nos órgãos locais				■									
3. Aplicação de método geofísico GPR dentro de residências e em vias públicas				■									
4. Aquisição de bens e serviços					■	■	■	■					
5. Levantamento batimétrico e sísmico (embarcado) do Complexo Lagunar								■	■	■			
6. Levantamento interferométrico (radar via satélite)								■	■				
7. Levantamento Geofísico - Método Audio-Magnetotelúrico								■	■	■			
8. Levantamento Geofísico - Método Eletroresistividade								■			■		
9. Estudos geológicos e geotécnicos (sondagens)								■	■				
10. Estudos neotectônicos e sismicidade								■	■	■	■		
11. Construção de poços de monitoramento nos aquíferos subterrâneos								■	■	■	■		
12. Levantamento do histórico de ocupação do bairro								■	■		■		
13. Monitoramento das evidências Pós-interferometria										■			
14. Controle topográfico da superfície do bairro								■	■	■			
15. Levantamentos geofísicos complementares									■	■	■		
16. Salas de Situação - Maceió e CPRM									■	■	■	■	■
17. Carta Geotécnica da Região Metropolitana de Maceió										■		■	■
18. Integração dos Dados e Relatório de Andamento/Parciais								■	■	■	■	■	
19. Relatório Final													■

**8. Levantamento Geofísico - Método Eletroresistividade:** método investigativo a ser aplicado com o objetivo de analisar como está o substrato do bairro em cerca de 40 m nas áreas mais atingidas, onde a logística permitir. Estão previstos a realização de 9 perfis (Rua José Dionísio Sobrinho; Rua Rosalvo Prata; Rua Prof. Mario Marroquim; Alameda Dr. Claudenor de Albuquerque Sampaio; Rua Bela Vista/ Rua do Arame; Rua Basileu de Meira Barbosa; Rua Miguel Palmeira; Rua Goiás; Rua Prof José da Silveira Camerino. realizados perfis nas ruas. Poderá ser usando ainda como método complementar ao AMT, nas possíveis anomalias. **Período campo: 14 a 26 janeiro e 01 a 13 abril 2019.**

**9. Estudos geológicos e geotécnicos (sondagens):** estudos voltados para caracterização das propriedades de rochas, solos e estruturas geológicas (falhas e fraturas) antigas e recentes com capacidade de gerar sismos na região. Serão realizadas 8 sondagens à percussão (SPT) com análises granulométrica, limite de



liquidez, limite de plasticidade e presença de argilas expansivas. **Período campo: 21 janeiro a 01 fevereiro 2019.**

Pontos	Coordenadas UTM – 25 L		Endereço
1	198821.11 m E	8934387.79 m N	Av. Francisco Freire Ribeiro (Pracinha Pública) – Ao lado do Edifício Belo Horizonte – nº 237
2	198685.57 m E	8934112.00 m N	Campo da Brasken – Final da Rua Com. Francisco Amorim.
3	199030.72 m E	8934205.40 m N	Terreno na esquina da Rua Jornalista Augusto Vaz Filho com Rua Jovino Lopes Lira.
4	199072.31 m E	8933867.91 m N	R. Joaquim Gouveia de Albuquerque nº 29 (Antiga Rua Acre) – do lado esquerdo da Igreja Católica.
5	199441.12 m E	8934353.00 m N	R. Luiz Rizo (Moacyr T. Lopes) – Alagoas Transportes – Ao lado do nº 110.
6	198487.46 m E	8933955.75 m N	Esquina da R. Jornalista Augusto Vaz Filho com R. Djalma Barreto de Menezes (R. Cor. Aurélio Mousinho)
7	198750.37 m E	8933401.87 m N	Alameda São Benedito – Esquina com R. José Luiz Soares Neto.
8	199224.14 m E	8933192.37 m N	CEPA – Ao lado da quadra coberta e da Escola Professor Vitorino da Rocha.

**10. Estudos neotectônicos e sismicidade:** estudo com objetivo de identificar as rochas da região e estruturas geológicas com o objetivo de identificar feições tectonicamente ativas que possam ter provocado os sismos e rachaduras nas casas. Análise de dados da rede sismográfica nacional. **Período campo: 21 fevereiro a 1 março 2019 e 18 a 22 março 2019.**

**11. Construção de poços de monitoramento dos aquíferos subterrâneos:** visa investigar as características dos principais aquíferos Barreiras e Marituba, permitindo a avaliação e monitoramento da quantidade e da qualidade das águas subterrâneas desses aquíferos. Este estudo possibilitará a avaliação dos impactos das atividades antrópicas nos sistemas aquíferos da região. Serão realizados 6 poços de monitoramento do lençol freático, em locais a serem definidos. **Período campo: Janeiro a abril 2019.**

**12. Levantamento do histórico de ocupação do bairro:** caracterizar o padrão de ocupação do bairro nas últimas décadas com o objetivo de identificar intervenções antrópicas que possam também ter contribuído para a instabilidade do terreno, tais como características intrínsecas do terreno (abaciamientos naturais; nascentes; etc) ou decorrentes da forma de ocupação do solo urbano (injeção de águas servidas na matriz do solo; aterramento de áreas úmidas e depressões no terreno, dentre outras). **Período campo: 17 a 23 de março 2019.**

**13. Atualização do mapa de evidências Pós-interferometria:** acompanhamento da evolução das evidências do evento nas áreas eventualmente indicadas como anômalas pelo levantamento interferométrico. **Período campo: 17 a 29 de março 2019.**

**14. Controle topográfico da superfície do bairro:** levantamento topográfico do terreno com o uso de VANTS e GPS de precisão nas áreas indicadas pelo Mapa de Evidências e indicadas como anômalas pelo levantamento interferométrico. Visa o levantamento da superfície do terreno nas áreas anômalas com o objetivo de monitorar a área em relação às deformações verticais e horizontais. **Período campo: 20 janeiro a 23 de fevereiro 2019.**

**15. Levantamentos geofísicos complementares:** utilização de métodos como gravimetria, sísmica passiva e método eletromagnético (AMT) de detalhe nas áreas anômalas identificadas pelos trabalhos anteriores. **Período campo: A partir de fevereiro 2019.**

**16. Salas de Situação - Maceió e CPRM:** implantar infraestrutura de equipamentos e de Tecnologia da Informação com o objetivo armazenar, processar, integrar e disponibilizar informações de todas e a todas as às instituições envolvidas, , de forma executiva e gerencial, para subsidiar a tomada de decisão dos órgão locais em monitoramento dos fenômenos no bairro Pinheiro. **Em fase de aquisição**

**17. Carta Geotécnica da Região Metropolitana de Maceió:** instrumento essencial e necessário para orientar a Prefeitura da cidade para o ordenamento do município, quanto ao planejamento do uso e ocupação do território sob a sua jurisdição, apontando as aptidões de uso frente aos desastres naturais e seus processos geradores, e indicando as áreas mais favoráveis à expansão urbana. Vale salientar que a finalização esta prevista somente para 2020. **Período campo: Março, Maio e Junho 2019.**

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As várias hipóteses com relação às causas que poderiam estar provocando a instabilidade de terreno no bairro, que estão sendo consideradas nos estudos da CPRM, que podem ser caracterizadas como de origem natural ou antrópica. Infelizmente, até o presente momento, não se dispõe de evidências claras para determinar a causa ou as causas. Portanto, faz-se necessária a continuação das investigações para se tentar chegar a essa identificação o quanto antes.

Diante disso, considerando que a palavra “risco” em sua acepção significa a probabilidade de um desastre acontecer, considerando ainda a gravidade dos danos potenciais para a população do bairro Pinheiro que habita as áreas de maior intensidade de ocorrência de trincas, fraturas e rachaduras, conforme demonstrado nos mapa de intensidade de feições elaborado pela CPRM, vimos recomendar iniciativas emergenciais a serem implementadas, no âmbito tanto da Defesa Civil municipal como da Defesa Civil do Estado do Alagoas, com a finalidade maior de salvaguardar a vida da população em risco.

## AÇÕES IMEDIATAS

- a. Interdição das moradias mais severamente comprometidas e remoção dos moradores das residências;
- b. Monitoramento dos processos nas moradias mais severamente afetadas, através das réguas instaladas nas residências pela Defesa Civil de Maceió
- c. Solicitar à Brasken e demais empresas de construção e obras públicas que dê conhecimento adequado à Defesa Civil quanto aos métodos de intervenção no bairro e seus potenciais impactos na estabilidade do terreno, mesmo os investigativos da causa das rachaduras e fissuras. Este procedimento se faz necessário enquanto não se conhece as características geotécnicas do substrato do terreno;
- d. Aplicação do plano de contingência elaborada pela Defesa Civil de Maceió;
- e. Ampla divulgação da situação que motivou a decretação da Situação de Emergência pela Prefeitura Municipal de Maceió, por meio de reuniões e audiências públicas.

**AÇÕES MEDIATAS**

- a. Ampliação do monitoramento dos processos nas moradias mais severamente afetadas;
- b. Implantação de sistema de avisos e alerta por meio de diversas mídias;
- c. Cadastramento de todas as moradias, moradores e proprietários;
- d. Cadastramento dos moradores e identificação quanto ao sexo e idade, e levantamento dos moradores com necessidades especiais;
- e. Treinamento e preparação dos moradores para o caso de evacuação emergencial dos setores mais afetados;
- f. Estabelecimento de rotas de fuga e pontos de encontro com apoio dos órgãos municipais;
- g. Preparação e estruturação de serviços públicos tais como policiamento, corpo de bombeiros, ambulâncias e hospitais, e até mesmo helicópteros, preparados para a necessidade de atendimento e de ação emergencial;
- h. Preparação e treinamento das equipes de resgate e pronto atendimento;
- i. Implantação de um núcleo de apoio comunitário para facilitar a comunicação entre a Defesa Civil e a comunidade do bairro Pinheiro.

**AÇÕES ESTRUTURANTES DE CURTO PRAZO**

- a. Desenvolvimento de estudos de vulnerabilidade estrutural nas áreas de influência dos processos, a serem realizados por engenheiros civis;
- b. Desenvolvimento e implantação de projetos de drenagem urbana e canalização do esgotamento sanitário, com objetivo de minimizar a infiltração de efluentes no terreno e, conseqüentemente, sua saturação.

Brasília, 21 de dezembro de 2018.

Original assinado

**ANTONIO CARLOS BACELAR NUNES**

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial