



## NOTA CONJUNTA

MACEIÓ - ALAGOAS  
2023

## **SUMÁRIO**

<b>1</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>HIPÓTESE.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>ÁREA DE INTERESSE .....</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>CRONOLOGIA DOS EVENTOS RECENTES.....</b>	<b>3</b>
4.1	SITUAÇÃO DA CAVIDADE.....	3
4.2	RESUMO DOS DADOS SÍSMICOS.....	3
4.3	SENSORES DGNSS (DGPS) .....	6
4.4	DANOS IN LOCO.....	10
<b>5</b>	<b>PROGNÓSTICOS E CONCLUSÕES.....</b>	<b>11</b>

## 1 OBJETIVO

Este documento tem como objetivo, apresentar sucintamente as possíveis causas e a área de influência da subsidência nas proximidades da projeção da Mina 18, dentro do mês de novembro de 2023 até a data de divulgação deste documento.

## 2 HIPÓTESE

A hipótese de trabalho para definição da possível causa e área de influência é de ascensão e instabilidade da Mina 18, que está causando movimentação acentuada na região.

## 3 ÁREA DE INTERESSE

A Figura 1 apresenta os limites da área do acordo judicial entre a Braskem e MPF/MP/DPU/DPE localizado no Bairro do Pinheiro e adjacências. Toda a área delimitada nas cores verdes teve a população realocada. Na referida figura, também é possível observar os 35 poços de extração de sal gema destacados em cinza.

*Figura 1 - Mapa de Linhas de Ações Prioritárias V4*



## **4 CRONOLOGIA DOS EVENTOS RECENTES**

### **4.1 SITUAÇÃO DA CAVIDADE**

Em agosto/2019 foi realizado sonar da Mina 18 e mostrou uma cavidade dentro da camada de sal, com topo a 948m de profundidade e um volume 494.425m<sup>3</sup>. Em maio/2023 foi realizado o sonar, onde mostrou uma migração de parte da cavidade para fora da camada de sala, com um topo da cavidade a 784,5m de profundidade cerca de 102,7m fora da camada de sal. O volume total da cavidade registrado foi de 422.454m<sup>3</sup>, que corresponde a soma dos volumes fora e dentro da camada de sal.

Em 04/11/2023 foi realizado um novo sonar, para verificação da condição da mina 18, onde apresentou volume conhecido de 116.747m<sup>3</sup> e topo a 786m de profundidade, entretanto esse volume diz respeito apenas à parte da cavidade fora da camada de sal. Após os eventos sísmicos em 06/11/2023, que serão apresentados na seção 4.2, não foi possível realizar o sonar da Mina 18 para verificar os volumes dentro da camada inferior.

Nota-se uma migração em direção a superfície de aproximadamente 162 metros em um período de 04 anos, entre 2019 e 2023.

### **4.2 RESUMO DOS DADOS SÍSMICOS**

Foi observado para o mês de novembro (especificamente no dia 06 e no período de 19 a 24), eventos sísmicos na área nas redondezas da Mina 18, conforme Figura 2, Figura 3 e Figura 4.

Figura 2 - Eventos sísmicos revisados manualmente entre 05/11/2023 e 07/11/2023

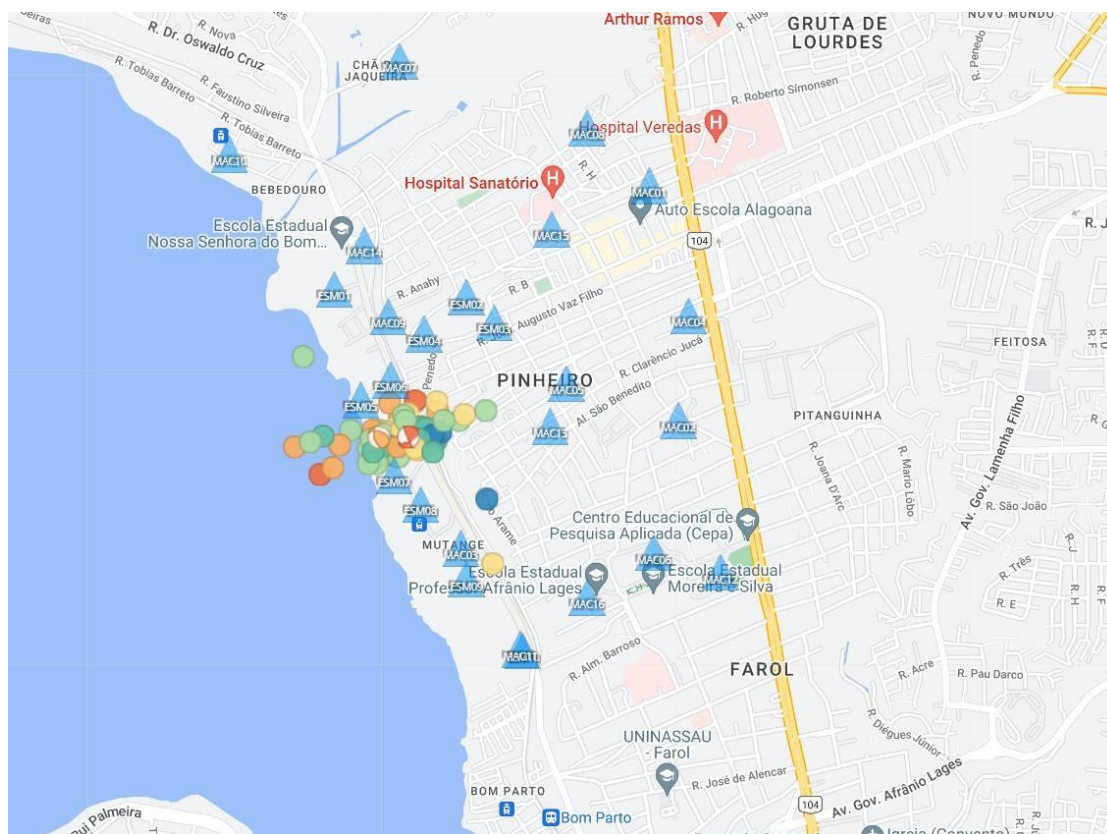


Figura 3 - Eventos sísmicos revisados manualmente entre 19/11/2023 e 24/11/2023

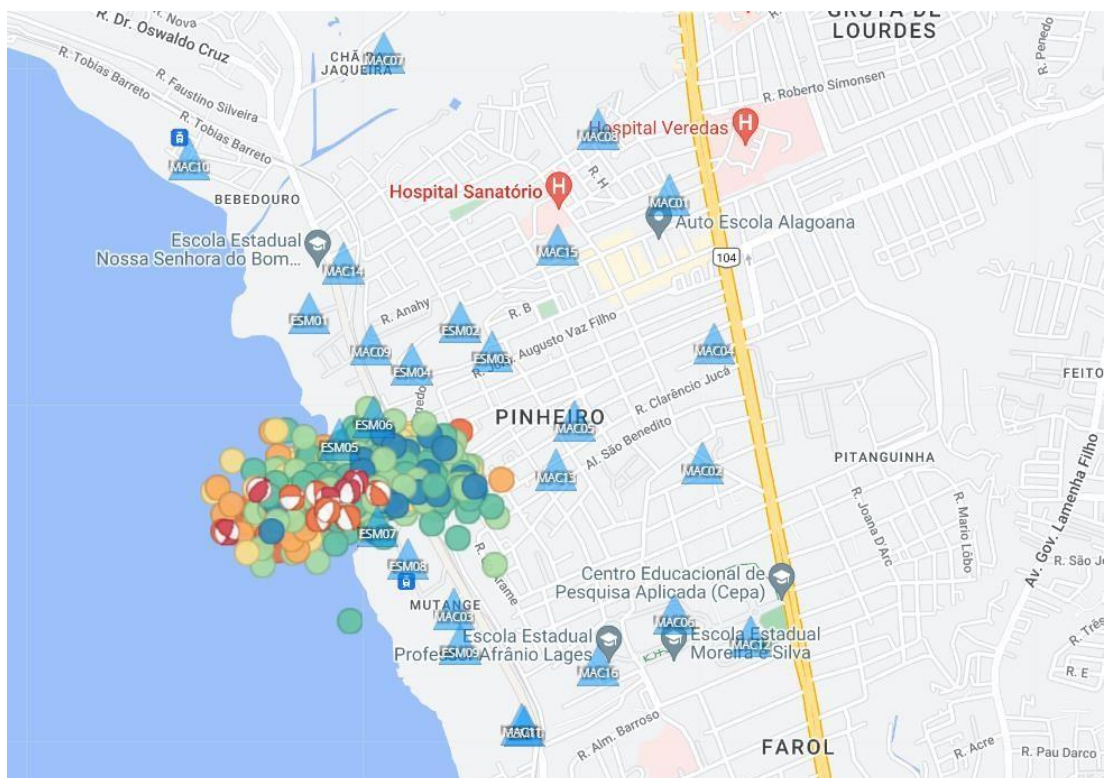
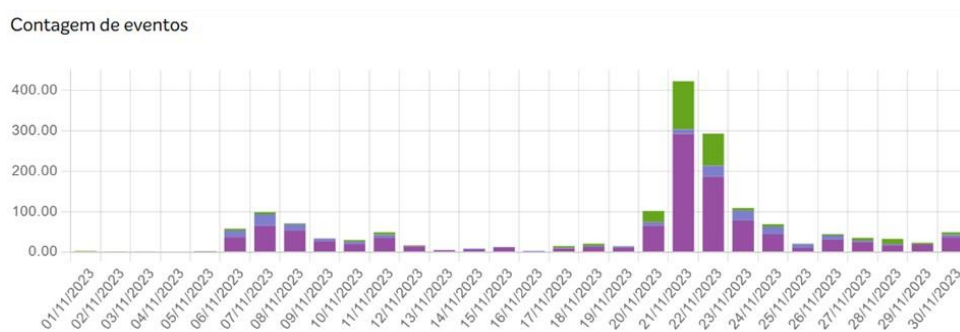


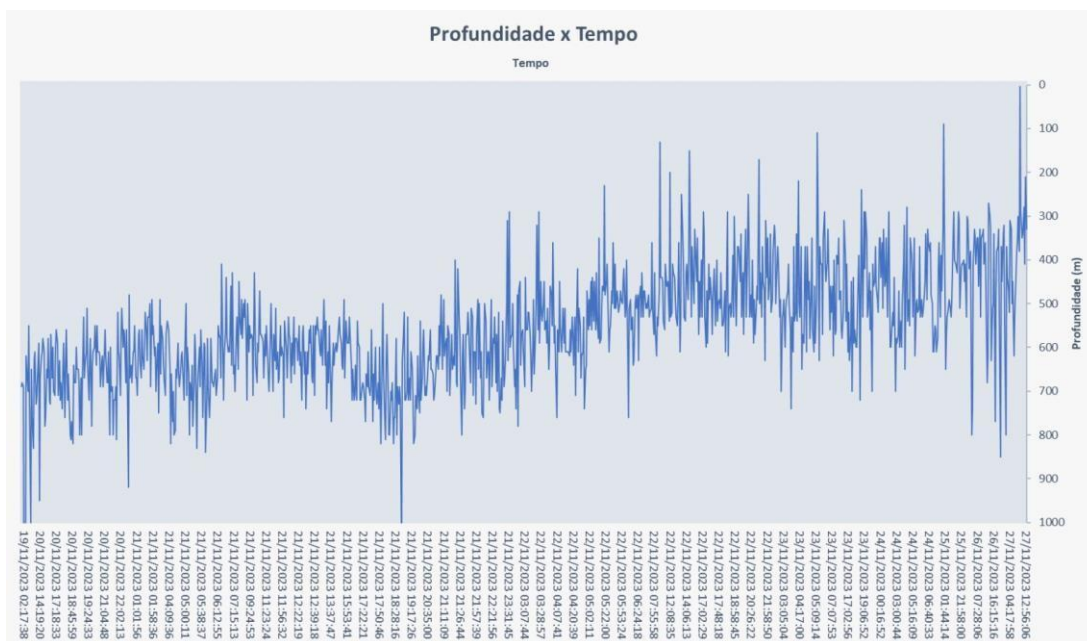
Figura 4 - Frequência sísmica ao longo do mês de novembro de 2023



Em termos de hipocentro (profundidade do evento), considerando a crise sísmica, a média no período de 19 a 24/11/2023 é de 557 metros para os eventos revisados manualmente. Se considerarmos os eventos revisados do dia 19/11/2023 até o dia 30/11/2023 (última análise disponibilizada) a média de profundidade dos eventos foi a 539m de profundidade.

Conforme observado na Figura 5 a profundidade dos sismos, para o período de 19/11 a 27/11/23, se tornava mais rasa ao longo do tempo, ainda que a partir do dia 24/11 a frequência sísmica tenha diminuído, indicando a possibilidade de movimentação da cavidade em direção a superfície.

Figura 5 - Profundidade dos sismos x tempo (19/11 a 27/11).





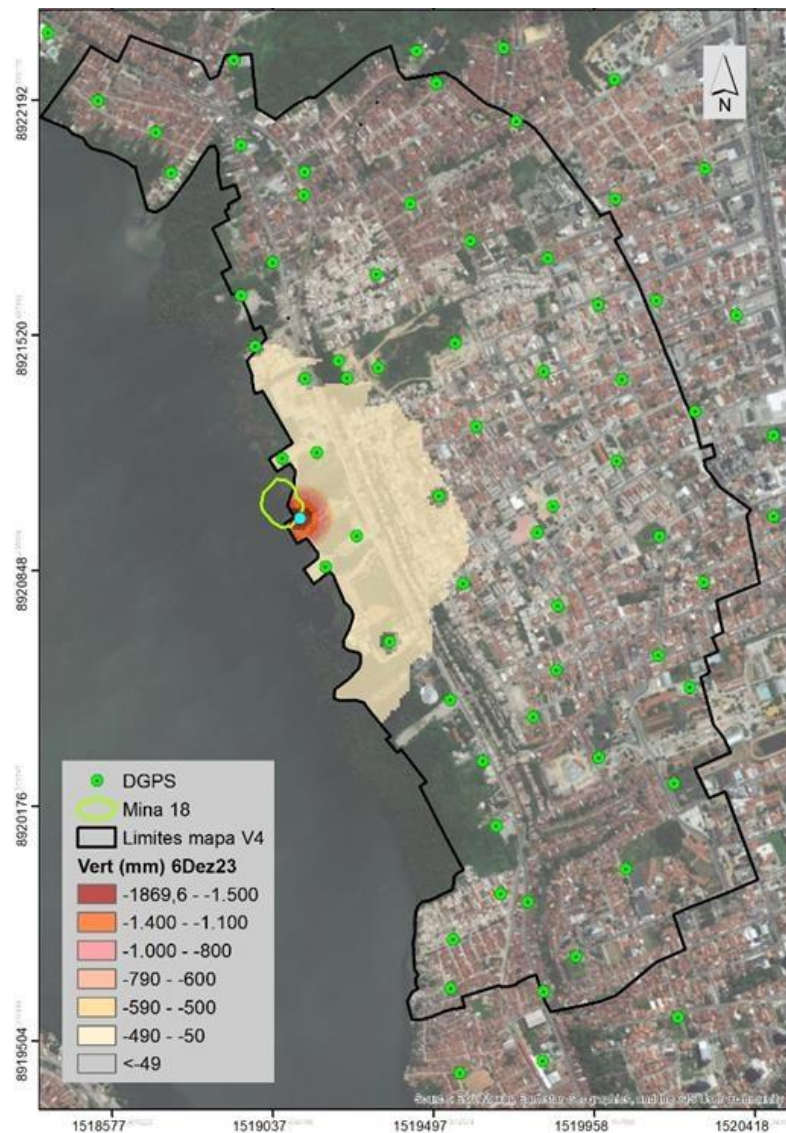
#### 4.3 SENSORES DGNSS (DGPS)

Em relação a análise de dados de deslocamentos na superfície do solo, foram medidos a partir da rede de monitoramento composta por 76 sensores DGNSS (DGPS) sendo 3 bases. Os dados são referentes ao período de 19 de novembro a 06 de dezembro de 2023. Esses dados foram interpolados pelo método geoestatístico Kriging (Krigagem) a partir dos dados dos sensores DGNSS (DGPS) nas direções vertical e horizontal (leste – oeste e norte -sul). Dessa maneira, foram utilizados os dados pós-processados (PP) diários dos sensores DGNSS (DGPS) - Sistema Global de Navegação por Satélite - adquirido da plataforma integrada de dados de monitoramento (Figura 6, Figura 7 e Figura 8).

De forma geral, é apresentando as áreas que alcançaram valores elevados de deslocamento vertical no entorno da deformação na Mina 18 (Figura 6).

Os resultados dos dados interpolados, na componente de deslocamento vertical (o afundamento), apresentaram forte deformação localizada na região na área da Mina 18, onde os dados pós-processado apresenta máximo de deslocamento vertical de -1869,6 mm no centro de deformação coincidente com a Mina supracitada, a Mina 18 (Figura 6).

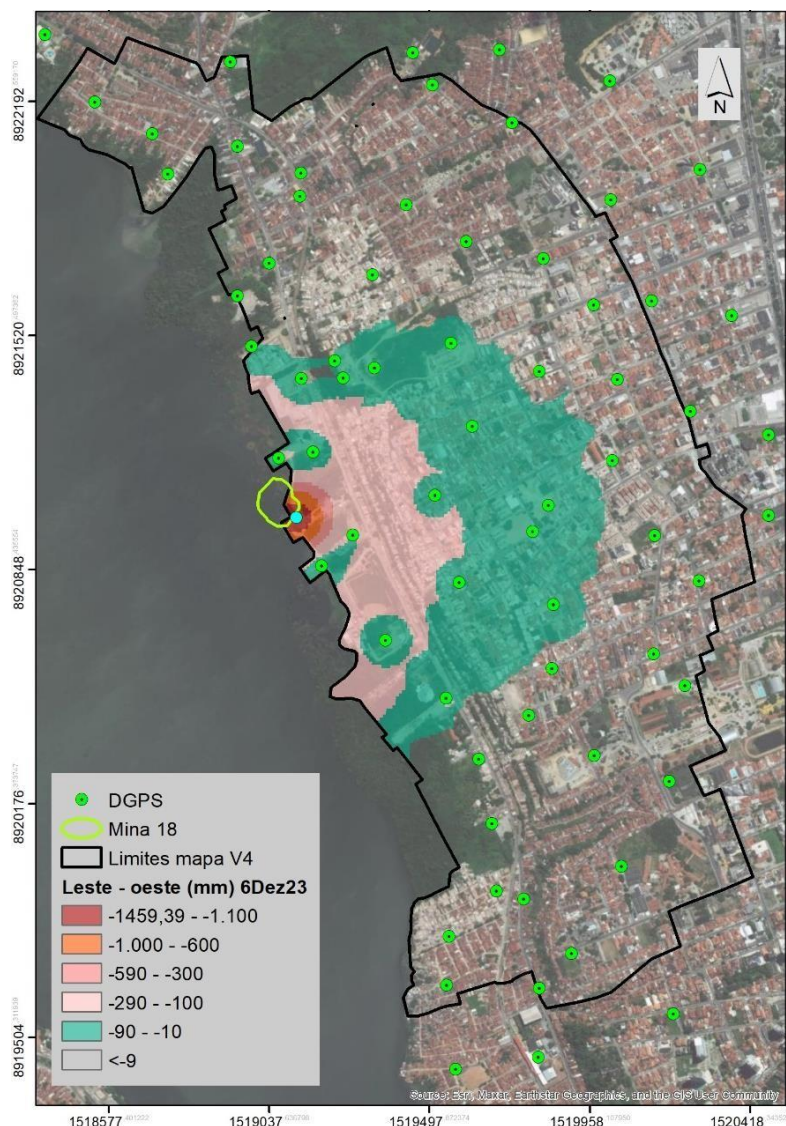
Figura 6 - Deslocamento vertical (mm) alcançado no período de 19 de novembro a 06 de dezembro de 2023.



No que se refere ao deslocamento horizontal na direção leste -oeste, apresenta, também, deslocamento predominante para oeste, em direção a laguna Mundaú, para o centro de deformação na Mina 18 com máximo de movimentação de -1459,39 mm e com significativo deslocamento para oeste, em direção a Laguna Mundaú (Figura 7).

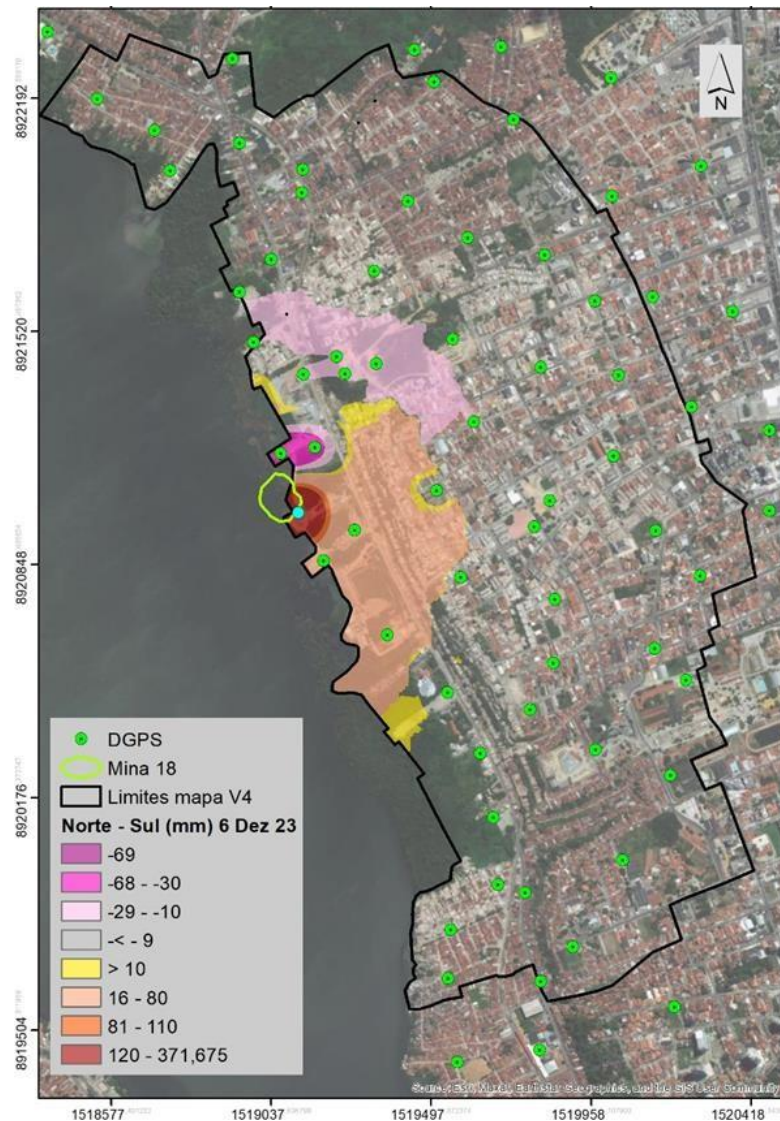


Figura 7 – Deslocamento horizontal Leste- oeste (mm) detectado de 19 de novembro a 06 de dezembro de 2023.



Em relação ao deslocamento horizontal na direção norte – sul, foi observado a confluência dos deslocamentos norte e sul para a área da Mina 18 com deslocamento de - 62, 81 mm para norte e 62, 78 para sul. Assim, se constata que há uma zona de compressão coincidentemente para o centro de deformação na Mina 18 (Figura 8).

Figura 8 – Deslocamento horizontal nas direções Norte – Sul (mm) desde 19 de novembro a 06 de dezembro de 2023.



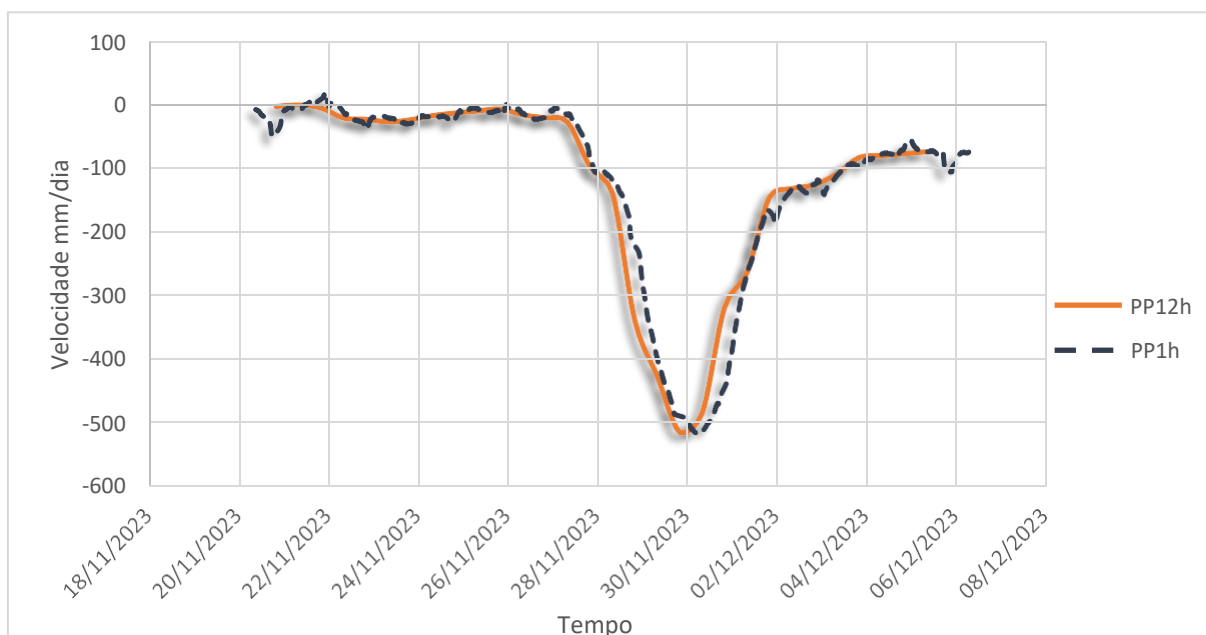
Após a análise espacial pelos dados interpolados, foi realizado a evolução da velocidade localmente a partir dos dados do Sensor DGPS/GNSS nas proximidades da Mina 18. Os dados de velocidades calculados são baseados nos dados pós processados de 1 e 12 horas, que apresentam maior precisão e menor variação.

A partir desses dados se constata que a movimentação tem o seguinte comportamento ao longo do tempo, conforme a Figura 9. Observa-se um pico de velocidade de 514,8 mm/dia no dia 30 de novembro de 2023, encontrando-se na situação atual de 74,0 mm/dia (6 de dezembro).

E entre os dias 01/12 e o dia 03/12, observou-se uma diminuição na velocidade de deslocamentos no sensor que monitora as proximidades da Mina 18. Desde o dia

04/12 ao 06/12 os dados de velocidade apresentam, até o momento, tendência de manter-se constante com taxa de 74,0 mm/dia.

Figura 9 - Evolução velocidade x tempo do DGNSS que monitora as proximidades da mina 18.



#### 4.4 DANOS IN LOCO

Quanto a análise local, em especial na área da mina 18, foi constatado trincas observadas nas proximidades da mina 18. Esta constatação se deu a partir de imagens aéreas por veículos aéreos não tripulado (Vant), que assim constatou a ocorrência de aberturas de fraturas em área de aterro nas proximidades da Mina da 18 com padrão circular, mas que está dentro da projeção de raio de 3x o raio da Mina, denominado como “Área de colapso da Mina 18”. Em relação à maior área, de raio de 5x o raio da Mina 18 aqui denominado “Área de segurança” até o presente momento não foi observado indício de trincas, fissuras ou rachadas nessa área (Figura 10).

Figura 10 - Localização dos fissuramentos na superfície, raio de possível colapso da mina 18 e raio de segurança da mina 18.



## 5 PROGNÓSTICOS E CONCLUSÕES

Por meio de dados de monitoramento o prognóstico é de ocorrência de provável dolinamento da mina 18. Uma segunda possibilidade é da mina 18 se autopreencher ou se estabilizar em uma camada mais rasa. Ambas as possibilidades são compatíveis com o acréscimo de deformação e danos no entorno do evento.

Não obstante, as áreas adjacentes a projeção da Mina 18 se encontram devidamente monitoradas e evacuadas. Nesse sentido, eventuais anomalias, para além da possível área sinistrada, serão detectados pela rede de monitoramento existente (Figura 13), possibilitando o acionamento de ações adicionais de contingência.



Devido aos dados aqui apresentados, observa-se a concentração do problema dentro das regiões que correspondem a 3x e 5x o raio da Mina 18 (metodologia proposta pela CPRM), dessa forma adota-se a região de 3x o raio como área de possível colapso da Mina 18 conforme a observação dos danos *in loco*. O raio de 5x foi adotado como área de segurança contra o risco de colapso da Mina 18, essa área foi adotada desde versões anteriores ao mapa atual Linhas de Ações Prioritárias. Considerando o exposto foi concebido uma área de interdição no entorno do raio de 5x como controle de acesso de pessoas, inclusive com interdição de vias, conforme Figura 11.

Figura 11 - Localização da projeção da Mina 18, com raio de segurança de 3 e 5 vezes e ruas interditadas.

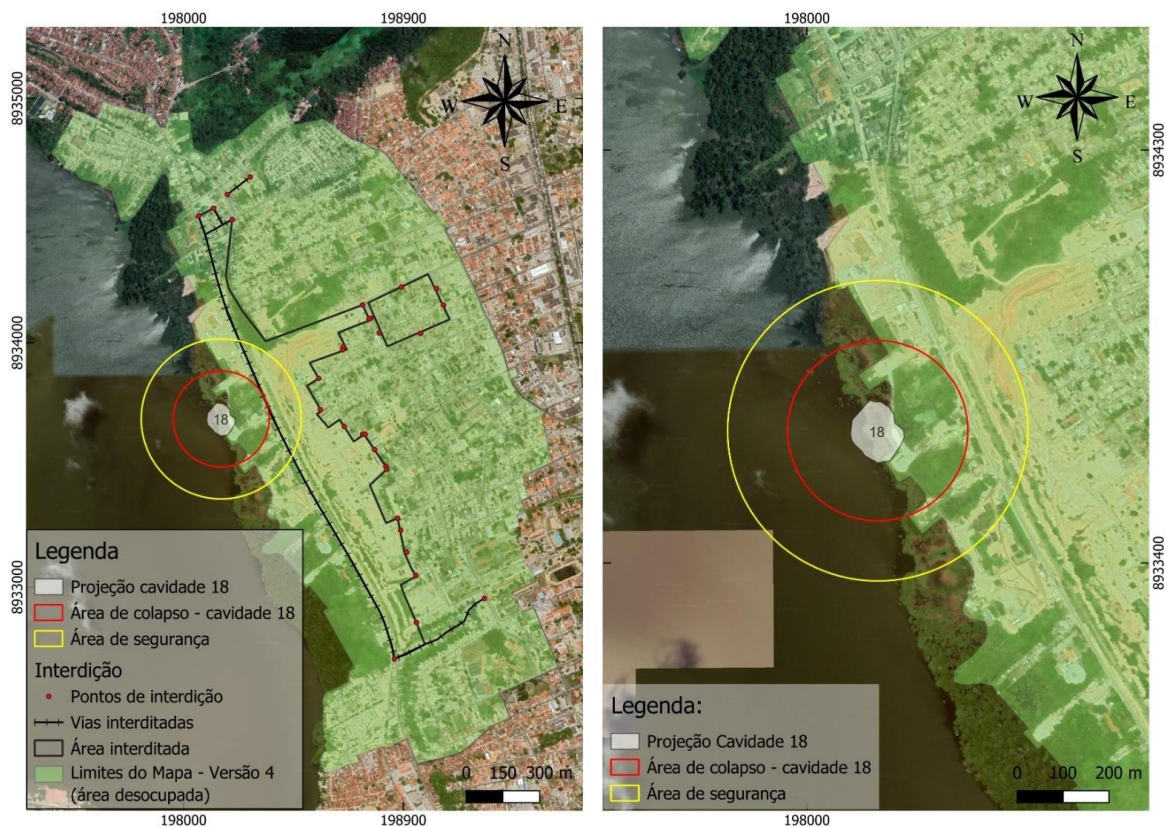


Figura 12 - Localização da projeção da Mina 18, dentro do mapa de Maceió.

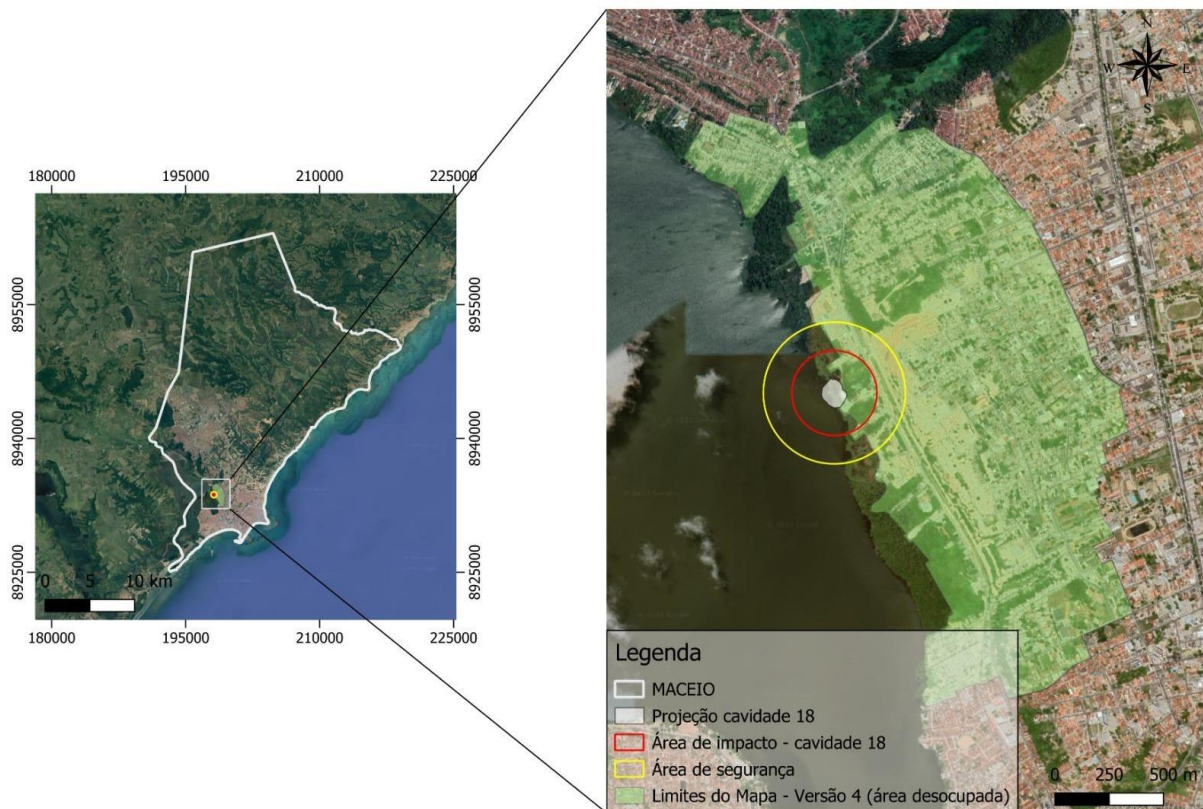
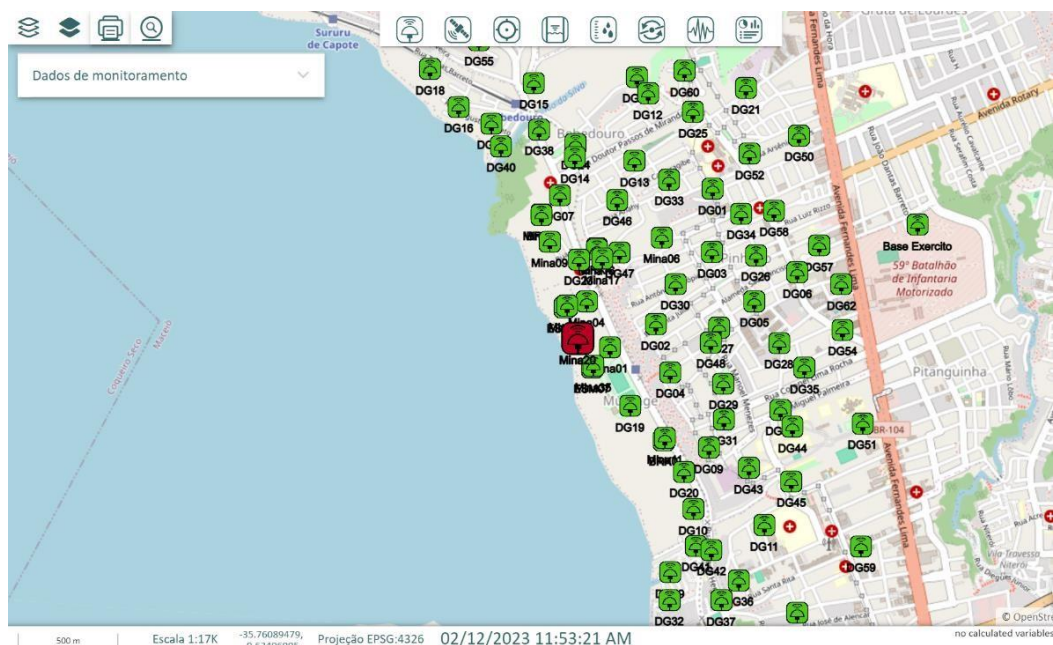


Figura 13 - Situação de alertas na rede DGNSS (02/12/2023 11:53:21)



Diante do exposto e conforme dados até o momento levantados, é possível afirmar que a área de influência do evento excepcional sobre a Mina 18, que se encontra em andamento, está concentrado dentro das áreas apresentadas na Figura 11. Conforme já mencionado, a rede de monitoramento não apresenta anomalias



vinculadas ao evento em questão nas áreas adjacentes à Mina 18, entretanto o sistema de monitoramento se mantém sendo atualizado em tempo real para eventuais mudanças do cenário hora apresentado.

Finalmente, como pode-se observar na Figura 12, o risco em função do evento crítico em andamento não afeta outras áreas do município de Maceió.



Abelardo Pedro Nobre Junior

Matrícula 964208-0

Coordenadoria Municipal especial de Proteção e Defesa Civil

MOISES PEREIRA DE  
MELO:64402568404

Assinado de forma digital por MOISES  
PEREIRA DE MELO:64402568404  
Dados: 2023.12.07 14:14:22 -03'00'

Coronel BM Moisés Pereira de Melo

Coordenador da Defesa Civil do Estado de Alagoas

Coordenadoria Estadual de Defesa Civil

Paulo Roberto Farias Falcão

Diretor de Obras

Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil