

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Serviço Geológico do Brasil – CPRM
Departamento de Gestão Territorial – DEGET

Levantamento das Feições de Instabilidade do Terreno no Bairro Pinheiro,
Maceió-AL

Relatório Técnico N° 02
(Atualizado em Setembro de 2018)

Setembro de 2018

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	1
2. METODOLOGIA.....	3
3. RESULTADOS	5
4. SUGESTÕES.....	11
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	12

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Após intensos eventos pluviométricos e, principalmente, em decorrência do registro de um abalo sísmico de 2.4 na escala Richter ocorrido, segundo a Rede Sismológica Brasileira (RSBR), no dia 03 de março de 2018, na região do município de Maceió (AL), foi solicitada por meio dos ofícios nº 044/2018 – CEDEC-AL e nº 34/2018 – PJC/MPE/AL, a presença de técnicos do Serviço Geológico do Brasil-CPRM (SGB-CPRM), com a finalidade de auxiliar nas atividades de pesquisa que possam levar ao entendimento das eventuais causas do fenômeno, que inclusive teria causado uma série de danos a alguns imóveis e vias públicas localizadas no Bairro Pinheiro.

Em atendimento aos ofícios supracitados, o SGB-CPRM realizou nos dias 12 e 13 de março de 2018 reuniões e vistorias às áreas possivelmente afetadas pelo evento. 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. Nessa audiência, ocorrida no dia 23 de maio de 2018, foi instituído um grupo de trabalho constituído pela Prefeitura Municipal de Maceió e instituições do Governo Federal, como o Serviço Geológico do Brasil, Agência Nacional de Mineração, Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres – CENAD-MI e Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN.

No dia 07 de junho de 2018, o grupo de trabalho esteve reunido na Prefeitura de Maceió, quando foi então apresentada uma versão preliminar do Plano de Trabalho para investigação e diagnóstico da instabilidade do terreno do Bairro Pinheiro, bem como uma expedita visita ao local afetado. Ao término dessa reunião, ficou clara a necessidade de uma avaliação superficial criteriosa das evidências de instabilidade presentes na área de estudo.

Dessa forma, tendo em vista o contexto apresentado, o SGB-CPRM expõe no presente relatório os resultados provenientes dos levantamentos das feições de instabilidade existentes no Bairro Pinheiro, cujos objetivos são:

- Identificar as principais características e áreas de influência do processo de instabilidade do terreno do Bairro Pinheiro;
- Identificar áreas de maior intensidade das feições de instabilidade;
- Apontar as áreas prioritárias para avaliação da equipe de engenharia sobre as condições estruturais das edificações;
- Subsidiar a elaboração de um Plano de Contingência;
- Subsidiar a escolha e locação das futuras investigações.

A primeira etapa desta avaliação superficial ocorreu entre 19 e 25 de junho de 2018 com a geração do Mapa de Feições de Instabilidade do Terreno e de relatório técnico acompanhante. No período compreendido entre os dias de 24 e 26 de setembro de 2018, o SGB-CPRM, realizou uma segunda etapa de vistorias técnicas no bairro do Pinheiro e adjacências para identificação e análise de novos sinais e feições de instabilidade, com acompanhamento dos técnicos da Defesa Civil municipal.

O principal objetivo desta etapa complementar foi o de 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, mapeando-as, além de acompanhar possíveis evoluções dos sinais anteriormente constatados para atualização do Mapa de Feições de Instabilidade do Terreno.

2. METODOLOGIA

A Figura 1 apresenta as etapas do trabalho desenvolvido.

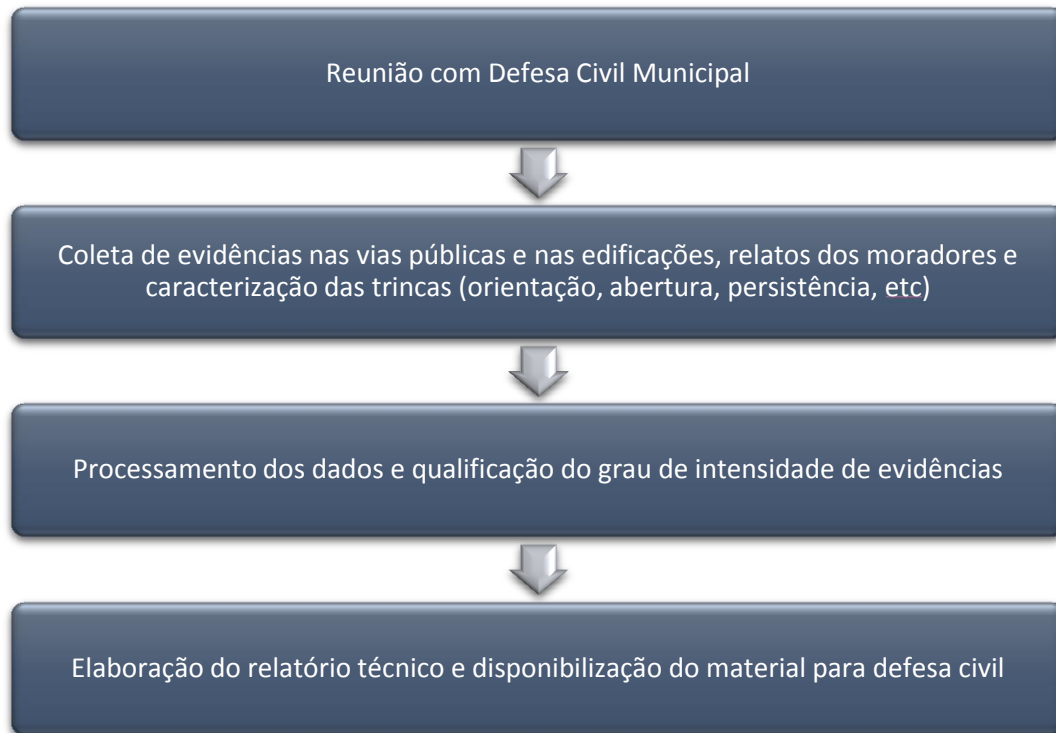



Figura 1: Etapas de trabalho

No dia 24 de junho foi realizada uma reunião com os representantes da Defesa Civil, Arthur Rodas e Dinário Lemos, durante a qual foram complementadas as informações pré-existentes sobre o evento do Bairro Pinheiro e definida a logística para os levantamentos de campo.


Os levantamentos de campo da etapa de atualização do mapeamento de evidências foram realizados entre os dias 24 e 26 de junho e contou com o acompanhamento de técnicos da Defesa Civil Municipal. A coleta de dados foi baseada em um formulário de evidências (Figura 2), cujos campos de preenchimento se dividem em:

- Localização
- Caracterização das trincas no terreno
- Caracterização das trincas nas paredes e muros das construções
- Medidas
- Construções
- Tipo de ocupação
- Danos
- Descrição

- Qualificação
- Registro fotográfico.



Formulário de Evidências



FID
 Localização

Código do Setor

Zona UTM-E
 UTM-N

Data da avaliação

Pesquisador 1
 Pesquisador 2

Trincas [Terreno]
 Ausente
 Presente
 Marcante [Quantidade]
 Marcante [Dimensão]

Abertura
 Menor que 1 cm
 Entre 1-3 cm
 Maior que 3 cm
 Outros

Persistência
 Menor que 10 cm
 Entre 10-50 cm
 Entre 50 cm - 1 m
 Maior que 1 m

Quantidade
 1 5 9
 2 6 10
 3 7 15
 4 8 20

Trincas [Paredes & Muros]
 Ausente
 Presente
 Marcante [Quantidade]
 Marcante [Dimensão]

Abertura
 Menor que 1 cm
 Entre 1-3 cm
 Maior que 3 cm
 Outros

Persistência
 Menor que 10 cm
 Entre 10-50 cm
 Entre 50 cm - 1 m
 Maior que 1 m

Quantidade
 1 5 9
 2 6 10
 3 7 15
 4 8 20

Vertical Horizontal Inclined Escalonedada Horizontal Escalonedada Vertical Escalonedada Inclined Escalonedada Descontínua Escalonedada Cisalhante

MEDIDAS
 Orientação Principal
 N-NE S-SW
 NE-E SW-W
 E-SE W-NW
 SE-S NW-N

Tipo	Azimute	Mergulho	Persistência	Abertura	OBS

CONSTRUÇÕES
 Madeira
 Mistas
 Alvenaria
 Com fundação estrutural
 Sem fundação estrutural
 1 Pavimento
 2 Pavimentos
 3 ou mais Pavimentos

OCUPAÇÃO
 Residencial
 Industrial
 Hospital
 Escola
 Descarte de água inadequado
 Obras de drenagem
 Corte e Aterro
 Aterro e Lixões

DANOS
 Óbitos
 Feridos
 Danos parciais
 Danos totais
 Via interditada
 Via destruída
 Via com evidências

DESCRIÇÃO DO SETOR

INTENSIDADE
 Muito Intenso
 Intenso
 Moderado
 Não evidente

Figura 2: Formulário de evidências.

O termo trinca foi empregado de forma genérica para caracterizar as rupturas observadas no terreno, nas paredes e muros das construções, sem classificá-las em função de sua abertura. Do mesmo modo, não é intenção deste relatório apontar a sua origem.

Para otimizar a segunda etapa de campo, utilizou-se como referência o levantamento de trincas realizado pela Defesa Civil Municipal e pelo SGB-CPRM. A área de avaliação foi estendida com objetivo de melhor compreender a abrangência das feições de instabilidade do terreno.

A qualificação do grau de intensidade das evidências foi realizada considerando-se a quantidade, abertura e persistência das trincas (Figura 2). Após o término dos levantamentos e tratamento das informações coletadas, foi possível dividir a região afetada em três graus de intensidade das evidências de instabilidade, classificação que permanece inalterada nesta segunda etapa de trabalho de campo.

3. RESULTADOS

O mapa atualizado com a identificação das áreas classificadas por grau de intensidade dos sinais de instabilidade, suas direções e a localização dos pontos de campo encontra-se no **Anexo I** e também é apresentado de maneira simplificada na Figura 3.

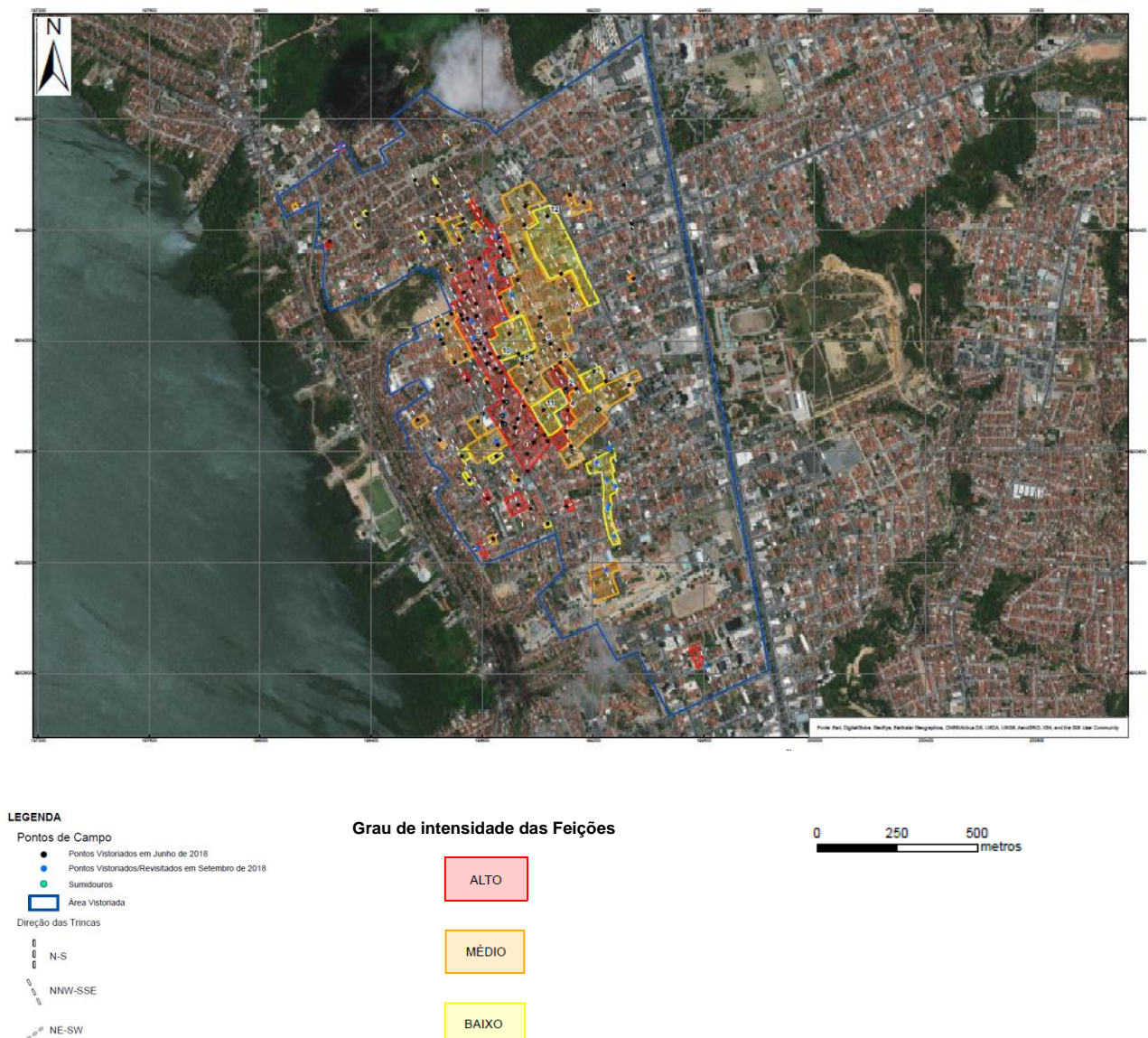


Figura 3: Mapa simplificado de feições de instabilidade do terreno do Bairro Pinheiro.

O caminhamento no Bairro Pinheiro foi realizado a partir das indicações da Defesa Civil Municipal de edificações com sinais de instabilidade em evolução, com o aumento da intensidade das trincas. Foi realizado caminhamento nas áreas adjacentes às edificações mapeadas para averiguação de possível continuidade dos sinais de instabilização, mesmo que em menor intensidade, para avaliação e atualização do mapa de feições e de pontos de campo.

As áreas delimitadas e indicadas pela cor vermelha, de alto grau de intensidade de feições de instabilização, são aquelas em que ocorre maior expressividade nas evidências, tanto pela quantidade de fissuras, trincas e rachaduras encontradas, como também pela maior abertura e persistência observadas, além da presença de sumidouros (Figura 4). Caracteriza-se por trincas e rachaduras com direção NNW-SSE, ora em faixas largas com dezenas de evidências, ora em ocorrências mais estreitas, sempre com trincas alinhadas, persistentes e repetitivas na rua, calçada, pisos, muros e paredes das construções. Na porção mais ao sul, as trincas principais passam a apresentar a direção N-S predominantemente, direção que coincide com a fenda que surgiu em 2010 nesse local. Há ainda várias trincas secundárias com direção NE-SW que são observadas de forma mais localizada em algumas porções da área. Há várias edificações com trincas e rachaduras consideráveis no piso, paredes, lajes, além de algumas construções com interdições parciais e totais efetuadas pela Defesa Civil.





Figura 4: Características das trincas que retratam a área de alta instabilidade no terreno.

As áreas delimitadas e indicadas pela cor laranja, de médio grau de intensidade de feições de instabilização do terreno, são caracterizadas pela presença de fissuras e trincas com direção principal NNW-SSE e localmente direção N-S. De maneira subordinada à direção principal ocorre também a direção NE-SW. As fissuras e trincas estão presentes nas paredes e muros, apresentam persistência de mais de 1 metro de comprimento e abertura milimétrica. As feições observadas no piso são frequentemente pouco significativas, com persistência menor que 0,8 metros e fechadas. Nas proximidades com as áreas vermelhas, as trincas no piso e teto tornam-se mais persistentes e comumente aproveitam as zonas de fraqueza da construção, tais como rejuntas e emendas de paredes e piso para se propagarem (Figura 5).



Figura 5: Características das trincas que retratam a área de média instabilidade no terreno.

As áreas delimitadas e indicadas pela cor amarela, de baixo grau de intensidade de feições de instabilização do terreno, são caracterizadas por fissuras e trincas com direção principal NNW-SSE. As fissuras e trincas verticais presentes nos muros e paredes, normalmente são coincidentes nos dois lados da rua e se repetem em faixa de aproximadamente 50 metros ao longo dos quarteirões. Apresentam persistência maior que 1 metro e abertura milimétrica. É comum a ocorrência de trincas horizontais nas paredes, também com persistência maior que 1 metro e fechadas. Quando observadas no piso, as fissuras comumente são pouco persistentes e fechadas (Figura 6).

A área delimitada em azul no Mapa de Feições de Instabilidade do Terreno (**Anexo I**) mostra sinais insipientes ou não significativos e representa a área vistoriada pelo SGB-CPRM em ambas as campanhas de campo, realizadas em junho e setembro de 2018, com apoio da Defesa Civil de Maceió. Em função da baixa intensidade ou ausência de feições de instabilidade do terreno é recomendado que esta área seja monitorada com frequência para avaliação da possível evolução, continuidade ou extensão dos sinais de instabilização, para eventual atualização das áreas de baixa, média e alta intensidade desses sinais.



Figura 6: Características das trincas que retratam a área de baixa instabilidade no terreno.

A análise das orientações permite diferenciar pelo menos três orientações preferenciais das trincas. A orientação principal ocorre com direção NNW-SSE, secundariamente aparecem às direções N-S e NE-SW (Figura 7).



Figura 7: Trincas com orientações distintas, principal (NNW-SSSE) e secundária (NE-SW).

É importante destacar que alguns moradores realizaram obras preventivas com objetivo de estabilizar a estrutura das construções. Entretanto, em sua maioria, o processo de abertura continua ativo (Figura 8).



Figura 8: Feições indicativas demonstram processo de abertura continua ativo.

Moradores relatam diversos pontos de afundamento do terreno, formando buracos e crateras de pequeno a médio porte (Figura 9).



Figura 9: Surgimento de buracos e crateras de pequeno a médio porte nas vias (fotos retiradas do relatório preliminar da Defesa Civil de Alagoas).

Para cumprir um dos objetivos da segunda etapa de campo por parte do SGB-CPRM, foram vistoriados pontos em que a Defesa Civil de Maceió constatou evolução das feições de instabilidade do terreno no período entre junho a setembro.

Como exemplo da evolução constatada, menciona-se a moradia situada na Rua C nº 05. Novas trincas apareceram na data de 23 de setembro de 2018 indicando movimentações recentes e constatadas pelos moradores após estalos indicativos da ruptura das estruturas das moradias. Esta moradia foi notificada pela Defesa Civil para que fosse evacuada após esta ocorrência. Outro exemplo é o Edifício Palmas, bloco 8 do Condomínio Jardim Acácia, que de junho a setembro as trincas evoluíram com aumento de sua abertura (Figura 10). No momento da vistoria, o edifício encontrava-se vazio por conta de ação da Defesa Civil Municipal.



Figura 10: Trincas que evoluíram significativamente de junho a setembro de 2018.

4. SUGESTÕES

Com base nas avaliações realizadas e expostas no presente relatório, cabe apontar a título de sugestão:

- Elaborar Plano de Contingência Municipal contemplando, especialmente, as especificidades do Bairro Pinheiro;
- Implantar núcleos de apoio comunitário, a fim de facilitar a comunicação entre população e Defesa Civil;
- Desenvolver estudos de vulnerabilidade estrutural nas áreas de influência do processo, preferencialmente realizados, por técnico especializado e habilitado, Engenheiro Civil;
- Desenvolver estudos de vulnerabilidade social nas áreas de influência do processo;
- Desenvolver e implementar projetos de drenagem urbana e canalização do esgotamento sanitário, com objetivo de minimizar a infiltração de efluentes no terreno e, conseqüentemente, sua saturação;
- Desenvolver estudos hidrogeológicos, com intuito de entender as características do aquífero existente na região, bem como suas possíveis influências no processo instalado;
- Desenvolver estudos geofísicos, com finalidade de investigar possíveis estruturas em subsuperfície que possam ter influência na desestabilização do terreno;
- Implantar e intensificar o monitoramento da evolução do processo, por meio de:
 - ✓ Instalação de réguas nas trincas existentes, bem como a **leitura e registro diário** das medições, a fim de caracterizar a evolução do processo das diferentes áreas do bairro, com o cuidado de padronizar as réguas e sua colocação, além da forma de leitura e do registro das informações;
 - ✓ Instalação e adensamento da rede de monitoramento sísmico na região, especialmente nas imediações do Bairro Pinheiro;

- ✓ Instalação de monitoramento interferométrico;
- Estruturar a Defesa Civil Municipal, especialmente por meio da capacitação de técnicos.
- Execução de ensaios geotécnicos (SPT, infiltração, caracterização de solos – LL, LP, granulometria e Raio X) em áreas do Bairro Pinheiro, afetadas pelo processo instalado e em áreas sem registro de deformação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os levantamentos efetuados em campo e a integração dos dados em escritório permitiram a caracterização de três zonas distintas na área afetada de acordo com a intensidade de atingimento, dado pela quantidade, abertura e persistência das trincas mapeadas.

As três zonas foram distinguidas em alto, médio e baixo grau de intensidade e estão representadas no mapa de feições de instabilidade do terreno (**Anexo I**), com as devidas atualizações provenientes desta segunda etapa de campo de Setembro de 2018. Esse mapa tem o intuito de embasar a continuidade dos estudos que busquem a identificação das causas desse fenômeno e também de nortear os trabalhos de Defesa Civil, tais como, campanhas de esclarecimento, monitoramento e até interdições.

Em comparação ao mapeamento realizado em junho de 2018, observou-se que houve evolução das trincas em algumas edificações que já haviam sido visitadas pelos técnicos do SGB-CPRM. Em relação às áreas novas percorridas, observaram-se algumas edificações com presença de sinais de instabilidade que foram adicionados ao mapa de feições (**Anexo 1**), classificados segundo a metodologia descrita nesse relatório.

É de suma importância ressaltar que o levantamento apresentado não pode ser considerado um mapeamento de áreas de risco geológico, uma vez que ainda não é possível identificar e caracterizar o processo causador dos danos, e tampouco foi realizada a avaliação da vulnerabilidade das edificações.

Cabe por fim esclarecer que, conforme depoimentos colhidos dos moradores locais e relatos da própria Defesa Civil Municipal, a existência dos indícios de instabilidade no terreno do Bairro Pinheiro é muito anterior ao abalo sísmico ocorrido no dia 3 de março de 2018, com relatos de ocorrência de trincas nas edificações há 2, 5 e até 10 anos.