



AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO

PARECER TÉCNICO Nº 3/2023/GT-SAL/SFI-ANM/DIRC

Nº PROCESSO ADMINISTRATIVO			MUNICÍPIO DE EXTRAÇÃO		SUBSTÂNCIA MINERAL	
27225.006648/1965-86			Maceió/AL		Sal-gema	
NOME DO TITULAR	Braskem S.A					
CNPJ/CPF	42.150.391/0001-70					
ENDEREÇO	Rua Eterno - Polo Petroquímico					
CEP	42810-000	MUNICÍPIO	Camaçari	Estado	Bahia	

Referência: Processo nº. 006.648/1965 (SEI 27225.006.648/1965-86)

Interessado: BRASKEM S/A

Assunto: Acompanhamento da execução do Plano de Fechamento de Mina - (Item **36.3 DA DECISÃO nº. 123/2019/SJVM/JFT/4ªVARA/AL** - ACP Nº 0803662-52.2019.4.05.8000), de acordo com a PORTARIA ANM Nº 1295, DE 09 DE MARÇO DE 2023

Sr. José Antônio Alves dos Santos
Superintendente de Fiscalização da ANM

1. INTRODUÇÃO

O presente parecer é resultado das atividades do GT-SAL, grupo de trabalho reformatado pela PORTARIA ANM Nº 1295, DE 09 DE MARÇO DE 2023, para atendimento ao Item “36.3 c)” da Decisão nº. 123/2019/SJVM/JFT/4ªVARA/AL - ACP Nº 0803662- 52.2019.4.05.8000, desenvolvidas no período de 01/01/2023 a 31/03/2023.

Desde 21/03/2023 o GT-SAL passou a ser composto pelos engenheiros de minas Sergio Luiz Klein (Coordenador do GT), Selmar Almeida de Oliveira (Coordenador Substituto), José Antônio Alves dos Santos (Superintendente de Fiscalização), Antônio Nelson Calazans de Moura (Assessor do Diretor Roger Romão Cabral), David de Barros Galo (Chefe do Serviço de Fiscalização de Segurança de Barragens - Eixo Norte/Nordeste) e o geólogo Victor Muniz Alves Cruz (Chefe da Coordenação de Fiscalização da Atividade Minerária Substituto), tendo o apoio do engenheiro de minas Fernando José da Costa Bispo, da Gerência Regional da ANM em Alagoas.

As atividades do GT, no período, envolveram a análise dos Relatórios Consolidados Mensais de Fechamento das Frentes de Lavra da Mina de sal-gema da Braskem S. A. em Maceió/AL, juntados aos autos do processo minerário 27225.006648/1965-86, documento SEI (6105341) em 16/01/2023, (6520060) em 15/02/2023 e (6730069) em 15/03/2023, análise dos documentos técnicos elaborados pelas consultoras contratadas pela Braskem S. A. para estudar os fenômenos e monitorar os movimentos e avaliação das atualizações das medições de sonar para monitoramento da geometria, dimensões e comportamento das cavidades resultantes da extração de sal-gema.

2. SITUAÇÃO ATUALIZADA DAS FRENTES DE LAVRA EM MARÇO 2023

2.1. Frentes de Lavra do Grupo 1 (Fechamento Via Poço Original) - Fechamento aprovado: Monitoramento com piezômetro. Mantendo a estabilidade, tamponamento definitivo dos acessos e abandono, seguido do descomissionamento.

2.1.1. M#01

Geometria e posição da cavidade: De acordo com o último sonar realizado em 01/03/2023, ainda em relatório preliminar, a cavidade da frente de lavra M#01 apresenta um volume de 142.200 m³, com o teto da cavidade localizado a uma profundidade de 902,8 m. O sonar imediatamente anterior, datado de 28/08/2021 mediu um volume de 137.689,35 m³ com uma profundidade do teto de 903,3 m. Conforme esses dados, passados 18 meses, o volume medido teve um acréscimo de cerca de 3%, e uma migração do teto de 0,5 m. Tais indicadores apontam para uma estabilidade da cavidade, incluindo a confirmação da pressurização conforme dados do piezômetro instalado no poço auxiliar 01AD.

Pressurizada: **Sim**

Piezômetro: **Instalado e operando**

Monitoramento: **Sonar e Piezômetro**

Indicativo do monitoramento: **Estabilidade**

2.1.2. M#10

Geometria e posição da cavidade: De acordo com o último sonar, realizado em 07/03/2023, registrando um volume de 63.178 m³, o volume e teto tiveram pouca variação nos últimos 18 meses. Tais indicadores apontam para uma estabilidade da cavidade, incluindo a confirmação da pressurização conforme dados do piezômetro instalado no poço auxiliar 10AD.

Pressurizada: **Sim**

Piezômetro: **Instalado e operando**

Monitoramento: **Sonar e Piezômetro**

Indicativo do monitoramento: **Estabilidade**

2.1.3. M#13

Geometria e posição da cavidade: De acordo com o último sonar, realizado em 21/03/2023, registrando um m volume de 100.720 m³, o volume e teto tiveram pouca variação nos últimos 18 meses. Tais indicadores apontam para uma estabilidade da cavidade, incluindo a confirmação da pressurização conforme dados do piezômetro instalado no poço auxiliar 13BD.

Pressurizada: **Sim**

Piezômetro: **Instalado e operando**

Monitoramento: **Sonar e Piezômetro**

Indicativo do monitoramento: **Estabilidade**

2.1.4. M#30

Geometria e posição da cavidade: O último sonar, realizado em 30/01/2022 mostrou um volume de 446.595 m³. Em 36 meses houve uma redução de volume de quase 5% e uma elevação de teto de apenas 7 m. O poço original M#30D foi tamponado e um poço auxiliar (30BD) foi perfurado com piezômetro em instalação.

Pressurizada: **Sim**

Piezômetro: **Em instalação**

Monitoramento: **Sonar e Piezômetro**

Indicativo do monitoramento: **Estabilidade**

2.1.5. M#31

Geometria e posição da cavidade: O último sonar ocorreu em 29/01/2020, mostrando um volume de 523.612 m³. Houve uma redução de volume de 4% em 12 meses, porém, sem elevação do teto.

Pressurizada: **Sim**

Piezômetro: **Em instalação**

Monitoramento: **Sonar e Piezômetro**

Indicativo do monitoramento: **Estabilidade**

2.1.6. M#32

Geometria e posição da cavidade: O último sonar ocorreu em 06/06/2022, mostrando um volume de 247.296 m³. Não houve uma redução de volume nem elevação de teto significativa em 28 meses. Poço auxiliar 32BD foi perfurado e um piezômetro instalado.

Pressurizada: **Sim**

Piezômetro: **Em instalação**

Monitoramento: **Sonar e Piezômetro**

Indicativo do monitoramento: **Estabilidade**

2.1.7. M#35

Geometria e posição da cavidade: O último sonar, de 11/11/2022, mostrou um volume de 274.910 m³, numa cavidade com teto inserido a 98m abaixo do topo do sal. O poço auxiliar 35AD foi perfurado e um piezômetro instalado.

Pressurizada: **Sim**

Piezômetro: **Em instalação**

Monitoramento: **Sonar e Piezômetro**

Indicativo do monitoramento: **Estabilidade**

2.2. Frentes de Lavra do Grupo 2 (Fechamento Via Poço Auxiliar) - Fechamento aprovado: Monitoramento com piezômetro. Mantendo a estabilidade, tamponamento definitivo dos acessos e abandono, seguido do descomissionamento.

2.2.1. M#09

Geometria e posição da cavidade: O último sonar foi realizado em 13/10/2019, registrando um volume de 345.551 m³. Embora esteja conectada com a frente M#12, apresentou pressurização. Os poços auxiliares 09CD e 09DD foram tamponados. O tamponamento do poço M#09 (original) estava em andamento.

Pressurizada: **Sim**

Piezômetro: **Não instalado**

Monitoramento: **Sonar e Manômetro na cabeça do poço**

Indicativo do monitoramento: **Aguardando sonar atualizado**

2.2.2. M#12

Geometria e posição da cavidade: O último sonar foi realizado em 22/10/2019, registrando um volume de 279.394 m³. Embora conectada com a frente M#09, também apresentou pressurização. O tamponamento dos poços M#12 (original) e 12CD (auxiliar) estão em execução.

Pressurizada: **Sim**

Piezômetro: **Não instalado**

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Aguardando sonar atualizado**

2.2.3. **M#16**

Geometria e posição da cavidade: O último sonar realizado em 18/01/2022 apontou um volume de 113.615 m³. O topo da cavidade sofreu uma pequena migração ascendente (2m) em 16 meses, acompanhado de uma pequena redução de volume no período. O poço original M#16 foi tamponado e o tamponamento do poço auxiliar 16AD interrompido. A perfuração de um novo poço auxiliar para instalação de piezômetro será necessário (ainda não iniciada).

Pressurizada: **Não**

Piezômetro: **Aguarda perfuração de poço auxiliar para instalação**

Monitoramento: **Sonar e Piezômetro**

Indicativo do monitoramento: **Aguarda novos dados de monitoramento**

2.2.4. **M#22**

Geometria e posição da cavidade: O último sonar, em 02/12/2021, mostrou um volume de 186.418 m³, e uma elevação do teto de 5m em 9 meses. Essa cavidade está conectada com a M#23. Os poços original M#22 e auxiliar 22AD foram tamponados. O poço 23BD foi executado, acessando a cavidade m#23, para inserção de piezômetro.

Pressurizada: **Não. Temporariamente tamponada**

Piezômetro: **Não Instalado**

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Aguarda novos dados de monitoramento**

2.2.5. **M#23**

Geometria e posição da cavidade: O último sonar ocorreu em 16/11/2019, mostrando um volume de 158.329,4 m³. Dada a conexão com a M#22, as avaliações de volume não são precisas. O poço original M#23 foi tamponado e o poço auxiliar 23BD foi executado para a instalação de piezômetro.

Pressurizada: **Não. Temporariamente tamponada**

Piezômetro: **Não Instalado**

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Aguarda novos dados de monitoramento**

2.2.6. **M#26**

Geometria e posição da cavidade: O sonar de 21/12/2022 mostrou um volume de 379.898 m³ e a condição de cavidade pressurizada.

Pressurizada: **Não**

Piezômetro: **Sim**

Monitoramento: **Sonar e Piezômetro**

Indicativo do monitoramento: **Aguarda novos dados de monitoramento**

2.2.7. **M#28**

Geometria e posição da cavidade: O último sonar ocorreu em 01/12/2021, mostrando um volume de 327.143 m³. A perfuração do poço auxiliar 28DD para instalação de piezômetro está em andamento. Foi tamponados o poço M#28D e o tamponamento do poço 28BD está em execução.

Pressurizada: **Não. Temporariamente tamponada**

Piezômetro: **Em instalação**

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Aguarda novos dados de monitoramento**

2.2.8. **M#33**

Geometria e posição da cavidade: O último sonar, realizado em 27/09/2019, mostrou um volume de 18.706,6 m³ e um teto inserido a 120m abaixo do topo do sal. O poço original M#33D já foi tamponado. O tamponamento do poço auxiliar 33AD e a perfuração de novo poço auxiliar para instalação de piezômetro não foram iniciados.

Pressurizada: **Não. Temporariamente tamponada**

Piezômetro: **Não instalado**

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Aguarda novos dados de monitoramento**

2.3. **Frentes de Lavra do Grupo 3 - Preenchimento das cavidades com material sólido - Fechamento pelo tamponamento de todos os acessos após preenchimento consolidado**

2.3.1. **M#04**

Situação: O Volume atual, aferido por sonar, em 14/03/2023, foi de apenas 6.902 m³ devido ao processo de preenchimento (em fase final). Já foram injetados 114.083 m³ de areia (preenchimento de 92%).

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Preenchimento em conclusão**

2.3.2. **M#07**

Situação: Volume atual (residual), aferido por sonar em 22/03/2023, de 20.602 m³ devido ao processo de preenchimento. Foram injetados 406.071,18 m³ de areia (preenchimento de 98%). O preenchimento foi finalizado.

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Preenchimento em conclusão**

2.3.3. **M#17**

Situação: O último sonar, realizado em 15/09/2022 apontou um volume (residual) de 10.969 m³, após a finalização do processo de preenchimento e a compactação da areia no interior da cavidade. Foram injetados 242.473,85 m³ de areia (preenchimento de 95%). Já foram tamponados os poços original M#17 e auxiliar 17AD. O tamponamento do poço auxiliar 17CD era previsto para abril/2023. Preenchimento finalizado.

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Preenchimento concluído**

2.3.4. **M#19**

Situação: O último sonar de 23/12/2022 registrou um volume de 632,6 m³ devido ao processo de preenchimento com material sólido, em finalização. Pode ter recebido enchimento adicional devido à conexão com a cavidade da frente M#07. O poço original M#19D já foi tamponado.

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Preenchimento concluído**

2.3.5. **M#02**

Situação: O volume atual, aferido por sonar em 10/02/23, é de 76.309 m³. Houve pouca variação de volume e teto nos últimos 8 meses. Embora a cavidade esteja relativamente estável, a empresa propôs o preenchimento, que foi aprovado pela ANM, entretanto, sinalizou uma possível mudança de plano. O poço auxiliar 02AD foi tamponado, e novo poço (02DD) foi perfurado.

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Estabilidade Relativa. Poderá ser reclassificada para tamponamento com piezômetro**

2.3.6. **M#18**

Situação: Em 15/09/2019 foi realizado o último sonar, mostrando um volume de 494.425 m³. Embora a cavidade ainda esteja inserida no extrato salino (abaixo do topo do sal) a empresa optou pelo seu preenchimento, por apresentar dificuldade de pressurização, bem como, devido ao volume e posição dessa cavidade, visando uma melhor e mais rápida contenção da fluência do sal. A perfuração do poço auxiliar 18BD está em andamento, e o poço auxiliar 18AD ainda não foi iniciada. Esses poços são destinados ao preenchimento com material sólido.

Pressurizada: **Não**

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Aguardando novos dados de sonar e início do preenchimento.**

2.3.7. **M#27**

Situação: O último sonar, realizado em 11/03/2023, apontou um volume de 305.514 m³. Foram perfurados os poços auxiliares 27BD e 27CD para as atividade de preenchimento com areia.

Pressurizada: **Não**

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Aguardando início do preenchimento.**

2.3.8. **M#11**

Situação: O último sonar, realizado em 16/11/2022, indicou um volume de 100.580 m³. O teto teve pequena migração ascendente (2 m), em seis meses. O volume sofreu uma redução de quase 20% no período. O poço original M#11 já foi tamponado. Foram perfurados os poços auxiliares 11BD e 11CD para injeção de areia. Até março, já foram injetados 31.057,5 m³ de areia (preenchimento de 31%).

Pressurizada: **Não**

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Preenchimento iniciado**

2.3.9. **M#25**

Situação: O último sonar, realizado em 19/01/2023, mostrou um volume de 177.197 m³, com uma elevação de teto pequena em 4 meses, acompanhada de uma redução de volume mínima no período. Foram perfurados os poços 25CD e 25DD para execução do preenchimento com areia. Até meados de março/2023 foram injetados 1.447,5 m³ de areia (1% de preenchimento).

Pressurizada: **Não**

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Preenchimento iniciado**

2.4. **Frentes de Lavra do Grupo 4 - Monitoramento recorrente por sonar - Fechamento não definido**

2.4.1. **M#03**

Geometria e posição da cavidade: O volume atual, aferido por sonar em 24/03/2023, é de 25.981 m³. Houve pouca variação de volume e teto nos últimos 4 meses. Os poços M#03 (original) e 3AD (auxiliar) já foram tamponados. Foi perfurado o poço auxiliar 03BD para continuidade do monitoramento por sonar.

Pressurizada: **Não**

Piezômetro: **Não instalado**

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Sem indicação de estabilidade. Aguardando definição do tipo de fechamento**

2.4.2. **M#15**

Geometria e posição da cavidade: O último sonar mostrou um volume de 136.991 m³ em 15/03/2023. O teto sofreu uma elevação muito pequena nos últimos 6 meses (0,5m), acompanhado de uma redução muito pequena do volume nesse período.

Pressurizada: **Não**

Piezômetro: **Não instalado**

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Sem indicação de estabilidade. Aguardando definição do tipo de fechamento**

2.4.3. **M#20**

Geometria e posição da cavidade: O último sonar, realizado em 27/01/2023, apontou um volume de 362.891 m³ para o conjunto das cavidades M#20 e M#21, que estão conectadas. O poço original M#20D já foi tamponado.

Pressurizada: **Não**

Piezômetro: **Não instalado**

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Sem indicação de estabilidade. Aguardando definição do tipo de fechamento**

2.4.4. **M#21**

Geometria e posição da cavidade: O último sonar, realizado em 27/01/2023 apontou um volume de 362.891 m³ para o conjunto das cavidades M#20 e M#21. O poço original M#21AD já foi tamponado.

Pressurizada: **Não**

Piezômetro: **Não instalado**

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Sem indicação de estabilidade. Aguardando definição do tipo de fechamento**

2.4.5. **M#29**

2.4.6. **Geometria e posição da cavidade:** O sonar de 27/03/2023 revelou um volume de 201.650 m³, com a descoberta de zonas ocultas. O poço auxiliar 29BD já foi tamponado. A necessária perfuração de uma novo poço auxiliar para a continuidade do monitoramento não foi iniciada.

Pressurizada: **Não**

Piezômetro: **Não instalado**

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Sem indicação de estabilidade. Aguardando definição do tipo de fechamento**

2.4.7. **M#34**

Geometria e posição da cavidade: Os dados do último sonar, realizado em 31/03/2023, ainda não foram apresentados. O sonar anterior, de 20/09/2022, mostrou um volume de 390.868 m³ e uma elevação de teto de 1 metro em 13 meses.

Pressurizada: **Não**

Piezômetro: **Não instalado**

Monitoramento: **Sonar**

Indicativo do monitoramento: **Sem indicação de estabilidade. Aguardando definição do tipo de fechamento**

2.5. **Frentes de Lavra do Grupo 5 - Cavidades não encontradas (preenchimento natural) - Fechamento pelo tamponamento definitivo dos poços de acesso**

2.5.1. **M#05**

Situação: Confirmada a migração ascendente onde o material de teto colapsado preencheu a cavidade o suficiente para sua estabilização. Autopreenchimento confirmado com dados de sísmica (tomografia) e estudos realizados pela Schlumberger. Todos os acessos já foram tamponados: Poço original M#05 e poços auxiliares 05A e 05BD. Pode ser considerada apta ao descomissionamento.

2.5.2. **M#06**

Situação: Confirmada a migração ascendente onde o material de teto colapsado preencheu a cavidade o suficiente para sua estabilização. Autopreenchimento confirmado com dados de sísmica (tomografia) e estudos realizados pela Schlumberger. Todos os acessos já foram tamponados: Poço M#06 (original) e poços auxiliares 06FD e 06DD. Pode ser considerada apta ao descomissionamento.

2.5.3. **M#08**

Situação: Confirmada a migração ascendente onde o material de teto colapsado preencheu a cavidade o suficiente para sua estabilização. Autopreenchimento confirmado com dados de sísmica (tomografia) e estudos realizados pela Schlumberger. Já foram tamponados todos os acessos: Poço M#08 original e poços auxiliares 08DD e 08FD. Pode ser considerada apta ao descomissionamento.

2.5.4. **M#14**

Situação: Confirmada a migração ascendente onde o material de teto colapsado preencheu a cavidade o suficiente para sua estabilização. Autopreenchimento confirmado com dados de sísmica (tomografia) e estudos realizados pela Schlumberger. Quase todos os acessos foram já foram tamponados: Poço auxiliar 14DD e o poço TM-02 destinado à tomografia sísmica. O poço original M#14 ainda não foi tamponado. Esta frente de lavra ainda não pode ser considerada apta ao descomissionamento.

2.5.5. M#24

Situação: Confirmada a migração ascendente onde o material de teto colapsado preencheu a cavidade o suficiente para sua estabilização. Autopreenchimento confirmado com dados de sísmica (tomografia) e estudos realizados pela Schlumberger. Todos os acessos já foram tamponados: Poço M#24D (original) e poços auxiliares 24CD e 24AD. Pode ser considerada apta ao descomissionamento.

3. MONITORAMENTOS APRESENTADOS

3.1. Monitoramento dos Movimentos

O presente tópico aborda a atualização do complexo de instrumentação instalado para promover as ações de monitoramento dos movimentos verticais (subsistência) e longitudinais do terreno, bem como de eventuais atividades sísmicas nas áreas de influência direta e indireta do sítio minerado.

A seguir são descritos os principais achados com base em cada uma das tecnologias aplicadas, avaliando-se eventuais anomalias de acordo com os dados atualizados apresentados pela Braskem S. A. em anexo aos Relatórios Consolidados referentes ao mês de julho, agosto e setembro de 2022.

Geofísica

3.1.1. Monitoramento orbital da movimentação superficial

Os relatórios incluem a análise dos conjuntos de dados de monitoramento de deformação da superfície (D-GPS e dados do satélite InSAR) coletados pela Braskem nas áreas próximas a seus poços de mineração por dissolução.

Relatórios analisados:

Documento SEI ANM	Data de Protocolização	Nome do Documento	Empresa
6105350	16/01/2023	MONTHLY REPORT ON THE GROUND DEFORMATION ANALYSIS OVER THE MACEIO' AREA November 2022 update – GEOAPP.	Geoapp
6520062	15/02/2023	MONTHLY REPORT ON THE GROUND DEFORMATION ANALYSIS OVER THE MACEIO' AREA – GEOAPP – december 2022 - GEOAPP.	Geoapp

Tabela com resumo das informações:

Deformação superficial	Dados InSAR Descendentes		Dados InSAR Ascendentes		Estação D-GPS (Ambas as componente verticais e horizontais)	Alertas
	Deslocamento Máximo Acumulado (mm)	Velocidade Máxima (mm/ano)	Deslocamento Máximo Acumulado (mm)	Velocidade Máxima (mm/ano)		
"formato semi-elíptico, alongado em direção paralela à costa da lagoa, com valores máximos centralizados na área entre o poço M12 ao norte e o M20 ao sul."	720,6	202,9	686,8	194,6	"mostram valores similares em relação ao mês anterior."	"O número de avisos e alertas em novembro de 2022. Esse aumento relacionado ao aumento geral do D-GPS ao longo dos três com correspondência com todas as e
"formato semi-elíptico, alongado em direção paralela à costa da lagoa, com valores máximos centralizados na área entre o poço M12 ao norte e o M20 ao sul."	735,3	201,5	699,3	193,2	"mostram valores similares em relação ao mês anterior."	"O número de avisos e alertas ligeiramente em dezembro de 2022, novembro, mas permanece alto.

3.1.2. Geofísica

O sistema de monitoramento geofísico da área afetada foi implantado pela empresa Fugro, contratada pela Braskem S. A. e é composto por uma rede de instrumentos composta por 4 inclinômetros, 13 tiltímetros e uma rede de microssísmica com 10 estações, detalhados nos últimos relatórios da Fugro

Relatórios analisados:

Documento SEI ANM	Data de Protocolização	Nome do Documento	Empresa
6105357	15/02/2023	Relatório de monitoramento da instrumentação – dezembro 2022	Fugro
6520066	15/02/2023	Relatório de monitoramento da instrumentação – janeiro 2023	Fugro

3.1.2.1. Inclinômetros

Dezembro: deslocamentos de topo acumulados desde o início de monitoramento variando entre 51,3 e 117,6 mm. O valor incremento mensal no topo dos instrumentos, tem-se um deslocamento médio de **4,31 mm**, o que representa um **valor ligeiramente menor do que a média mensal registrada até o presente momento**

Janeiro: deslocamentos de topo acumulados desde o início de monitoramento variando entre 53,0 e 131,9 mm. O valor incremento mensal no topo dos instrumentos, tem-se um deslocamento médio de **5,01 mm**, o que representa um **valor ligeiramente menor do que a média mensal registrada até o**

presente momento.

3.1.2.2. Tiltímetros

Dezembro: Os movimentos indicados pelos tiltímetros foram, de forma geral, da ordem de 0,1º. **Movimentos abruptos (movimentos pontuais significativos) não foram observados durante o mês de dezembro de 2022.** As leituras não convergiram para nenhuma direção específica e não permitiram identificar nenhuma tendência de movimentação específica na área

Janeiro: Os movimentos indicados pelos tiltímetros foram, de forma geral, da ordem de 0,1º. **Movimentos abruptos (movimentos pontuais significativos) não foram observados durante o mês de janeiro de 2023.** As leituras não convergiram para nenhuma direção específica e não permitiram identificar nenhuma tendência de movimentação específica na área

3.1.2.3. Microssísmica

Dezembro: Com relação à atividade microssísmica, a rede detectou 100 eventos classe A (confirmados através de verificação manual) durante o período de monitoramento. **Todos esses eventos são de pequena magnitude** (entre -0,17 MI e -2,91 MI), com média de -1,50 MI

Janeiro: Com relação à atividade microssísmica, a rede detectou 204 eventos classe A (confirmados através de verificação manual) durante o período de monitoramento. **Todos esses eventos são de pequena magnitude** (entre -0,41 MI e -3,33MI), com média de -1,94 MI.

Os eventos detectados na áreas de concentração central vem diminuindo gradativamente, o que pode estar associado à estabilização sobretudo nos locais próximos às cavidades que estão sendo preenchidas. Espera-se confirmar isso quando do preenchimento das cavidades na área de concentração leste.

Os avanços no monitoramento de microssísmica foram apresentados, sendo este método se mostrado cada vez mais importante, sobretudo para o futuro monitoramento pós fechamento da mina.

A Braskem adquiriu um banco de dados de microssísmica obtido no acompanhamento de um sinkhole real, ocorrido na Europa, o qual foi provocado para esse fim. Com esses dados, que assinalam a assinatura sísmica característica da sucessão de eventos sísmicos que caracterizam o fenômeno, será possível construir um sistema de alerta para sua eventual ocorrência, embora a chance de sua ocorrência seja mínima, já será possível sua detecção prévia, aumentando ainda mais a segurança.

3.1.3. Vibração Superficial

Relatórios analisados:

Documento SEI ANM	Data de Protocolização	Nome do Documento	Empresa
6105356	16/01/2023	Relatório do MONITORAMENTO DE VIBRAÇÃO SUPERFICIAL 12/2022 - Brain	Brain Engenharia
6520065	15/02/2023	RELATÓRIO DE MONITORAMENTO DE VIBRAÇÃO SUPERFICIAL 01/2023- BRAIN	Brain Engenharia

Desde o início do monitoramento das vibrações superficiais realizados pela Brain Engenharia, **até o momento, não foi observada nenhuma leitura acima dos parâmetros recomendados nas Normas NBR9653:2018** (Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas) e BS7385- 2:1993 (Guide to damage levels from groundborne vibration).

3.1.4. Análise de Velocidade Inversa das Deformações do Solo

O objetivo da análise de velocidade inversa é a identificação de acelerações nas medições de deformação do solo potencialmente associadas à ocorrência de assentamentos súbitos do solo, fissuras na superfície do solo e/ou infraestruturas e edifícios ou colapsos/*sinkholes* do solo na área de produção e na sua proximidade. O relatório traz dois tipos de análises: Análise de Longo Prazo (LTA), abrangendo o intervalo temporal máximo para o qual os dados de InSAR estão disponíveis (2007-2022) e e Análise de Curto Prazo (STA), abrangendo o período de julho de 2020-dezembro de 2022. Conforme recomendado desde o primeiro relatório, a análise de velocidade inversa conduzida com o emprego do satélite InSAR será atualizada trimestralmente (3 meses) para observar prontamente eventuais mudanças nas tendências lineares identificadas, que indiquem uma antecipação ou um adiamento das condições de falha iminentes. Caso sejam detectadas acelerações nos dados de InSAR ou nos dados do DGPS, a análise de velocidade inversa será implementada em uma frequência mais alta para atualizar a análise oportunamente e verificar se o método está indicando datas de interseção antecipadas das tendências lineares de velocidade inversa com o eixo do tempo

Relatório analisado:

Documento SEI ANM	Data de Protocolização	Nome do Documento	Empresa
6545800	44981	INVERSE VELOCITY ANALYSIS OF GROUND DEFORMATIONS IN THE MACEIO' AREA BY MEANS SATELLITE INSAR DATA - UPDATE DECEMBER 2022 – GEOAPP.	Geoapp

Da mesma forma que no relatório anterior, para as áreas ao redor das cavidades, as análises de curto e longo prazo atualizadas com os dados de InSAR de dezembro de 2022 **não mostram tendências lineares indicando cruzamento iminente (em 2023) do eixo do tempo e, portanto, com base no método de velocidade inversa, indicando condições de falha iminentes.** Em conclusão, as últimas aquisições de dados de InSAR confirmam tendências praticamente estáveis em comparação com o relatório de setembro, confirmando uma ligeira queda adicional dos valores de R^2 , provavelmente como resultado da tendência de desaceleração já relatada desde o relatório de setembro de 2021.

4. MODELO GEOMECÂNICO TRIDIMENSIONAL

O modelo geomecânico, desenvolvido pela Braskem e o Instituto de Geomecânica de Leipzig (IFG), na Alemanha foi validado e apresentado em reunião durante a atividade presencial, na semana de 19 a 31 de março de 2023. Mesmo com as dificuldades dos ajustes com relação ao comportamento da borda X centro do modelo, houve avanço na aderência entre as simulações e os dados reais mensurados.

5. ATIVIDADE PRESENCIAL EM MACEIÓ

De acordo com o calendário de atividades previsto, os membros do GT realizaram atividade presencial em Maceió no período de 27 a 31/03/2023. Nessa ocasião foi realizado o acompanhamento das atividades *in loco*, bem como, reuniões técnicas voltadas à atualização do andamento dos trabalhos de preenchimento de cavidades, bem como, as atividades de demolição das edificações e recuperação do terreno.

A Braskem implementou um novo centro de controle e monitoramento em duas salas específicas.

A primeira sala é dedicada aos diversos sistemas de sensores que monitoram os indicadores do terreno: rede de microsísmica, rede de DGPS, rede inclinômetros e tiltímetros, e as leituras dos piezômetros (pressão e temperatura) instalados em 9 cavidades de frentes de lavra em pressurização. Esta sala conta com sistema de segurança e alerta de risco.

A segunda sala é dedicada ao monitoramento e controle patrimonial, das vias de trânsito (mobilidade urbana), bem como, da vigilância, utilizando câmeras de segurança e voos de drones, com planos de voo preestabelecidos e permitidos, visando a proteção dos equipamentos e pessoal contra eventuais incidentes, presença de pessoas não autorizadas nas áreas de operação e a própria segurança do trânsito.

Após, houve deslocamento para as áreas de operação, iniciando com o local onde ocorreu a primeira fase de demolição das edificações (encosta), e, no momento recebendo obras de terraplanagem, drenagens e estabilização dos taludes, incluindo hidrossemeadura. A demolição de outros locais, salvo demolições pontuais demandadas pela Defesa Civil, aguardam as aprovações e os licenciamentos ambientais necessários.

Em seguida houve o deslocamento para as áreas onde estão as instalações destinadas ao preenchimento das cavidades com areia (Unidades de Carga Reduzida – UCR) dos projetos *Backfilling* I, desenvolvido para o preenchimento das cavidades das frentes de lavra M#7, M#19, M#4 e M#17 (praticamente finalizados) e *Backfilling* II, desenvolvido para o preenchimento das demais cavidades planejadas para tal modalidade de fechamento, já em operação, com duas unidades, uma preenchendo a cavidade da Frentes de Lavra M#11 e outra em manutenção.

Foram realizadas reuniões técnicas com a Braskem, com a participação do Diretor da ANM Roger Romão Cabral, acerca das atualizações, discussões técnicas e alinhamentos das próximas etapas das atividades de fechamento, bem como, a apresentação dos cenários de simulação obtidos pelo modelo geomecânico, já finalizado e consolidado. Houve, também, uma exposição prévia da apresentação a ser realizada pela empresa na *SMRI Spring 2023 Conference* que ocorrerá entre 23/04/2023 a 26/04/2023 em Detroit, EUA, com participação de membros do GT.

5.1. Registro fotográfico da atividade presencial

Segue o registro fotográfico das vistorias realizadas em 28/03/2023 nas novas instalações de monitoramento, operação de estabilização da encosta e nas novas unidades de preenchimento de cavidades (*backfilling* II).



Foto 1 – Sala de controle e monitoramentos. Recebe as leituras de toda a instrumentação, inclusive localização de pessoal (com crachás inteligentes) e sistema de alertas ligado à rede de microsísmica, incluindo inteligência artificial.



Foto 2 – Painéis da sala de monitoramento patrimonial, de tráfego e de incidentes, através de imagens, através de câmeras fixas, incluindo voos regulares de drones para vigilância.



Foto 3 – Operadores da sala de monitoramento (da foto 2). Agentes treinados em segurança.



Foto 4 – Estabilização do talude da encosta. Início da hidrossemeadura.



**Foto 5 - Estabilização do talude da encosta.
Início da hidrossemeadura.**



**Foto 6 - Estabilização do talude da encosta.
Início da hidrossemeadura.**



**Foto 7 - Estabilização do talude da encosta.
Início da hidrossemeadura.**



Foto 8 - Pátio de obras de estabilização no topo do talude: construção das drenagens e barreiras com gabiões.



Foto 9 - Vista das obras de estabilização do talude da encosta e, ao fundo, o pátio de operação do preenchimento das cavidades com material sólido.



Foto 10 - Entrada do pátio de operação do preenchimento das cavidades com material sólido (segunda fase ou "backfilling II").



Foto 11 – Vista da porção oeste do talude de encosta a partir do pátio de operação do preenchimento ("backfilling II").



Foto 12 – Vista da porção leste do talude de encosta a partir do pátio de operação do preenchimento ("backfilling II").



Foto 13 – Equipamentos em operação (pá carregadeira alimentando o tanque misturador com areia) da planta de preenchimento ("backfilling II").



Foto 14 – Equipamentos em operação (tanque para mistura de areia/salmoura) no pátio de operação do preenchimento ("backfilling II").

6. CONCLUSÕES

As atividades de fechamento estão ocorrendo dentro do cronograma apresentado à ANM.

Os dados dos últimos sonares mostraram uma tendência de estabilização das cavidades das frentes de lavra dos Grupos 1 e 2.

Com exceção da frente de lavra M#14, todos os acessos das frentes de lavra do Grupo 5 (autopreenchimento confirmado) já foram tamponados. esse Grupo brevemente está praticamente passível de descomissionamento.

Com relação às frentes de lavra do Grupo 3, o preenchimento das cavidades das frentes de lavra M#07, M#19 e M#17 foi finalizado, com percentuais de preenchimento superiores a 90%. Essas frentes de lavra já estão aptas para o tamponamento definitivo dos acessos.

As 6 (seis) frentes de lavra pertencentes ao Grupo 4 permanecem com monitoramento recorrente por sonar, e, ainda não possuem definição acerca das ações de fechamento a serem adotadas.

Os dados de monitoramento continuam mostrando uma tendência para a estabilização, tendo em vista as reduções das velocidades dos movimentos no terreno.

Os últimos exames de sonar das frentes de lavra M#09/#12, M#18, M#22/#23 e M#33 foram feitos em 2019/2020. É recomendável uma atualização assim que for possível para uma avaliação de suas evoluções.

No entendimento do GT, as atividades de recuperação do talude da encosta do Mutangi estão ocorrendo de forma satisfatória, entretanto, foi solicitado à Braskem que apresentasse o projeto técnico das ações de estabilização da encosta.

7. RECOMENDAÇÕES

O GT recomenda que a Braskem apresente uma previsão de quando poderá ocorrer uma definição do método de fechamento das frentes de lavra ainda sem essa definição, que estão em monitoramento recorrente (M#03, M#15, M#20, M#21, M#29 e M#34), bem como, quais as alternativas de fechamento de acordo com os possíveis resultados dos monitoramentos.

Recomenda-se, também, a apresentação de uma previsão ou programação para a realização de exames de sonar das frentes de lavra M#09/#12, M#18, M#22/#23 e M#33 para uma melhor avaliação das mesmas.

Sergio Luiz Klein
Eng. de Minas
Coordenador

Selmar Almeida de Oliveira
Eng. de Minas
Coordenador Substituto

Antônio Nelson Calazans de Moura
Eng. de Minas
Membro

David de Barros Galo
Eng. de Minas
Membro

José Antônio Alves dos Santos
Eng. de Minas
Membro

Victor Muniz Alves Cruz
Geólogo
Membro



Documento assinado eletronicamente por **Sérgio Luiz Klein, Especialista em Recursos Minerais (art. 1º da Lei 11.046/2004)**, em 15/05/2023, às 14:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Victor Muniz Alves Cruz, Servidor Público (movimentação, Portaria MPOG nº 193/2018)**, em 15/05/2023, às 15:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Selmar Almeida de Oliveira, Especialista em Recursos Minerais (art. 1º da Lei 11.046/2004)**, em 15/05/2023, às 16:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site www.gov.br/anm/pt-br/autenticidade, informando o código verificador **7274142** e o código CRC **B6B534DC**.