
INFORMATIVO TÉCNICO Nº 01/2020

BOLETIM - FEVEREIRO 2020

MONITORAMENTO DA INSTABILIDADE DO TERRENO NOS BAIROS PINHEIRO, MUTANGE, BEBEDOURO E BOM PARTO (MACEIÓ - AL)

Apresentação

O presente documento visa apresentar de forma sucinta as considerações do Serviço Geológico do Brasil - CPRM sobre a atualização da situação de instabilidade nos bairros Pinheiro, Mutange, Bebedouro e Bom Parto na cidade de Maceió, Alagoas. Tem como base os dados atualizados da análise de deformação de terreno através da técnica PSP-IFSAR (Telespazio - análise de referência de abril 2016 a dezembro 2019); da rede *Global Navigation Satellite System* - GNSS, de alta precisão, instalada nos bairros citados (Defesa Civil de Maceió, novembro/2019 a 28 de janeiro de 2020), assim como nas observações de campo realizadas em janeiro de 2020.

Este informe destina-se às autoridades envolvidas no monitoramento deste fenômeno, visando contribuir para o planejamento das ações em curto e médio prazo no que se refere a prevenção de desastres da área afetada.

Considerações

Do acordo firmado

Em janeiro de 2020 a Braskem firmou acordo com autoridades federais e estaduais de Alagoas para reparação de prejuízos e remoção parcial dos moradores atingidos pelos fenômenos de instabilidade do terreno em Maceió, AL. Esse acordo abrangeu a maioria das áreas classificadas como “Criticidade Zero” no mapa de setorização de danos e de linhas de ações prioritárias, além de incluir a “Área de Resguardo”, apontada pela Braskem, que são os perímetros ao redor da projeção das minas (<http://www.braskem.com.br/mapa-da-area-de-desocupacao>). Ressalta-se, entretanto, que para a área de resguardo não foram consideradas todas as minas. Também não foi considerada a área total inserida no arco de subsidência e as zonas de quebraamento sem danos comprometedores das estruturas dos imóveis. Esta informação está contida no mapa da defesa civil datado de junho de 2019.

Do ponto de vista do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, tais áreas deveriam ser incluídas em futuras ações, devido a ameaça que representam à população e à infraestrutura dos bairros, uma vez que o fenômeno de subsidência tem se mostrado ainda atuante com o surgimento de novas evidências do problema.

Recomenda-se, portanto, que nenhuma mina seja desconsiderada na elaboração de perímetros de resguardo, visto que os registros históricos de sonares já demonstraram que ocorrem colapsos sucessivos do teto em todas elas sendo impossível garantir a integridade da superfície sobrejacente. As áreas de subsidência onde os danos aos imóveis ainda não são comprometedores continuam em movimentação e novas áreas com danos já foram identificadas ou intensificadas, conforme foi constatado em trabalhos de campo realizados em janeiro deste ano.

Da análise de deformação de terreno através dos dados interferométricos

Os dados atualizados da interferometria, recebidos pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM em final de janeiro de 2020 (figura 2), registram um maior incremento na intensidade das velocidades dos *Persistent Scatterers* – PS. Enquanto os PS da Análise de Referência apresentam intensidades de velocidade que vão de -187,99 até -72 mm/ano (figura 1, cores magenta e vermelho escuro), os PS da Primeira Atualização do Monitoramento (entregue em janeiro 2020) apresentam intensidades de velocidade que vão de -235,7 até -100 mm/ano (figura 2, cores roxa, rosa, magenta e vermelho escuro), tal como ilustrado abaixo.

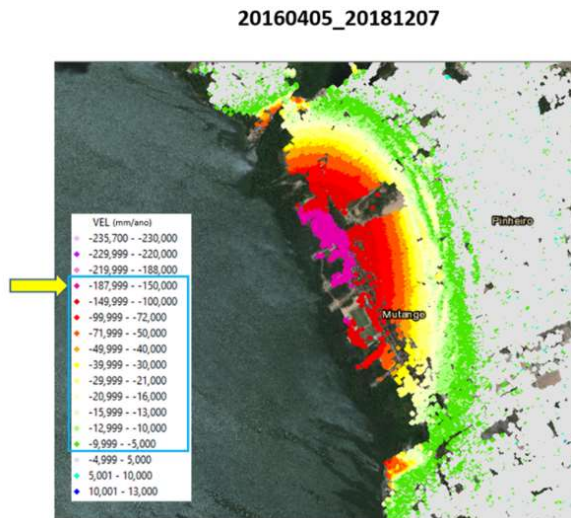


Figura 1 - Representação da velocidade média da subsidência para o período de 2016 a 2018. Na parte norte da área, o PS MCE3EBEF, com coerência igual a 0,67 e velocidade média igual a -124,2 mm/ano.

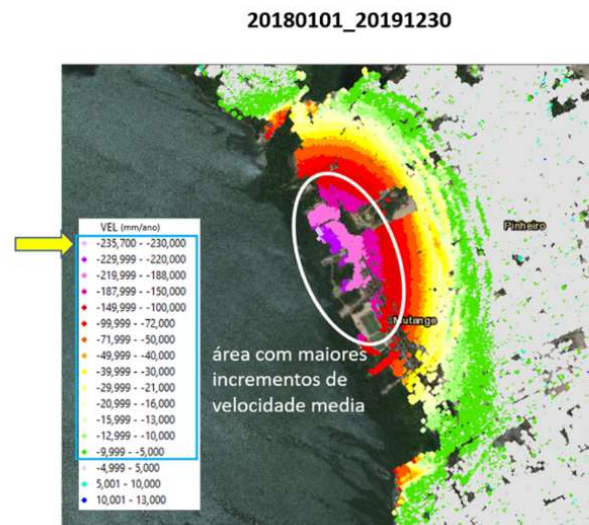


Figura 2 - Representação da velocidade média da subsidência para o período de 2018 a 2019 com destaque para áreas com maiores incrementos de velocidade média).

Esse avanço na deformação foi confirmado também nas leituras de DGPS, sendo a maior velocidade registrada de subsidência a do ponto “Mina7”, com cerca de 275mm/ano para o último trimestre, conforme ilustrado no gráfico da figura 3.

Na figura 4 pode-se observar que para o espaço amostral de 2016 a 2018 algumas áreas apresentam subsidência acumulada de até 714mm. Também é possível observar que o deslocamento horizontal medido pela rede GNSS (informações cedidas pela Braskem e Defesa Civil Municipal) apresentou deslocamentos horizontais de até 214mm no período amostrado, a direção dos deslocamentos horizontais é convergente para a região de maior subsidência.

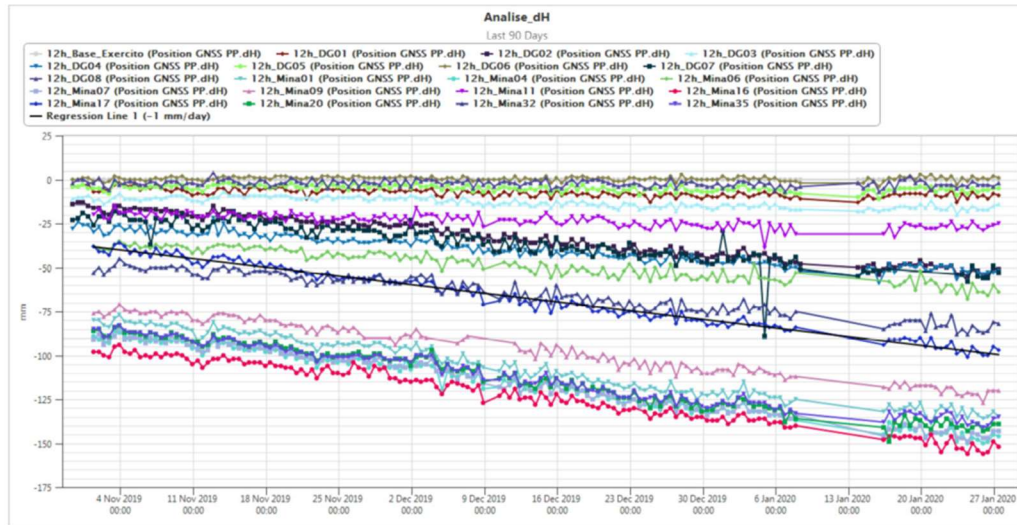


Figura 3 - Evolução das medições de DGPS. É notório que há um afastamento considerável da posição original, principalmente nas observações associadas às minas. Leitura janeiro 2020.

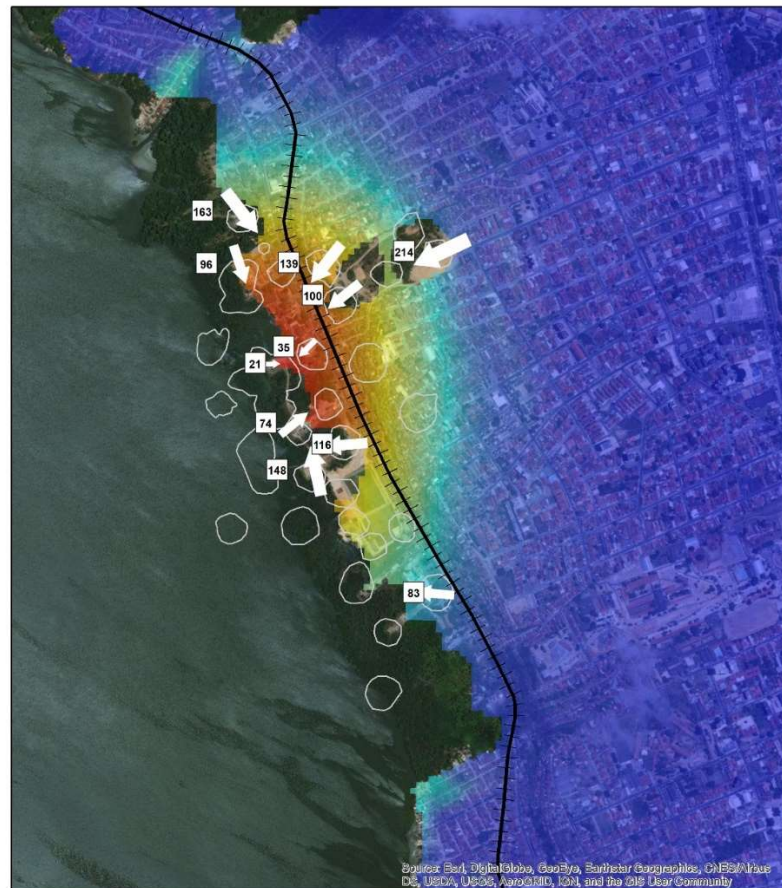
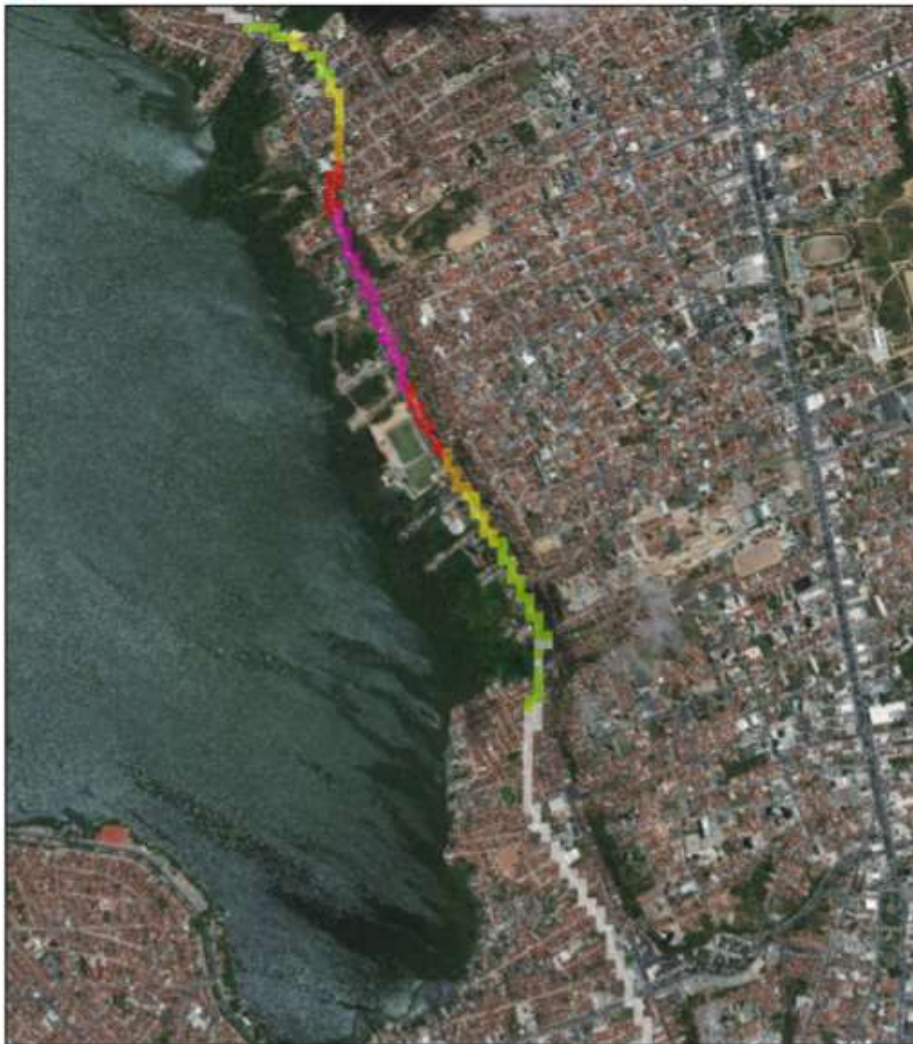


Figura 4 – Subsidiência acumulada e deslocamento horizontal (setas).

Sobre os riscos à operação da linha férrea

A figura 5 ilustra a velocidade média da subsidência no trecho onde se localiza a linha férrea da CBTU. Os fenômenos de deformação do terreno podem atingir a linha de 4 maneiras distintas: surgimento de crateras (*sinkholes*), surgimento de fissuras no solo, inundação permanente e danos ocasionados por tensão aplicada no trilho pela deformação acumulada do terreno.



Sobreposição de interferometria com imagem de satélite para apoio à análise da CBTU - Maceló - AL



Figura 5 - Detalhe da interferometria atualizada (janeiro 2020) em *buffer* ao longo do trecho crítico da linha férrea.

Sobre as novas áreas com danos expressivos nas edificações

Conforme esperado, o avanço da subsidência trouxe novas áreas (ou intensificação de áreas já atingidas do setor com criticidade 1) com danos nas edificações que ameaçam imediatamente sua integridade e, conseqüentemente, a vida dos moradores. Nas últimas campanhas de campo foram identificadas áreas no Bairro do Bom Parto, porção sul da região. Recomenda-se que essas áreas sejam tratadas da mesma forma que as áreas de “Criticidade 0” do Setor 1 apontado pela Defesa Civil (figura 6).

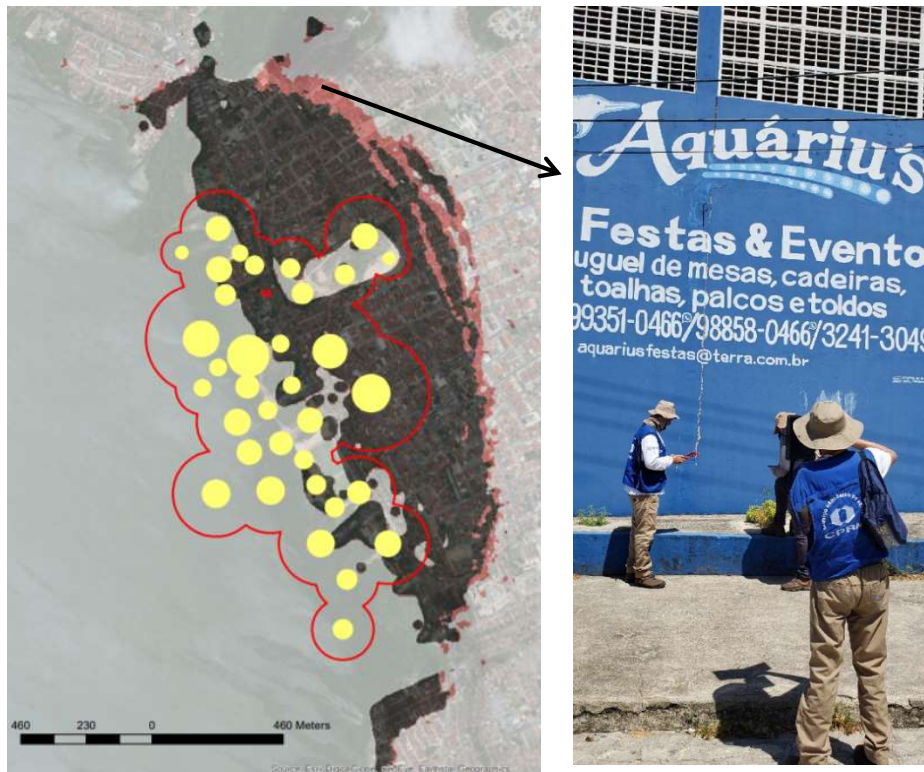


Figura 6 - Surgimento ou intensificação de novas áreas de subsidência e/ou quebraimento (rosa).

Recomendações

Diante da confirmação do avanço do processo de instabilidade sugere-se:

- Para monitoramento do avanço dos colapsos das cavidades é necessária a instalação de uma rede sismográfica de alta resolução, com sensores em subsuperfície que não sofram com o ruído ambiental do meio urbano. A velocidade de avanço dos processos no futuro é de difícil previsão, cabendo o princípio da precaução na preservação da vida dos habitantes;
- Vistorias contínuas possibilitam a atualização constante do estágio de desenvolvimento do processo, dando subsídio às tomadas de decisão;

- A instrumentação hoje instalada no bairro não fornece as informações necessárias para um eventual sistema de alerta. Para implantação de sistemas de alerta é necessário considerar o seguinte:
 - Formação de “*Sinkholes*” - é necessária uma rede sismográfica de altíssimo detalhe com transmissão e processamento automáticos;
 - Formação de Fissuras e Processos Erosivos - não são conhecidos sistemas de alerta automático eficientes, sendo o objeto ainda alvo de estudo;
 - Danos aos trilhos - é necessário que sejam consultados especialistas com conhecimento específico no campo da engenharia deste meio de transporte;
 - Zonas de inundação permanente - é possível o preparo de mapas, com necessidade de atualização constante, e previsão das áreas de atingimento em função do tempo.

Para finalizar, o Serviço Geológico do Brasil - CPRM reforça a importância e necessidade da instalação de uma rede sismográfica de alto detalhe, com sensores em profundidade, com precisão suficiente para seja possível a individualização do colapso de cada mina, com transmissão e processamento automático de dados. Uma rede sismográfica com tal configuração é necessária para o acompanhamento do processo contínuo de colapso das cavidades que vem ocorrendo e fundamental para que possam ser identificadas variações inesperadas no padrão do processo.

Brasília, 08 de março de 2020



THALES DE QUEIROZ SAMPAIO
Coordenador da Equipe de Pesquisadores
Assessor da Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial